

THETA

Entwurf

KOMMUNALER WÄRMEPLAN FÜR DIE STADT WAREN (MÜRITZ)

Abschlussbericht | 31.01.25

AUFTRAGGEBER

Stadt Waren (Müritz)

Amt für Bau, Umwelt und Wirtschaftsförderung

Zum Amtsbrink 1 | 17192 Waren (Müritz)



AUFTRAGNEHMER

Theta Concepts GmbH

Strandstraße 96 | 18055 Rostock

THETA
CONCEPTS GMBH

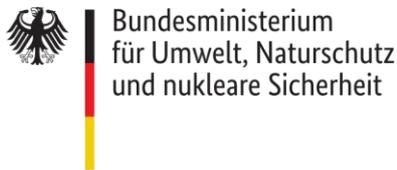
Wärmeplan Waren (Müritz)

Die kommunale Wärmeplanung der Stadt Waren (Müritz) wurde im Rahmen der Kommunalrichtlinie der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, vertreten durch die Zukunft-Umwelt-Gesellschaft (ZUG) gGmbH gefördert.

Förderkennzeichen: 67K26765

Förderzeitraum: 01.01.24 – 31.01.25

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

LESEHINWEIS

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Bericht bei Personenbezeichnungen in der Regel das generische Maskulinum verwendet. Die gewählten Personenbezeichnungen beziehen sich jedoch gleichermaßen auf alle Geschlechter.



KONTAKT STADT WAREN (MÜRITZ)

Stadt Waren (Müritz)

Amt für Bau, Umwelt und
Wirtschaftsförderung

Zum Amtsbrink 1 | 17192 Waren (Müritz)

ANSPRECHPARTNER

Karsten Schmidt

Rafael Müller

Tel.: (+49) 3991 177-670

E-Mail: umwelt-forsten@waren-mueritz.de

THETA
CONCEPTS GMBH

KONTAKT THETA CONCEPTS GMBH

Theta Concepts GmbH

Strandstraße 96 | 18055 Rostock

TEAM

Dr.-Ing. Dorian Holtz

Conrad Gierow

Raphael Wittenburg

Lindsay Geißler

Rebecca Zube

E-Mail: kontakt@theta-concepts.de

Tel.: (+49) 381 650 701-0

MITGLIEDER DES LENKUNGSKREISES

Der Wärmeplan der Stadt Waren (Müritz) entstand in enger Zusammenarbeit zentraler Akteure aus Amtsverwaltung, Stadtwerke Waren GmbH, WOGEWA Wohnungsbaugesellschaft Waren mbH sowie der Warener Wohnungsgenossenschaft eG. An dieser Stelle folgt eine Auflistung der Mitglieder des Lenkungskreises.

Stadt Waren (Müritz)

Norbert Möller	Bürgermeister der Stadt Waren (Müritz)
Thomas Mura	Amtsleiter Bau, Umwelt und Wirtschaftsförderung
Rafael Müller	Sachgebietsleiter Umwelt, Forsten und Friedhofsverwaltung
Karsten Schmidt	Energie- und Klimaschutzbeauftragter

Stadtwerke Waren GmbH

Michael Hübner	Geschäftsführer
Uwe Hemmann	Technischer Leiter
Olaf Scheffel	Projektingenieur

WOGEWA Wohnungsbaugesellschaft mbH

Kristin Görlach	Geschäftsführerin
Birgit Jeske	Technische Leiterin

Warener Wohnungsgenossenschaft eG

Mike Albrecht	Vorstand
---------------	----------

BEGRIFFSERKLÄRUNGEN

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster
Baublock	Kleinste räumliche Einheit, die von Straßen, Wegen und anderen geografischen Elementen (z.B. Schienen, Gewässer) umschlossen wird
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BGA	Biogasanlagen
CAPEX	Investitionsausgaben (Eng: Capital Expenditure)
CCS	Kohlenstoffabscheidung und Speicherung (Eng: Carbon Capture and Storage)
COP	Kennzahl für die Effizienz einer Wärmepumpe (Eng: Coefficient of Performance)
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DOM	Digitales Oberflächenmodell
Digitaler Zwilling	Ein Kartenwerkzeug auf Basis von GIS-Daten zur Darstellung / Visualisierung des Wärmeplans
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
EEWärmG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EE	Erneuerbare Energien
EFH	Einfamilienhaus
EnEG	Energieeinsparungsgesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EW	Einwohnerzahl
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
GIS	Geoinformationssystem
GIS-Daten	Georeferenzierte Daten
HAL	Hausanschlussleitungen
ISEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept

Wärmeplan Waren (Müritz)

LAiV	Landesamt für innere Verwaltung (M-V)
MFH	Mehrfamilienhaus
OPEX	Operative Kosten (Eng: Operational Expenditures)
OSM	OpenStreetMap
PV	Photovoltaik
RH	Reihenhaus
ST	Solarthermie
VKU	Verband Kommunaler Unternehmen
WKA	Windkraftanlagen
WPG	Wärmeplanungsgesetz

INHALT

Begriffserklärungen.....	V
Abbildungsverzeichnis.....	X
Tabellenverzeichnis.....	XIV
1 Einleitung.....	1
1.1 Politische Rahmenbedingungen.....	1
1.2 Zielsetzung der Wärmeplanung.....	6
2 Beteiligte Akteure.....	7
3 Datenbasis & Digitaler Zwilling.....	10
4 Bestandsanalyse.....	12
4.1 Das Planungsgebiet.....	12
4.2 Gebäudenutzung.....	14
4.3 Baualtersklassen.....	16
4.4 Siedlungsdichte.....	17
4.5 Wärmebedarfe im Ausgangsjahr.....	20
4.5.1 Methodik zur Wärmebedarfsermittlung für Raumwärme und Warmwasser.....	20
4.5.2 Ermittlung von Prozesswärmebedarfen.....	22
4.6 Wärmebedarf im Ausgangsjahr.....	23
4.6.1 Validierung der Wärmebedarfe.....	25
4.6.2 Wärmelinien-dichte im Ausgangsjahr.....	28
4.7 Wärmeversorgung im Ausgangsjahr.....	30
4.8 Treibhausgasbilanz im Ausgangsjahr.....	35
4.9 Erneuerbare-Energien-Anlagen im Ausgangsjahr.....	36
5 Potenzialanalyse.....	38
5.1 Potenziale zur Einsparung von Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme.....	38

5.1.1	Energetische Sanierung in Wohn- und Nichtwohngebäuden.....	39
5.1.2	Entwicklung von Prozesswärme	43
5.1.3	Demografische Entwicklung	43
5.1.4	Neubau, Rückbau oder Umgestaltung von Wohnraum und Flächennutzung	44
5.1.5	Klimatische Einflüsse.....	45
5.1.6	Wärmebedarfsprognose	45
5.2	Potenziale an erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme.....	49
5.2.1	Unvermeidbare Abwärme aus technischen Prozessen, Klimatisierung und Lüftung.....	49
5.2.2	Abwasserwärme	51
5.2.3	Potenzialflächen für erneuerbare Energien und Speicherlösungen (Freiflächen).....	52
5.2.4	Geothermie (Erdwärme).....	55
5.2.5	Solarpotenziale (Solarthermie).....	62
5.2.6	Fluss- und Seethermie.....	66
5.2.7	Luftwärme	68
5.2.8	Feste Biomasse, Biogas und Abwärme aus Biogasanlagen.....	72
5.2.9	Grüner und blauer Wasserstoff sowie daraus erzeugte Derivate (Ammoniak und Methanol)	75
5.3	Zusammenfassung der Potenziale an Erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme	77
6	Ziel- und Zwischenzielszenarien	80
6.1	Herleitung des Zielszenarios.....	81
6.1.1	Identifikation von Versorgungslücken dezentraler Technologien.....	81
6.1.2	Nutzwärmebedarfs- und Wärmelinienindichte zur Bewertung der Wärmenetzeignung.....	88
6.2	Zielszenario 2040	90
6.2.1	Transformationspfade für die Fernwärme	94

6.2.2	Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen individueller Versorgung und Fernwärme in der Kernstadt.....	112
6.2.3	Zielszenario 2040 in den externen Ortsteilen.....	114
6.3	Zwischenzielszenarios 2030 und 2035.....	116
7	Wärmewendestrategie.....	121
7.1	Maßnahmenkatalog.....	125
7.2	Fokusgebiete.....	129
8	Controlling- und Verstetigungsstrategie.....	134
9	Fazit & Ausblick.....	136
10	Literaturverzeichnis.....	138
A.	Anhang XII	
A.1	Datenbasis.....	XII
A.2	Weitere Kartendarstellungen.....	XIV
A.3	Wirtschaftlichkeit der Leittechnologien.....	XV
A.4	Alternatives Ausbauszenario auf Basis von Leittechnologie 1 / Solarthermie	XVI
A.5	Ortsteil-Steckbriefe.....	XVII

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Anteile erneuerbarer Energien (grün) am Endenergieverbrauch in den Sektoren im Jahr 2023	2
Abbildung 2: Verkettung von Wärmeplanungsgesetz (WPG) und Gebäudeenergiegesetz (GEG) auf Basis vorliegender Wärmeplanung und danach vorgenommener Gebietsausweisung für Wärme- und Wasserstoffnetze.....	4
Abbildung 3: Akteursbeteiligung mit Intensität der Einbindung.....	7
Abbildung 4: Ergebnis der Live-Umfrage im Rahmen des Bürger- Informationsabends zur Wärmeplanung in Waren (Müritz) am 03.12.24	9
Abbildung 5: Landnutzung im Planungsgebiet auf Basis des Digitalen Landschaftsmodells Mecklenburg-Vorpommern	13
Abbildung 6: Planungsgebiet der Stadt Waren (Müritz) mit dazu gehörigen Ortsteilen	14
Abbildung 7: Überwiegende Gebäudenutzungsart in den Baublöcken des Planungsgebietes, untergliedert nach Wohnen (private Haushalte), gewerblicher Nutzung (GHD/Sonstiges), kommunalen Einrichtungen und Industrie	15
Abbildung 8: Überwiegende Baualtersklassen in den Baublöcken des Planungsgebietes	17
Abbildung 9: Wohnflächendichte in den Baublöcken des Planungsgebietes	18
Abbildung 10: Nutzflächendichte in den Baublöcken des Planungsgebietes	19
Abbildung 11: Datenquellen und methodisches Vorgehen zur Wärmebedarfsermittlung und zum Aufbau des digitalen Zwillings	21
Abbildung 12: Methodik zur Erhebung von Prozesswärmebedarfen	23
Abbildung 13: Jährlicher Endenergiebedarf im Planungsgebiet im Ausgangsjahr	24
Abbildung 14: Jährliche Nutzwärmebedarfsdichte im Ausgangsjahr	25
Abbildung 15: Verbrauchstellen für die Validierung des Wärmebedarfsmodells.....	26
Abbildung 16: Wärmelinien-dichte im Ausgangsjahr (Inkludiert bereits Wohngebiet des BP 24 A)	29
Abbildung 17: Überwiegende Wärme-Versorgungsart in den Baublöcken im Ausgangsjahr	31

Abbildung 18: Anteil der Fernwärmeversorgung in den Baublöcken im Ausgangsjahr	32
Abbildung 19: Kumulierter Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung in den Sektoren mit Anteilen der Versorgungsarten / Energieträger und Anteil erneuerbarer Energien.....	34
Abbildung 20: Kumulierte Treibhausgasbilanz für die Wärmeversorgung in den Sektoren mit Anteilen der Versorgungsarten / Energieträger	36
Abbildung 21: Erneuerbare Energien (EE-Anlagen) im Ausgangsjahr.....	37
Abbildung 22: Sanierungspotenzial von Wohngebäuden, klassiert nach Baualter	40
Abbildung 23: Szenarienauswahl für die energetische Sanierung des Gebäudebestands.....	42
Abbildung 24: Bevölkerungsprognose unter Annahme des regional-realistischen Szenarios	44
Abbildung 25: Entwicklung der Gradtagzahlen als exogener Einfluss auf die Wärmebedarfsprognose;.....	45
Abbildung 26: Entwicklungsszenarien des Endenergiebedarfs für Wärme bis zum Zieljahr 2040.....	47
Abbildung 27: Entwicklung der Nutzwärmebedarfsdichte in den Ziel- und Zwischenzieljahren mit räumlichem Bezug zur Kernstadt	48
Abbildung 28: Rückmeldungen zur Datenerhebung bzgl. unvermeidbarer Abwärmepotenziale.....	50
Abbildung 29: Potenzialflächen für erneuerbare Energien und Speicher im Planungsgebiet	54
Abbildung 30: Eignungsgebiete für die dezentrale Versorgung durch oberflächennahe Geothermie (Sondenfelder, 100 m Tiefe).....	57
Abbildung 31: Potenzial von Tiefengeothermie in Waren (Müritz) auf Basis der identifizierten Potenzialflächen und einer Nutzung des oberen Keupers.....	59
Abbildung 32: Potenzial von Tiefengeothermie in Waren (Müritz) auf Basis der identifizierten Potenzialflächen und einer Nutzung der Unterkreide	61
Abbildung 33: Potenziale von Freiflächen-Solarthermie unter Annahme von Flachkollektoren.....	63
Abbildung 34: Solarthermisches Potenzial von Dachflächen inkl. Kennzeichnung von Flächen mit Baugestaltungssatzung (Exkludiert Wohngebiet BP 24 A, da bauliche Strukturen / Ausrichtung nicht hinreichend bekannt)	64

Abbildung 35: Deckungsgrad des Wärmebedarfs durch Solarthermie auf Dachflächen inkl. Speicher (Exkludiert Wohngebiet BP 24 A, da bauliche Strukturen / Ausrichtung nicht hinreichend bekannt).....	65
Abbildung 36: Naturschutzzonen an den Gewässern sowie Darstellung von potenziellen Seethermie-Standorten.....	67
Abbildung 37: Datengetriebene Methode zur Eignungsprüfung von Luftwärmepumpen für sämtliche zu beheizende Gebäude im Planungsgebiet auf Basis verfügbarer Flächen und Heizlasten	69
Abbildung 38: Eignungsgebiete für die dezentrale Versorgung durch Luftwärmepumpen (ohne Berücksichtigung ggf. vorliegender Überschreitung von Geräuschimmissions-Grenzwerten)	70
Abbildung 39: Qualitative Schallindikation durch flächendeckenden Einsatz von Luftwärmepumpen	71
Abbildung 40: Eignungsgebiete für die dezentrale Versorgung durch Luftwärmepumpen inkl. Berücksichtigung potenzieller Lärmemissionen	72
Abbildung 41: Waldflächen im Planungsgebiet mit gekennzeichneten Naturschutzflächen im Verhältnis zu Siedlungsflächen.....	73
Abbildung 42: Deckungspotenzial eines Technologiemies aus dezentralen Erd- und Luftwärmepumpen (100 % Deckung durch Wärmepumpen im Zieljahr 2040).....	85
Abbildung 43 Deckungspotenzial eines komplexen Technologiemies aus dezentralen Versorgungslösungen (75 % Deckung durch Wärmepumpen im Zieljahr 2040).....	86
Abbildung 44: Bewertung der Eignung dezentraler Versorgungslösungen	87
Abbildung 45: Wärmebedarfs- und Wärmelinienendichte im Zieljahr zur Bewertung der Eignung von Fernwärme.....	89
Abbildung 46: Eignung für Wärmenetze im Zieljahr	90
Abbildung 47: Gebietseinteilung der Stadt Waren (Müritz) im Zielszenario	93
Abbildung 48: Synthetisierter geordneter Jahreslastgang für das im Zielszenario entwickelte Wärmenetz im Fernwärmeversorgungsgebiet I.....	96
Abbildung 49: Relevante Potenzialflächen für Freiflächen-Anlagen zur Transformation der Fernwärme	98
Abbildung 50: Wärmenetz im Zieljahr 2040 mit geeigneten Potenzialflächen für Solarthermie und Speicher nördlich der Stadt.....	99
Abbildung 51: Wärmenetz im Zieljahr 2040 mit geeigneten Potenzialflächen für Tiefengeothermie und Speicher	101

Abbildung 52: Schematische Darstellung der Module 1-4 nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	105
Abbildung 53: Transformationspotenziale für das Fernwärmebestandsgebiet Am Torfbruch	110
Abbildung 54: Prognostizierter Verlauf der Anteile EE-basierter dezentraler Heizungssysteme;	113
Abbildung 55: Beispielhafte Netzverläufe in den Ortsteilen Warenhof (links) und Jägerhof (rechts).....	115
Abbildung 56: Voraussichtliche Entwicklung der Fernwärme- und Erdgas-Anteile am Nutzwärmebedarf vom Ausgangsjahr zum Zielszenario nach Leittechnologie 2	117
Abbildung 57: Entwicklung der Wärmenetzgebiete über die Wegmarken 2030, 2035 und 2040 auf Basis der Leittechnologie Tiefengeothermie.....	119
Abbildung 58: Voraussichtliche Entwicklung der wärmebezogenen THG-Emissionen der Stadt Waren (Müritz) über die Wegmarken 2030, 2035 und 2040 verglichen mit den THG-Minderungszielen des Klimaschutzgesetzes	120
Abbildung 59: Wärmewendestrategie der Stadt Waren (Müritz) mit zeitlicher Staffelung	122
Abbildung 60: Definierte Fokusgebiete, deren Beplanung in der Umsetzung des Wärmeplans besonders priorisiert werden sollte	129
Abbildung 61: Entwicklung der Nutzwärmebedarfsdichte in den Ziel- und Zwischenzieljahren.....	XIV
Abbildung 62: Entwicklung der Wärmenetzgebiete bei Handlung nach Leittechnologie 1 (Solarthermie)	XVI

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Validierung des Wärmebedarfsmodells anhand von drei Wohngebieten mit unterschiedlicher Bebauungs- und Versorgungsstruktur.....	27
Tabelle 2: Validierung des Wärmebedarfsmodells anhand von kumulierten Raumwärme- und Warmwasser-Bedarfen für sämtliche mit Erdgas und Fernwärme versorgten Gebäude	28
Tabelle 3: Erzeugertechnologien in den Heizhäusern.....	33
Tabelle 4: CO ₂ -Faktoren der verschiedenen Energieträger.....	35
Tabelle 5: Auszug der Referenzwerte (absolut und relativ) für flächenbezogenen Endenergieverbrauch nach VDI 3807	41
Tabelle 6: Potenziale an unvermeidbarer Abwärme	51
Tabelle 7: Energetisches Potenzial an fester Biomasse (im Planungsgebiet anfallend)	74
Tabelle 8: Zusammenfassung von Potenzialen für zentrale und dezentrale Wärmeanwendungen	79
Tabelle 9: Einordnung von Heizungstechnologien auf Basis von Referenzgebäuden aus dem Planungsgebiet.....	82
Tabelle 10: Vergleichende Kennwerte der beiden Leittechnologien für die Versorgung des Verbundnetzes im Zieljahr 2040 (indikative Kostenpositionen ohne Förderung)	103
Tabelle 11: Abschätzung der möglichen Förderhöhen nach BEW (Modul 2) auf Basis der zwei vorgestellten Leittechnologien.....	106
Tabelle 12: Indikative Vollkosten für das Verbundnetz.....	108
Tabelle 13: Wirtschaftlichkeitsvergleich von Fernwärme und Individualversorgung im Fernwärmegebiet I (Daten für das Zieljahr 2040)	113
Tabelle 14: Maßnahmenkatalog für die Stadt Waren (Müritz) / Verwaltung und Ämter – Teil 1	125
Tabelle 15: Maßnahmenkatalog für die Stadtwerke – Teil 1.....	126
Tabelle 16: Maßnahmenkatalog für die Wohnungswirtschaft	128
Tabelle 17: Kalkulatorische Anteile der einzelnen Kostenpositionen an den nutzerbezogenen Wärmevollkosten (ohne Betreiberkosten/Marge) in ct/kWh.....	XV

1 EINLEITUNG

Klimaschutz und die damit verbundene Umstellung von fossilen zu erneuerbaren Energien ist eine der zentralen Aufgaben der Menschheit des 21. Jahrhunderts. Nach [1] hat der anthropogene (vom Menschen verursachte) Klimawandel bis zum Jahr 2017 bereits eine Erderwärmung von etwa 1 °C ggü. vorindustriellem Niveau verursacht. Derzeit steigt die mittlere Erderwärmung jedes Jahrzehnt um schätzungsweise 0,2 °C. Nach derzeitigem Stand der Wissenschaft werden bei einer Erderwärmung um etwa 1,5 °C Kippunkte erwartet, welche die Wahrscheinlichkeit für irreversible Klimaveränderungen deutlich erhöht. Oberhalb des Kippunktes wird eine signifikante Zunahme an Extremwetterereignissen, ein Anstieg des Meeresspiegels und ein Verlust an Biodiversität mit den entsprechenden Folgen für Mensch und Umwelt erwartet. Bei einer Begrenzung der Erderwärmung auf 1,5 °C wird langfristig eine Stabilisierung der Verhältnisse erwartet. Aus diesem Grund haben sich 2015 insgesamt 196 Länder im Rahmen des Pariser Klimaschutzabkommens das Ziel auferlegt, die mittlere Erderwärmung auf unter 1,5 °C ggü. vorindustriellem Niveau zu halten. Zur Einhaltung des „1,5 °C-Ziels“ müssen die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2030 halbiert werden. Bis zum Jahr 2050 müssen die CO₂-Emissionen auf Netto-Null sinken. Hierbei steht die Umstellung von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität im Mittelpunkt.

1.1 POLITISCHE RAHMENBEDINGUNGEN

Die Europäische Union hat sich 2019 mit dem „*Europäischen Green Deal*“ zur Erreichung der Klimaneutralität im Jahr 2050 verpflichtet [2]. Als Zwischenziel wird zum Jahr 2030 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 55 % ggü. dem Ausgangsjahr 1990 angestrebt. Der *Green Deal* soll die Basis bieten, Europa zum ersten klimaneutralen Kontinent bis zum Jahr 2050 umzugestalten. Ein zentraler Aspekt der dabei zu Grunde gelegten Strategie ist eine umfassende Energiewende mit einem Ausbau von Erneuerbaren Energien zur Verdrängung fossiler

Energieträger. Dies soll unter Beachtung von Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Bezahlbarkeit (Sozialverträglichkeit) erreicht werden.

Die Klimastrategie der Bundesrepublik Deutschland befindet sich im Einklang mit den Vorgaben der Europäischen Union, beinhaltet jedoch ambitioniertere Ziele. So will die Bundesrepublik, nach novelliertem Klimaschutzgesetz, bereits 2045 Klimaneutralität erreichen. Zudem soll zum Zwischenziel 2030 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen ggü. 1990 um 65 % erreicht werden. Ein weiteres Zwischenziel markiert das Jahr 2040, bis zu dem eine Senkung der Treibhausgasemissionen ggü. 1990 um 88 % erfolgen soll [3].

Zur Erreichung der nationalen Klimaziele ist das Gelingen der Energiewende unerlässlich. Hier steht die Transformation von fossilen und erneuerbaren Energien im Vordergrund. Ein Schlüsselement zur Umsetzung der Energiewende stellt die Wärmewende dar, da der Wärmesektor in Deutschland den größten Endenergiebedarf aller Sektoren aufweist. Gleichzeitig ist der Anteil erneuerbarer Energien zur Bereitstellung von Wärme und Kälte im Jahr 2023 noch vergleichsweise gering, siehe Abbildung 1.

TWh/a

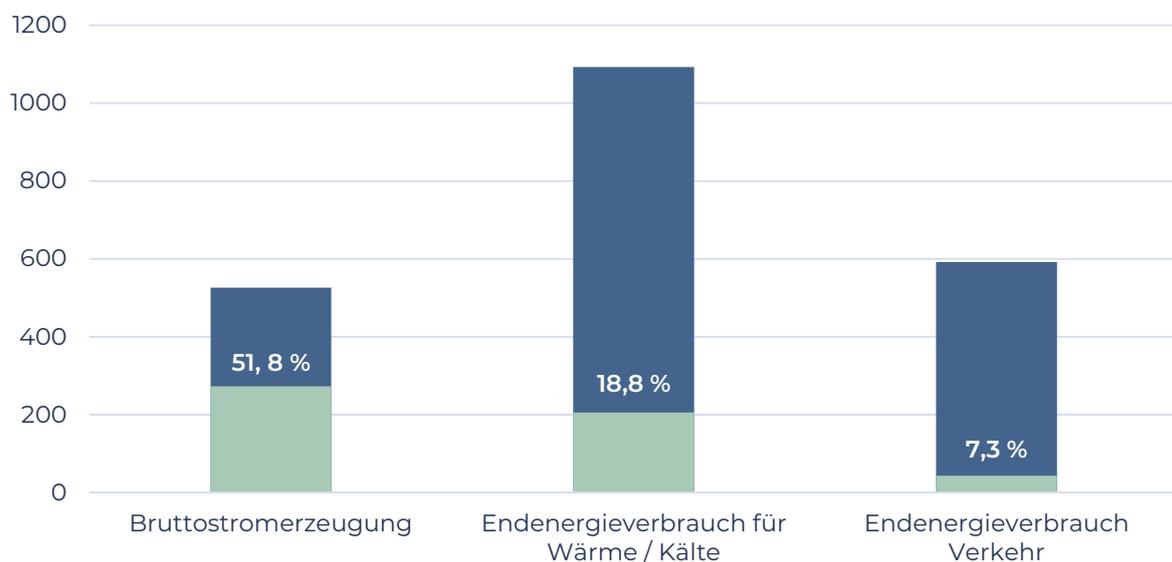


Abbildung 1: Anteile erneuerbarer Energien (grün) am Endenergieverbrauch in den Sektoren im Jahr 2023, nach Daten aus [4]

Eine zentrale Maßnahme zur Umsetzung der Wärmewende ist der Erlass des *Gesetzes zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG)*. Das GEG vereint und ersetzt verschiedene frühere Gesetze (EnEV, EnEG und EEWärmG) und führt verbindliche Regelungen zur Energieeffizienz und Nutzung von Erneuerbaren Energieträgern sowie Abwärme (65 %-Regel) für die Beheizung von Gebäuden ein. So müssen neue Heizungsanlagen in Neubaugebieten bereits seit dem 01.01.24 mindestens 65 % erneuerbare Energien oder unvermeidbare Abwärme zum Heizen nutzen. Diese Rahmenbedingung gilt bspw. als pauschal erfüllt bei der Installation einer elektrischen Wärmepumpe oder durch den Anschluss an ein Wärmenetz (siehe GEG § 71). Im Gebäudebestand sowie Neubauten, die in Baulücken errichtet werden, gibt es Übergangsfristen, die sich nach der Einwohnerzahl (EW) der betreffenden Gemeinde richten. So müssen Eigentümer von Bestandsgebäuden in Gemeinden mit mehr als 100.000 EW die 65 %-Regel beim Heizungswechsel ab dem 01.07.26 einhalten. Für kleinere Gemeinden bis 100.000 EW gilt der 01.07.28 als Stichtag. Diese Fristen gelten für den Einbau neuer Heizungen, bspw. nach einer Heizungshavarie. Bestehende Heizungen können mit Übergangsfristen zunächst weiterverwendet werden.

Eine weitere zentrale Maßnahme ist der Erlass des *Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG)*, das mit den Zielen des GEG korreliert und ähnlich wie die novellierte Fassung des GEG zum 01.01.24 greift. Das WPG verpflichtet alle Bundesländer sicherzustellen, dass Kommunen bis spätestens zum 30.06.2028 einen kommunalen Wärmeplan aufstellen. Dabei richtet sich die Frist analog zum GEG nach der Einwohnerzahl der betreffenden Kommune. So gilt für Kommunen mit mehr als 100.000 EW der 30.06.2026 als Stichtag, während kleineren Gemeinden eine Frist bis zum 30.06.2028 eingeräumt wird. Der kommunale Wärmeplan ist als strategisches Werkzeug zu sehen, das Entwicklungspfade aufzeigt, um die Wärmeversorgung einer Kommune bis zum Zieljahr 2045 klimaneutral zu gestalten. Zudem gibt das WPG klare Ziele für die Transformation von bestehenden Wärmenetzen und die Entwicklung von neuen Netzen vor. So müssen vorhandene Wärmenetze bis 2045 vollständig durch erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme versorgt

werden. Bis zum Jahr 2030 muss dieser Anteil bereits bei 30 % liegen. Neue Netze müssen bereits ab 2025 einen erneuerbaren Anteil 65 % aufweisen.

Neben den o.g. Fristen zur Einhaltung der 65 %-Regel im Gebäude sind das GEG und die kommunale Wärmeplanung zeitlich gekoppelt, sofern im Rahmen der Wärmeplanung eine Ausweisung von Wärmenetz- oder Wasserstoffnetzgebieten durch entsprechenden Beschluss vorgenommen wird. In diesem Fall gelten die Anforderungen des GEG an neue und bestehende Heizungen im Bestand einen Monat nach Bekanntgabe der Gebietsausweisung. Die Zusammenhänge zwischen GEG und WPG sind in der nachfolgenden Abbildung 2 grafisch veranschaulicht.

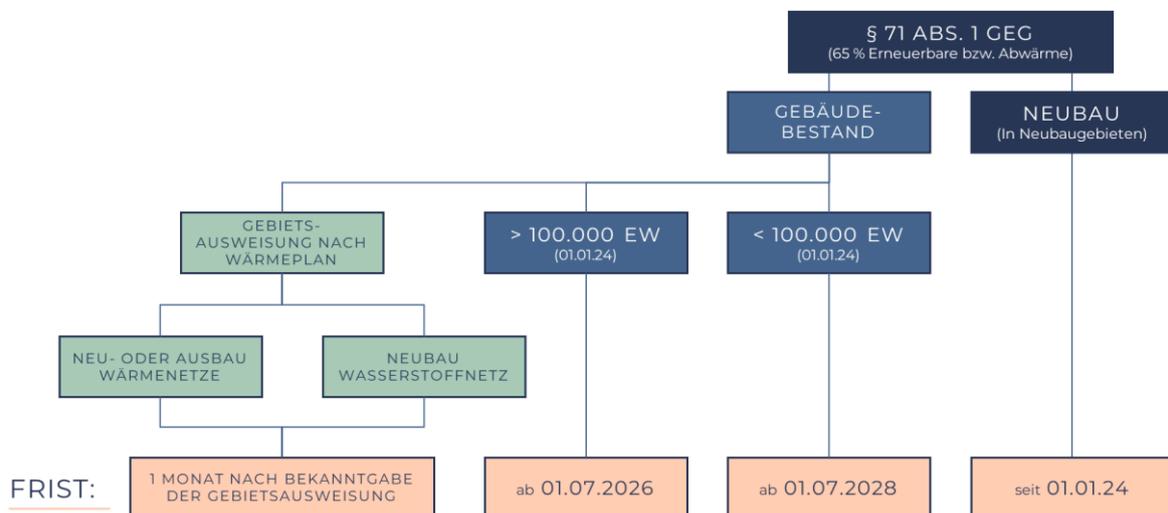


Abbildung 2: Verkettung von Wärmeplanungsgesetz (WPG) und Gebäudeenergiegesetz (GEG) auf Basis vorliegender Wärmeplanung und danach vorgenommener Gebietsausweisung für Wärme- und Wasserstoffnetze (in Anlehnung an [KWW])

Die Dekarbonisierung des Energiesektors und der Ausbau erneuerbarer Energien stehen im Mittelpunkt der politischen Zielsetzungen zur Erreichung der Klimaneutralität. Durch einen stetig wachsenden Anteil von Wind- und Solarenergie sowie den schrittweisen Ausstieg aus fossilen Energieträgern wird der Stromsektor zunehmend klimafreundlich gestaltet. Dieser Wandel ermöglicht es, Strom als eine zukünftig emissionsfreie Energiequelle zu betrachten. Wärmeversorgungssysteme, die Strom als Grundlage nutzen – wie Wärmepumpen oder elektrische Heizsysteme – profitieren direkt von dieser Entwicklung und tragen dazu bei, fossile Energien in der Wärmeerzeugung zu ersetzen.

Vor diesem Hintergrund wird elektrischer Strom im Rahmen der Wärmeplanerarbeitung als perspektivisch klimaneutral betrachtet. Diese Annahme bildet die essenzielle Grundlage für eine nachhaltige und klimaneutrale Wärmeversorgung, die in den weiteren Überlegungen und Maßnahmen dieses Wärmeplans berücksichtigt wird.

Das Land Mecklenburg-Vorpommern arbeitet derzeit an einem eignen Klimaschutzgesetz. Ebenso arbeitet das Land nach aktuellem Kenntnisstand an einer Wärmeplanungsverordnung, die die Vorgaben des WPG auf Landesebene umsetzen soll. Die Landesverordnung wurde zu Q2 2025 angekündigt. Da zum Zeitpunkt der Wärmeplanerstellung für die Stadt Waren (Müritz) weder das Klimaschutzgesetz noch eine Wärmeplanungsverordnung des Landes Mecklenburg-Vorpommern vorlagen, richtet sich dieser Wärmeplan nach den Bestimmungen des WPG. Dennoch wurden jüngst in anderen Bundesländern erlassene Verordnungen zur Wärmeplanung beobachtet und daraus erwachsene Bestimmungen – sofern relevant – bei der Ausführung des Wärmeplans für Waren (Müritz) berücksichtigt.

Wie bereits erwähnt, wird durch das Bundesklimaschutzgesetz eine Klimaneutralität zum Zieljahr 2045 auferlegt. Waren (Müritz) hat sich ambitioniertere Ziele für den Klimaschutz gesetzt und möchte bereits bis zum Jahr 2040 Klimaneutralität erreichen. Dafür hat die Stadt Waren (Müritz) bereits 2014 ein Integriertes Klimaschutzkonzept erstellen lassen und dieses 2022 einer Fortschreibung unterzogen. Als eine wesentliche Maßnahme zur Erreichung der Klimaneutralität wurde im aktualisierten Klimaschutzkonzept eine umfassende Energie- und Wärmestrategie als zentrale Maßnahme verankert [5]. Der ausgearbeitete Wärmeplan für die Stadt Waren (Müritz) knüpft an das Klimaschutzkonzept sowie diese Maßnahme an und skizziert Wege, wie der Stadt Waren (Müritz) eine Transformation von fossiler zu erneuerbarer Wärme gelingen kann.

1.2 ZIELSETZUNG DER WÄRMEPLANUNG

Die Zielstellung der kommunalen Wärmeplanung liegt in der Erarbeitung einer umsetzungsorientierten Strategie zur Umgestaltung der Wärmeversorgung von fossilen zu erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme. Die Stadt Waren (Müritz) möchte Klimaneutralität bis zum Zieljahr 2040 erreichen. Unter dieser Maßgabe skizziert der Wärmeplan anhand einer detaillierten Wärmewendestrategie und eines Maßnahmenkatalogs, wie die Umgestaltung der Wärmeversorgung in Waren (Müritz) bis 2040 gelingen kann. Dabei dient der Wärmeplan als strategisches Werkzeug und markiert den Beginn einer anstehenden Transformation der Wärmeversorgung von vorrangig Erdgas und Heizöl hin zu erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme. Im Fokus der Wärmeplanung steht die Einbindung regionaler energetischer Potenziale. Dabei sind einige Besonderheiten der Stadt Waren (Müritz) zu beachten. So ist die Stadt geprägt von der umgebenden Landschaft (Naturschutzgebieten) und deutlich geprägt von Tourismus. Der skizzierte Entwicklungspfad für die Wärmewende muss sich in das Stadtbild integrieren. Zudem muss eine Vereinbarkeit zwischen Wärmewende und der Stadt Waren (Müritz) als Luftkurort und Heilbad bestehen. Um den Status als Luftkurort zu erhalten, muss sorgsam mit Verbrennungstechnologien und daraus erwachsenden Emissionen umgegangen werden. Ein auf diese Randbedingungen abgestimmter Wärmeplan bietet große Chancen in Bezug auf Regionalmarketing und regionale Wertschöpfung.

An den auszuarbeitenden Wärmeplan wird außerdem der Anspruch der Umsetzbarkeit gestellt. Um dies zu erreichen, muss der Wärmeplan sowohl technisch als auch wirtschaftlich realisierbar sein. Die Sozialverträglichkeit der zukünftigen Wärmeversorgung ist ein zentraler Aspekt. Dies gilt ebenso für Akzeptanz und Konsens der in die Umsetzung involvierten Akteure. Aus diesem Grund wurden die wesentlichen Akteure zur Umsetzung des Wärmeplans von Beginn an in der Wärmeplanung berücksichtigt und im Rahmen einer Lenkungsgruppe organisiert.

2 BETEILIGTE AKTEURE

Der kommunale Wärmeplan der Stadt Waren (Müritz) entstand in Zusammenarbeit und engem Austausch von Akteuren, die für die spätere Umsetzung der Wärmewende von zentraler Bedeutung sind. Im Rahmen einer Stakeholder-Analyse wurden betreffende Akteure identifiziert und Ansprechpartner benannt. Die wesentlichen Akteure wurden im Rahmen einer Lenkungsgruppe organisiert und fortwährend in den Prozess der Wärmeplanung involviert. Dies geschah sowohl durch Lenkungsgruppentreffen als auch fachspezifische Workshops. Als zentrale Akteure wurden neben verschiedenen Ämtern der Gemeindeverwaltung insbesondere die Stadtwerke Waren GmbH (Stadtwerke) als kommunales Versorgungsunternehmen für Erdgas, Fernwärme, Strom und Wasser, sowie die kommunalen Wohnungsunternehmen WOGewa Wohnungsbaugesellschaft Waren mbH (WOGewa) und WWG Warener Wohnungsgenossenschaft eG (WWG) identifiziert, adressiert und frühzeitig in den Prozess eingebunden. Die genannten Unternehmen betrifft die kommunale Wärmeplanung insbesondere, da sie entweder die derzeitige Wärmeversorgung sicherstellen oder einen wesentlichen Gebäudebestand mit entsprechenden Wärmebedarfen innerhalb des Planungsgebietes verantworten.



Abbildung 3: Akteursbeteiligung mit Intensität der Einbindung

Neben den Stadtwerken und den beiden Unternehmen der Wohnungswirtschaft wurden weitere Unternehmen identifiziert, die für die Stadt Waren (Müritz) von zentraler Bedeutung sind und ggf. erheblich von der Wärmeplanung betroffen sind. Dies sind sowohl energieintensive Unternehmen (Großverbraucher) als auch potenzielle Lieferanten von unvermeidbarer Abwärme für Nah- und Fernwärmekonzepte. Diese Unternehmen wurden auf Basis von Einzelinterviews sowie einer direkten Datenerhebung in den Prozess der Wärmeplanung eingebunden. Dies hatte zum Ziel, bestehende Planungen der Unternehmen aufzugreifen und sinnvoll mit der Wärmeplanung zu verknüpfen, um die Wärmeplanung und Waren (Müritz) als Wirtschaftsstandort zu verzahnen.

Auch Bürger wurden in den Prozess der Wärmeplanung eingebunden. Dies geschah über verschiedene Kanäle, wie die Website der Stadt, Pressemitteilungen, öffentliche Ausschusssitzungen sowie ein öffentliches Forum nach Abschluss von Bestands- und Potenzialanalyse. Das öffentliche Forum sollte nicht nur über die bisherigen Erkenntnisse des Wärmeplans informieren, sondern ebenso Ideen und Anregungen der Bürger spiegeln und in den Wärmeplan einfließen lassen. Hierfür wurde eine Live-Umfrage durchgeführt. Die Umfrage bezog sich auf die Fragestellung, was den Bürgern bei der Wärmeplanung besonders wichtig sei. Insgesamt wurden dazu 59 anonymisierte Wortmeldungen eingereicht. Die Ergebnisse sind anhand einer Wort-Wolke in der nachfolgenden Abbildung 4 illustriert. Im Fokus stehen die Schlagworte „Kosten“, „Wirtschaftlichkeit“, aber auch „Realisierung“, „Versorgungssicherheit“ und „Geothermie“.

Der Wärmeplan soll an vorhandene Potenziale anknüpfen und die in Waren (Müritz) bereits erschlossene Tiefengeothermie weiter ausbauen. Gleichzeitig möchten die Bürger Konzepte, die realisierbar sind und Versorgungssicherheit bieten. Im Zentrum stehen dabei die Kosten und die Wirtschaftlichkeit der zukünftigen Wärmeversorgung. Der Wärmeplan ist auf diese Aspekte abzustimmen.

3 DATENBASIS & DIGITALER ZWILLING

Im Rahmen der Wärmeplanerstellung wurden zahlreiche Daten, Informationen und Auskünfte bei beteiligten Akteuren eingeholt und verarbeitet. Die Datenerhebung erfolgte primär im Rahmen der Bestands- und Potenzialanalyse und bezog sich vorrangig auf die unter Abschnitt 2 Beteiligte Akteure aufgeführten Akteure / Institutionen sowie öffentlich zugängliche bzw. vom Land verwaltete Datenquellen.

Die zentrale Aufgabe der Bestandsanalyse ist die Entwicklung eines Wärmebedarfsmodells zur räumlichen Verortung und Analyse aktueller Wärmebedarfe bzw. -verbräuche und deren Zuteilung zu Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme. Eine Beschreibung des entwickelten Wärmebedarfsmodells zeigt Abschnitt 4.5.1. Die Erstellung des Wärmebedarfsmodells basiert im Wesentlichen auf ALKIS- und Geobasisdaten, die vom Landesamt für innere Verwaltung (LAIv) des Landes Mecklenburg-Vorpommern bezogen wurden. Für ein möglichst vollständiges Gebäudemodell erfolgte zudem ein Abgleich mit frei verfügbaren Daten aus Open-Street-Map (OSM). Darüber hinaus wurden anonymisierte und datenschutzkonform aufbereitete Realverbrauchsdaten und Netzstrukturen (Fernwärme, Erdgas, Abwasser) der Stadtwerke erhoben, einerseits zum Zwecke der Modellvalidierung, andererseits zur Identifikation möglicher Prozesswärmebedarfe.

Aufgrund der im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern noch fehlenden Rechtsverordnung zur Wärmeplanung standen für die Erstellung des Wärmeplans der Stadt Waren (Müritz) keine Kkehrbuchdaten der Bezirksschornsteinfeger zur Verfügung. Um dennoch Informationen über bestehende dezentrale Versorgungslösungen (nicht mit Erdgas und Fernwärme versorgt) im Ausgangsjahr zu erhalten, wurden zusätzlich Daten der infas 360 GmbH bezogen.

Auch von den kommunalen Wohnungsunternehmen wurden Daten zum Gebäudebestand erhoben und im Rahmen der Potenzialanalyse weiterverarbeitet, um Möglichkeiten für die Einsparung von Raumwärme und Warmwasser zu eruieren.

Des Weiteren erfolgte eine Datenerhebung bei energieintensiven Unternehmen in Form von Einzelinterviews. Diese sollten zum einen ihre strategische Ausrichtung im Hinblick auf die zukünftige Wärmeversorgung aufzeigen und zum anderen Potenziale für unvermeidbare Abwärme identifizieren. Eine Auflistung der zentralen Daten / Informationen ist in Abschnitt A.1 des Anhangs zu finden.

Wegen der in Mecklenburg-Vorpommern zum Zeitpunkt der Wärmeplanerstellung noch fehlenden Landesverordnung zur Wärmeplanung richtete sich die Datenerhebung nach den Grundsätzen des Datenschutzes gemäß WPG. Sämtliche Daten wurden anonymisiert erhoben. Zudem wurden ermittelte Daten nach der internen Verarbeitung mindestens auf Baublockebene¹ aggregiert und innerhalb eines GIS-basierten, digitalen Zwillings zusammengeführt. Der digitale Zwilling ist ein Werkzeug, welches die wesentlichen Informationen aus Bestands- und Potenzialanalyse sowie Zielszenario und Wärmewendestrategie zusammenführt und kartografisch, räumlich verortet sowie zeitlich gestaffelt darstellt. Der digitale Zwilling bietet damit eine wichtige Planungsgrundlage und ein entscheidendes Werkzeug für die spätere Transformation der Wärmeversorgung in Waren (Müritz) bis zum Zieljahr 2040. Den Anforderungen des Datenschutzes folgend, werden sämtliche datenschutzrelevante Darstellungen innerhalb dieses Wärmeplans auf Baublockebene vorgenommen.

¹ Als Baublock wird die kleinste räumliche Einheit, die von Straßen, Wegen oder anderen geografischen Elementen (z.B. Schienen / Gewässer) umschlossen wird, bezeichnet.

4 BESTANDSANALYSE

4.1 DAS PLANUNGSGEBIET

Die Stadt Waren (Müritz) ist eine Mittelstadt im Herzen des Bundeslands Mecklenburg-Vorpommern, etwa 70 km südlich von Rostock gelegen. Die Entfernung zur nordwestlich befindlichen Landeshauptstadt Schwerin beträgt etwa 110 km. Die Bundeshauptstadt Berlin befindet sich etwas 180 km südlich von Waren (Müritz).

Die Stadt Waren (Müritz) verfügt über eine sehr gute infrastrukturelle Anbindung mit den Bundesstraßen 192 und 108 sowie der Nähe zur Autobahn 19, über welche auch die Flughäfen in Berlin sowie Rostock-Laage gut erreichbar sind. Darüber hinaus verfügt Waren (Müritz) über einen eigenen Bahnhof auf der Strecke Berlin-Rostock mit Anbindung an Regional- und Fernverkehr (Intercity).

Waren (Müritz) ist vor allem durch seine Lage inmitten der Mecklenburgischen Seenplatte und die zahlreichen Gewässer sowie Wälder und den damit verbundenen Landschaftsschutzgebieten innerhalb und um das Gemeindegebiet geprägt. Waren (Müritz) liegt an der Nordspitze der Müritz, dem größten Binnensee Deutschlands. Darüber hinaus befinden sich der Feisnecksee, der Herrensee, der Melzer See, der Moorsee, der Rederangsee, der Tiefwareensee, der Warnker See und der Waupacksee innerhalb der Stadtgrenzen. Sowohl der Kölpinsee als auch der Fleesensee befinden sich in unmittelbarer Nähe.

Ein Großteil der Fläche des Planungsgebietes wird durch die zahlreichen Gewässer (48 %) eingenommen [6]. Darüber hinaus ist ein wesentlicher Teil der Fläche bewaldet (21 %) oder in landwirtschaftlicher Nutzung (21 %). Ein erheblicher Teil der Waldflächen steht unter Naturschutz [7]. Nur ca. 8 % der Fläche sind durch Siedlungs- und Verkehrsflächen belegt. Diese Verteilung wird durch die nachfolgende Abbildung 5 deutlich.

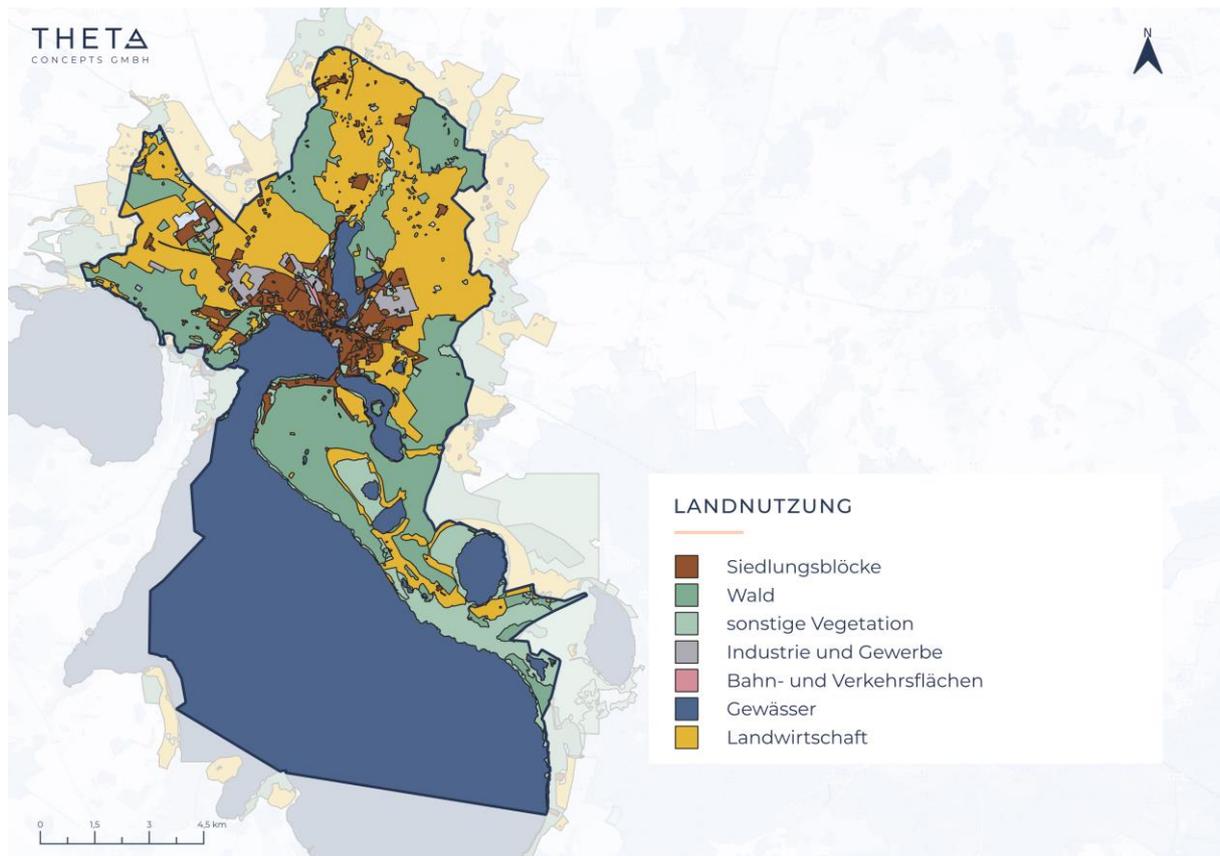


Abbildung 5: Landnutzung im Planungsgebiet auf Basis des Digitalen Landschaftsmodells Mecklenburg-Vorpommern (geringfügige Abweichungen zum aktuellen Flächennutzungsplan der Stadt Waren (Müritz) möglich)

Aufgrund seiner attraktiven Lage inmitten der Seenlandschaft und der direkten Anbindung an den Müritz-Nationalpark ist Waren (Müritz) stark touristisch geprägt. Es dominieren vor allem Fahrrad- und Bootstourismus. Neben der Prägung durch die umliegende Natur hält Waren (Müritz) auch den Status als Kurort und staatlich anerkanntes Heilbad. Dies ist begründet durch das gesundheitsförderliche Klima sowie unterschiedliche Einrichtungen mit einem Angebot an medizinisch-therapeutischen Anwendungen auf Basis der Warener Thermalsole.

Waren (Müritz) erstreckt sich über eine Fläche von ca. 159,5 km² und untergliedert sich in die Stadt Waren (Müritz) sowie die dazugehörigen Ortsteile Alt Falkenhagen, Eldenburg, Eldenholz, Jägerhof, Neu Falkenhagen, Rügeband, Schwenzin und Warenschhof, wie in Abbildung 6 dargestellt.

Die Stadt selbst untergliedert sich in die Stadtteile Altstadt, Ecktannen, Kamerun, Nesselberg, Papenberg, Waren-Nord, Waren-Ost, Waren-West und Werdersiedlung.

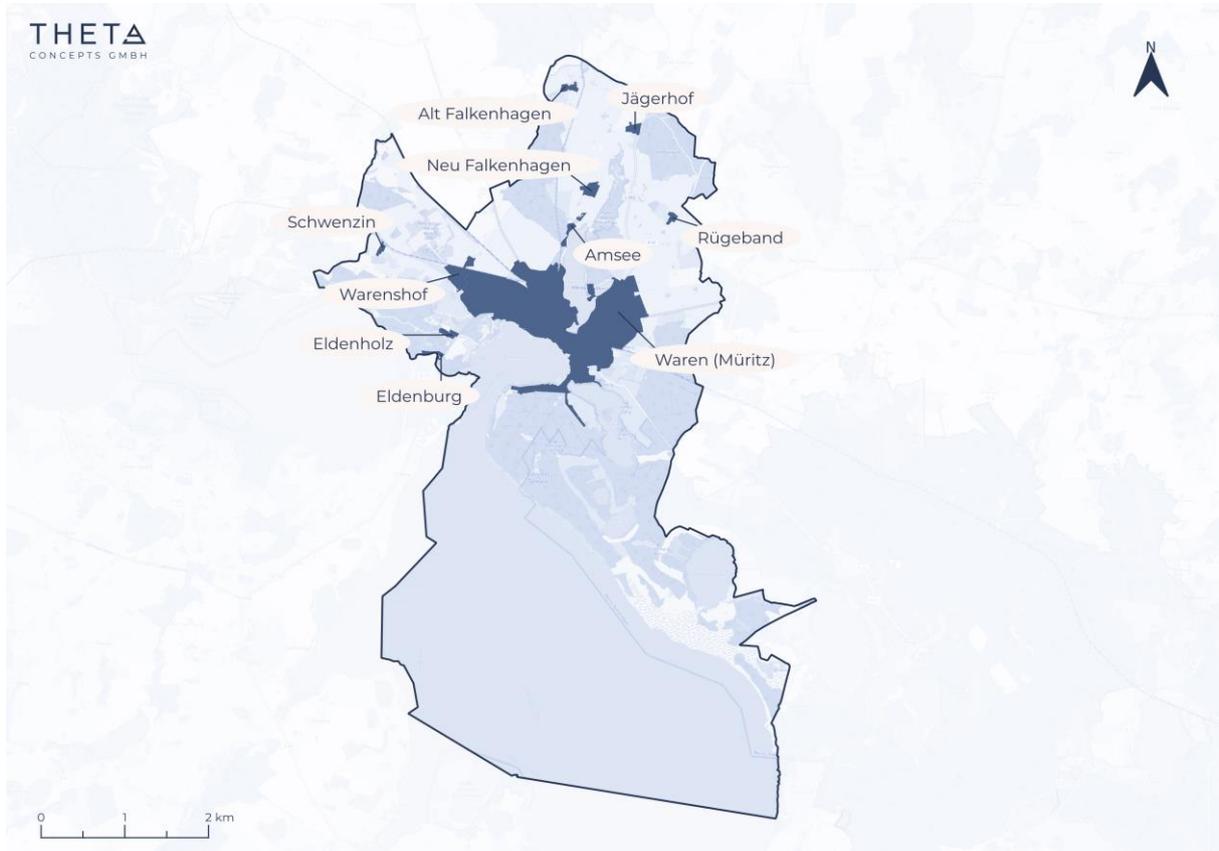


Abbildung 6: Planungsgebiet der Stadt Waren (Müritz) mit dazu gehörigen Ortsteilen

Waren (Müritz) beheimatet derzeit etwa 21.300 Einwohner [8]. Die mittlere Einwohnerdichte beläuft sich daher auf ca. 134 Einwohner / km². Das Planungsgebiet weist damit eine moderate Bevölkerungsdichte auf, wobei signifikante Unterschiede in der Siedlungsdichte und Bebauungsstruktur zwischen der Kernstadt und den externen Ortsteilen erkennbar sind. Die Stadt bildet klar den Bevölkerungsschwerpunkt, gekennzeichnet durch die höchste Besiedlungsdichte vor allem am Papenberg, in Waren-West und Waren-Ost.

4.2 GEBÄUDENUTZUNG

Wie die nachfolgende Abbildung 7 darlegt, ist das Planungsgebiet überwiegend durch Wohnbebauung bestimmt und ist damit primär dem Sektor der privaten

Haushalte zuzuordnen. Die Wohnbebauung kumuliert sich in der Kernstadt. Dies gilt vorrangig für die Stadtgebiete Altstadt, Papenberg, Nesselberg, Waren-Ost, und Waren-West. Darüber hinaus sind sowohl Teile der Altstadt als auch die Randlagen der Kernstadt durch eine überwiegend gewerbliche Nutzung geprägt. Hier finden sich zahlreiche Blöcke, in denen der Sektor „Gewerbe Handel und Dienstleistungen (GHD) / Sonstiges“ dominiert. In diesen Teilen der Stadt finden sich u.a. zahlreiche Geschäfte des Einzelhandels, Handwerks- und Dienstleistungsbetriebe sowie des produzierenden Gewerbes und Bauunternehmen. Außerdem befinden sich in der Kernstadt verteilt weitere Baublöcke mit überwiegend gewerblicher Nutzung wie bspw. Hotels, Pensionen und therapeutischen Einrichtungen.

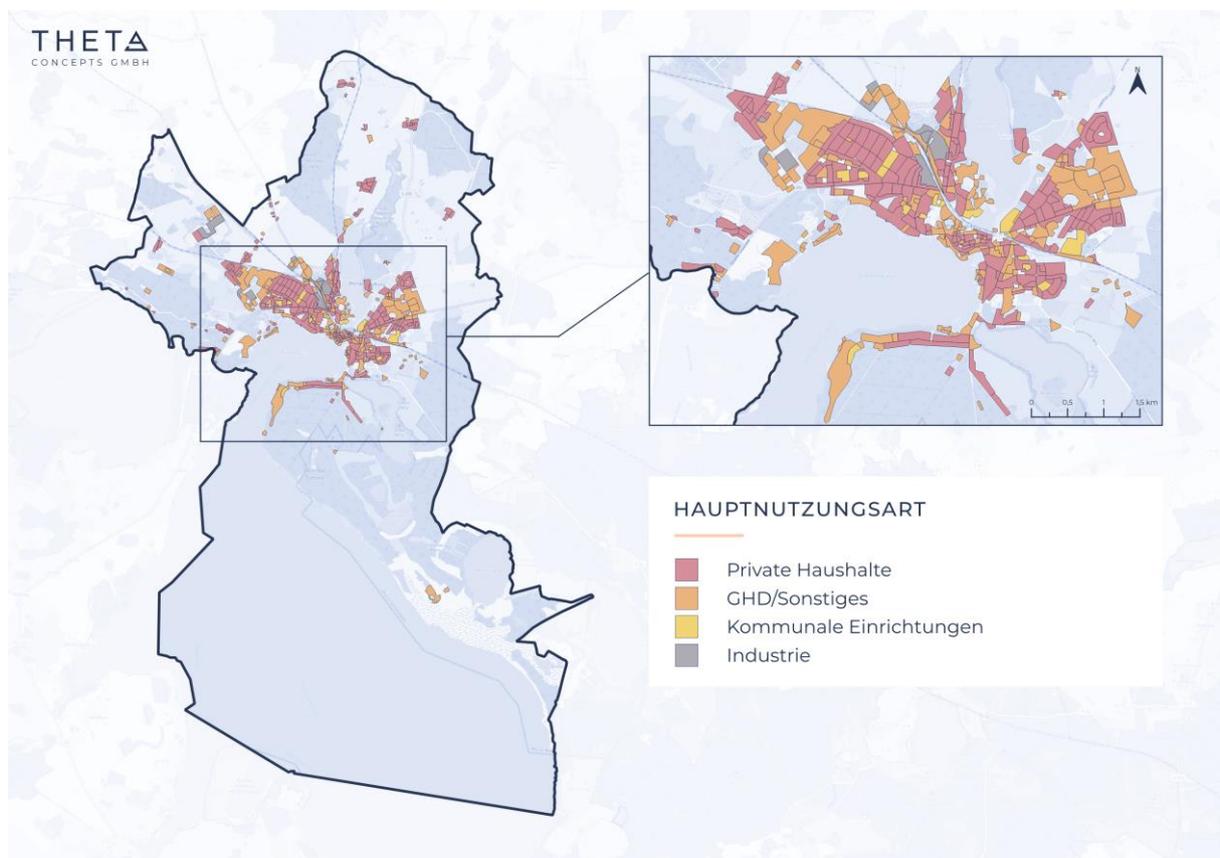


Abbildung 7: Überwiegende Gebäudenutzungsart in den Baublöcken des Planungsgebietes, untergliedert nach Wohnen (private Haushalte), gewerblicher Nutzung (GHD/Sonstiges), kommunalen Einrichtungen und Industrie

Waren (Müritz) beheimatet auch einige Unternehmen, die dem industriellen Sektor zuzuordnen sind. In diesem Zusammenhang sind verschiedene mittelständische Unternehmen aufzuführen, die in Waren (Müritz) ansässig sind und das Bild der Stadt prägen. Hierzu zählen neben dem Werk der Mecklenburger Backstuben

GmbH das Teigwarenwerk der Möwe Teigwarenwerk GmbH, sowie die Mecklenburger Metallguss GmbH, die sich alle entlang der Bahntrasse und Teterower Straße in Waren-Nord befinden. Ebenso findet sich in Waren-West ein Produktionsstandort der Smurfit Kappa Deutschland GmbH, die ebenfalls dem Industriesektor zuzuordnen ist.

In den externen Ortsteilen dominiert ebenfalls die Wohnbebauung. Dies gilt insbesondere für Alt- und Neu-Falkenhagen, Eldenholz, Jägerhof, Rügeband und Schwenzin. In Eldenburg und Warenhof findet sich zudem ein höherer Anteil gewerblich genutzter Gebäude.

Baublöcke, in denen sich vorwiegend kommunale Einrichtungen befinden, lassen sich lediglich im Kerngebiet der Stadt Waren (Müritz) verzeichnen. Schulen, Verwaltungsgebäude, Sporteinrichtungen und andere öffentliche Einrichtungen sind jedoch flächenmäßig von untergeordneter Bedeutung.

4.3 BAUALTERSKLASSEN

In der nachstehenden Abbildung 8 sind die dominierenden Baualtersklassen der Gebäude innerhalb der Baublöcke des Planungsgebietes veranschaulicht. Die Darstellung basiert im Wesentlichen auf statistischen Daten der infas 360 GmbH und ist damit als Indikation des Baualters und der städtebaulichen Entwicklung zu verstehen.

Anhand von Abbildung 8 ist das sehr heterogene Alter der Bebauung im Planungsgebiet erkennbar. Ältere Gebäude mit einem Baujahr bis 1949 finden sich vor allem in Teilen von Waren-Nord, Waren-Ost sowie Waren-West. Sowohl die Altstadt als auch der Nesselberg, der Papenberg und Teile von Waren-Ost entstanden in ihrer heutigen Form während der 1970er und 1980er Jahre. In diesem Zeitraum wurde die ursprüngliche Bebauung der Altstadt aufgrund eines neuen Mobilitätskonzepts abgerissen [9]. Die städtebauliche Entwicklung ist anhand der Baualtersklassen gut erkennbar. So finden sich vor allem am Rand der Kernstadt Gebäude jüngeren Baualters. In den zentrumsnäheren Stadtteilen sind hingegen ältere Gebäude vorzufinden.

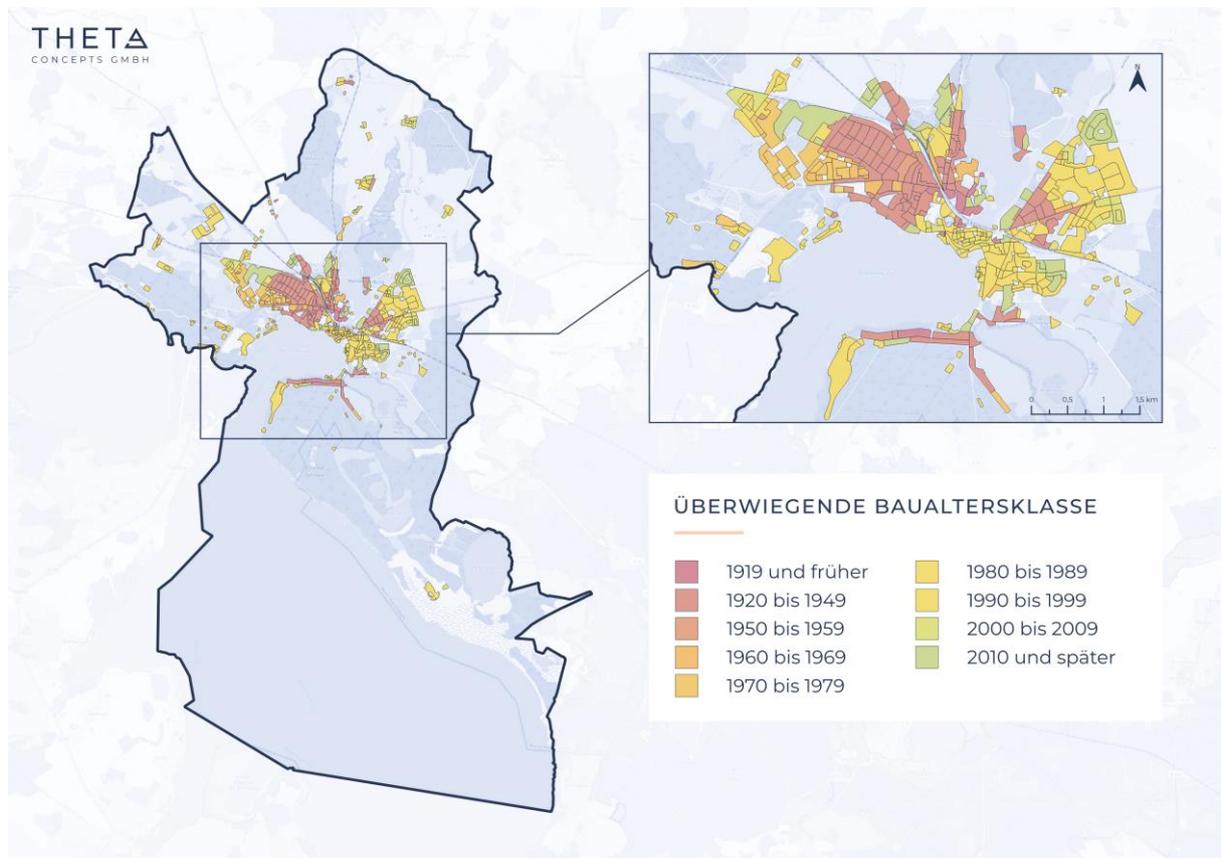


Abbildung 8: Überwiegende Baualtersklassen in den Baublöcken des Planungsgebietes

4.4 SIEDLUNGSDICHTE

Ein Indikator zur Bemessung der Siedlungsdichte stellt die in Abbildung 9 illustrierte Wohnflächendichte dar. Sie gibt die Wohnfläche je Hektar Grundfläche an. Die Wohnflächendichte beläuft sich in weiten Teilen auf Werte unter 2.000 m²/ha, erreicht stellenweise jedoch auch Werte von mehr als 10.000 m²/ha.

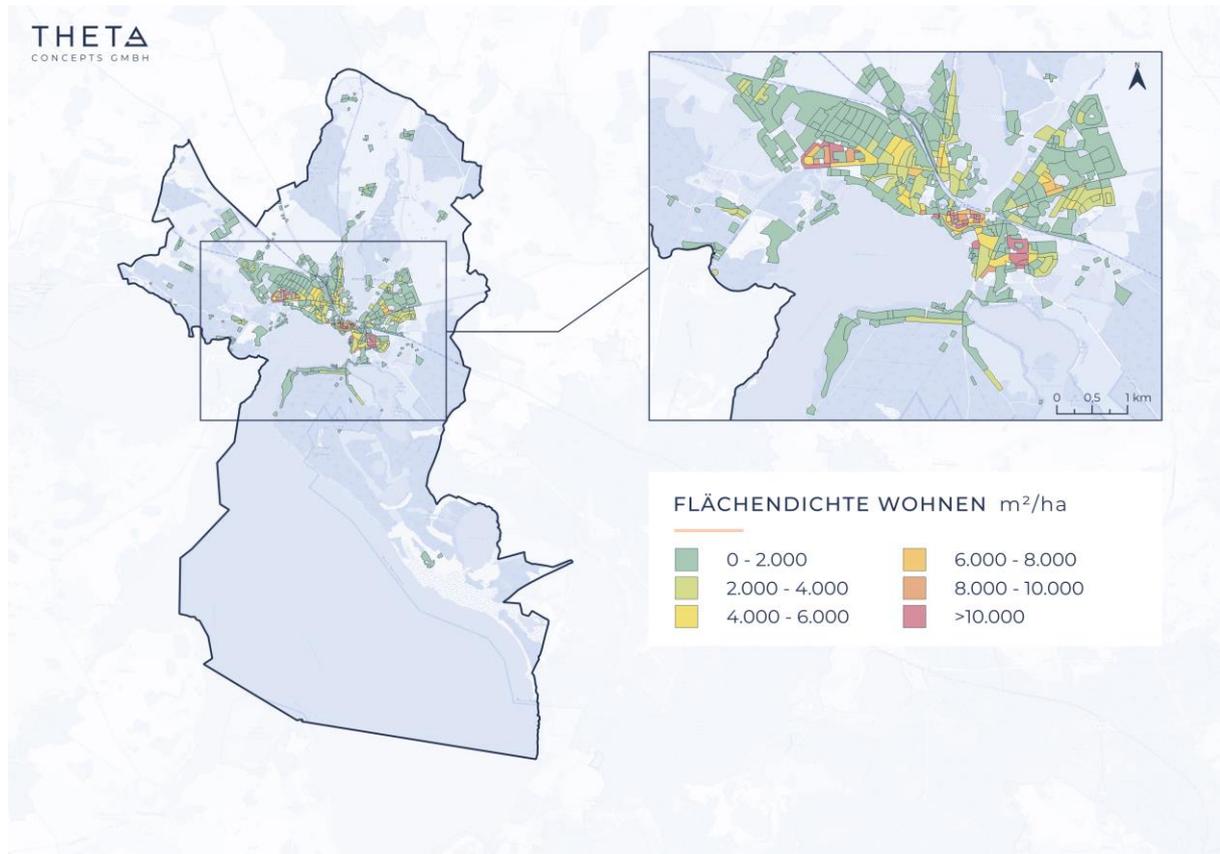


Abbildung 9: Wohnflächendichte in den Baublöcken des Planungsgebietes

Geringe Werte der Wohnflächendichte sprechen für eine weniger dichte Besiedlung. Eine solche ist vor allem in den externen Ortsteilen zu finden, sowie in den Randlagen der Kernstadt, weiten Teilen von Waren-Nord, Waren-Ost und Waren-West. Eine vergleichsweise dichte Besiedlung mit vorwiegend Geschosswohnungsbau findet sich vor allem in Waren-West (Schleswiger Str., Carl-Moltmann-Str. und Staufenbergplatz) sowie der Altstadt und Am Papenberg (Birkenweg, Mecklenburger Str.). Hier lassen sich Bevölkerungsschwerpunkte deutlich erkennen. Zwischen den dicht besiedelten Stadtteilen und den Randlagen finden sich Übergänge mit moderater Bebauungsdichte.

Ein weiterer Indikator zur Bemessung der Siedlungsstruktur und Bewertung der Bebauungsdichte ist die Nutzflächendichte. In diese Größe fließen neben Wohnflächen auch gewerblich genutzte Flächen ein. Die Nutzflächendichte in nachfolgend veranschaulicht.

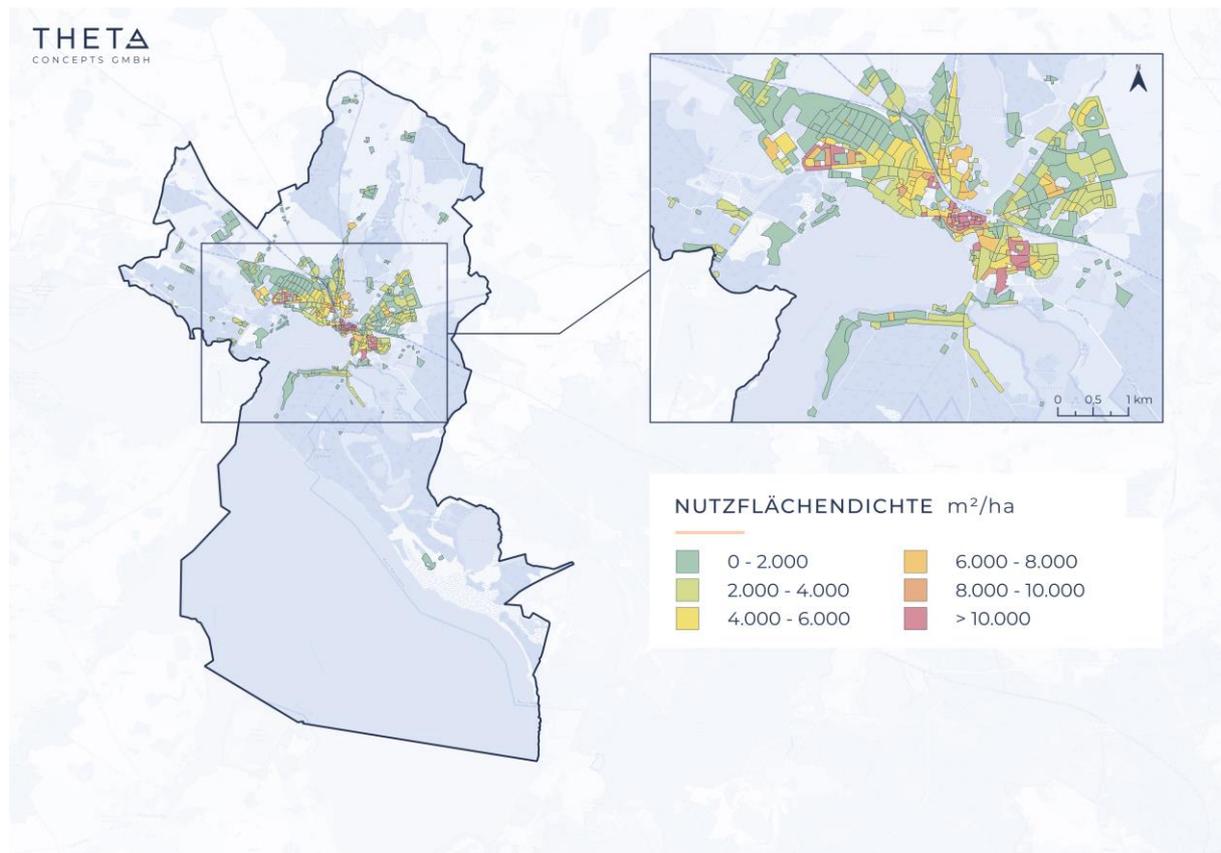


Abbildung 10: Nutzflächendichte in den Baublöcken des Planungsgebietes

Die Nutzflächendichte zeigt grundsätzlich ein ähnliches Bild wie die Wohnflächendichte, wenngleich die Altstadt aufgrund des höheren Anteils gewerblich genutzter Fläche noch stärker in Erscheinung tritt. Zudem zeichnet sich unter Betrachtung der Nutzflächendichte vor allem in den Übergangsbereichen zwischen der Altstadt und den Randlagen eine dichtere Bebauung ab, was ebenfalls auf die gewerbliche Nutzung zurückzuführen ist. Mit Entfernung zu den Siedlungsschwerpunkten Altstadt, Papenberg (Birkenweg, Mecklenburger Str.) und Waren-West (Schleswiger Str., Carl-Moltmann-Str. und Staufenbergpl.) nimmt die Nutzflächendichte in Richtung der Randlagen signifikant ab.

Trotz der teils stärkeren gewerblichen Prägung einiger externen Ortsteile wie Warenschhof oder Eldenburg lassen sich kaum signifikante Unterschiede zwischen der Nutz- und Wohnflächendichte feststellen. Die Bebauungsdichte ist generell in den externen Ortsteilen als gering bis moderat zu bewerten.

4.5 WÄRMEBEDARFE IM AUSGANGSJAHR

Neben der Erhebung der aktuell vorherrschenden Versorgungsarten ist das wesentliche Element der Bestandsanalyse im Rahmen kommunalen Wärmeplanung die Quantifizierung und Verortung von Bedarfen für Raumwärme und Warmwasser sowie Prozesswärme. Zur Bestimmung der Bedarfe von Raumwärme und Warmwasser wurde eine hauseigene Methodik verwendet, die im nachfolgenden Abschnitt detaillierter vorgestellt werden soll.

4.5.1 Methodik zur Wärmebedarfsermittlung für Raumwärme und Warmwasser

Die Wärmebedarfsermittlung bedient sich unterschiedlicher Datenquellen. Im Vordergrund stehen dabei ein Auszug aus dem amtlichen Liegenschaftskataster (ALKIS), das digitale Oberflächenmodell (DOM) sowie Daten aus der frei verfügbaren Datenbank OpenStreetMap (OSM). Die OSM-Daten wurden primär herangezogen, um den Gebäudebestand im Wärmebedarfsmodell vollständig zu erfassen. Bei der Integration der verschiedenen Datenquellen zeigte sich, dass nur etwa 92 % der beheizten Gebäude im Bestandsdatenkataster geführt sind. Durch die Integration der OSM-Daten konnten die fehlenden acht Prozent ergänzt werden, so dass das Wärmebedarfsmodell und der daraus erwachsene digitale Zwilling des Planungsgebietes einen, nach der vorliegenden Datenlage, vollständigen Bestand relevanter Gebäude aufweisen. Neben den genannten Datenquellen werden im Rahmen der Wärmebedarfsermittlung statistische Daten der infas 360 GmbH bezogen und eingebunden. In Bezug auf die kommunale Wärmeplanung liefert die infas 360 GmbH u.a. detaillierte Daten zu Gebäudestrukturen und bestehenden Versorgungsarten. Auf Grundlage einer eigens entwickelten Methodik wird für jedes Gebäude der Wärmebedarf im Ausgangsjahr bilanziert. Diese Berechnung erfolgt unter Berücksichtigung des Gebäudetyps, der aus Grundfläche und Gebäudehöhe abgeleiteten Nutzfläche sowie des Gebäudealters. Der ermittelte Wärmebedarf wird dem entsprechenden Gebäude zugewiesen und zum Zweck der Auswertung und Darstellung auf Baublock-Ebene aggregiert. Anhand der vorliegenden Daten sowie der ermittelten Gebäude-

eigenschaften wurden verschiedene Größen abgeleitet. Dabei handelt es sich u.a. um die Energieeffizienzklassen und das Sanierungspotenzial. Sämtliche Daten werden in aggregierter Form in den digitalen Zwilling übernommen. Das beschriebene methodische Vorgehen ist in der nachfolgenden Abbildung 11 illustriert.

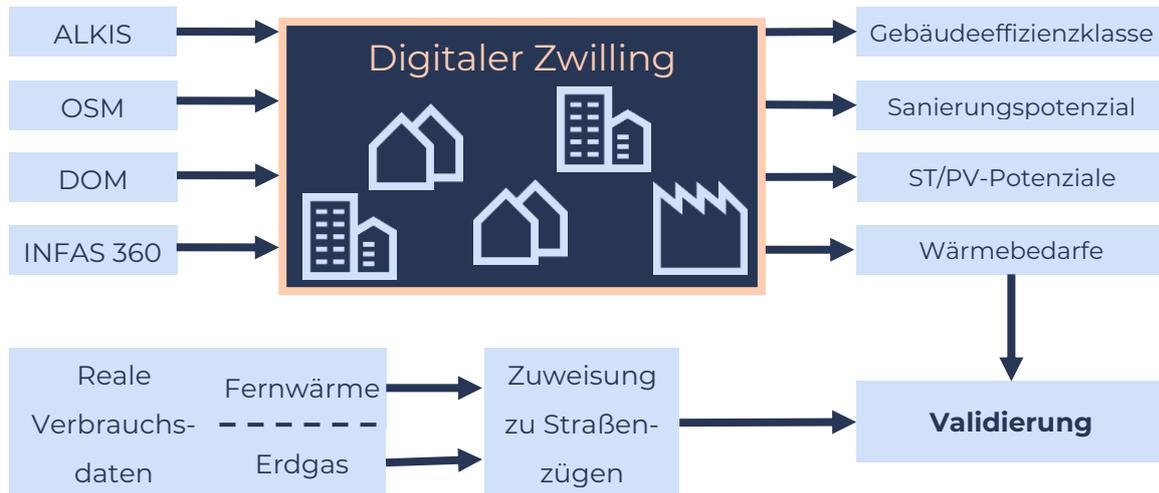


Abbildung 11: Datenquellen und methodisches Vorgehen zur Wärmebedarfsermittlung und zum Aufbau des digitalen Zwillings

Wie in den vorhergehenden Ausführungen dargestellt, basieren der digitale Zwilling und die darauf aufbauende Wärmeplanung auf errechneten/bilanzierten Wärmebedarfen anstatt auf Realverbrauchsdaten. Dies ist zum einen durch die starke Einflussnahme des Nutzerverhaltens auf den realen Verbrauch und dessen damit begründete zeitliche Schwankungsbreite zu erklären. Hier spielen vor allem die subjektive Wahrnehmung und das Behaglichkeitsempfinden sowie das Lüftungsverhalten eine zentrale Rolle. Zum anderen wird der Realverbrauch durch Leerstand beeinflusst und auch dieser unterliegt einer zeitlichen Volatilität. Dennoch wurden Realverbrauchsdaten für erdgas- und fernwärmeversorgte Liegenschaften bezogen und in der Methodik berücksichtigt. Die Realverbrauchsdaten dienen einerseits der Zuweisung von Versorgungsarten im Ausgangsjahr und fließen damit unmittelbar in die THG-Bilanz ein. Darüber hinaus erfolgt eine Validierung des Wärmebedarfsmodells auf Basis klimabereinigter und korrigierter Verbräuche und einer Prüfung der Güte des Bedarfsmodells anhand

von repräsentativen Verbrauchsstellen. Dabei festgestellte Abweichungen wurden außerdem als Indikator genutzt, um Prozesswärmebedarfe zu identifizieren.

4.5.2 Ermittlung von Prozesswärmebedarfen

Wie im vorherigen Abschnitt erklärt, basiert die Quantifizierung und Verortung von Raumwärme- und Warmwasser-Bedarfen auf einem eigens entwickelten Wärmebedarfsmodell. Es werden demnach errechnete Werte zu Grunde gelegt, deren Ermittlung durch signifikante Indikatoren zur Gebäudegeometrie und -typologie geprägt ist. Dieses Vorgehen ist prinzipbedingt auf Prozesswärmebedarfe, die aus technischen Prozessen hervorgehen, nicht ohne weiteres übertragbar. Wärmebedarfe, die in technischen Prozessen / Produktionsprozessen anfallen (Prozesswärme) stehen in direkter Abhängigkeit zum Produkt, dem Produktionsprozess und Produktionszyklen. Der Bedarf dabei anfallender Wärme ist sehr individuell und anhand von flächendeckend verfügbaren Daten nicht realistisch abzuschätzen. Dies gilt sowohl im Hinblick auf den energetischen Bedarf als auch das benötigte Temperaturniveau, auf dem diese Wärme vorliegen muss. Vor allem bei produzierendem Gewerbe kann Wärme auf einem Temperaturniveau erforderlich sein, die durch konventionelle Fernwärme nicht zu versorgen ist. Prozesswärmebedarfe sind deshalb im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung gesondert zu berücksichtigen.

Die Identifikation der Prozesswärmebedarfe folgt einem standardisierten Vorgehen, das in der nachfolgenden Abbildung 12 veranschaulicht ist. Dabei wurde zunächst eine Vorselektion von Unternehmen in Zusammenarbeit mit der Stadt Waren (Müritz) durchgeführt. Auf der vorselektierten Liste finden sich Unternehmen aus den Sektoren Industrie sowie GHD / Sonstige, bei denen auf Basis von Erfahrungswerten bzw. regionaler Expertise größere Wärmebedarfe vermutet werden. Die Vorselektion wurde anschließend durch einen datengetriebenen Ansatz ergänzt. Dabei fand ein Abgleich zwischen modellierten Wärmebedarfen und klimabereinigten (korrigierten) Realverbrauchswerten statt, um Bedarfe an Prozesswärme zu identifizieren. Sofern sich örtlich größere Prozesswärmebedarfe ergaben, wurden die dazugehörigen Unternehmen ebenfalls der Unternehmensliste hinzugefügt. Durch das beschriebene Vorgehen

wurden im Planungsgebiet insgesamt 16 Unternehmen identifiziert, bei denen eine direkte Datenerhebung vorgenommen wurde. Dies erfolgte auf Basis standardisierter Datenerhebungsbögen. Ergaben sich Unklarheiten im Rahmen der Datenerhebung, konnten Daten nicht zweifelsfrei zugewiesen werden, oder ließen sich Prozesswärmebedarfe im größeren Maßstab identifizieren, wurden mit den betreffenden Unternehmen im Anschluss Einzelinterviews zur Klärung durchgeführt.

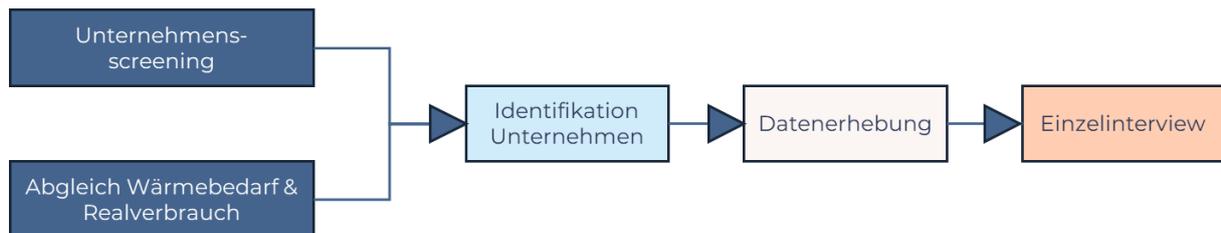


Abbildung 12: Methodik zur Erhebung von Prozesswärmebedarfen

Durch das erklärte Vorgehen wurden neben Prozesswärmebedarfen auch vorhandene Strategien zur Transformation der Wärmeversorgung und geplanten Energieeffizienzmaßnahmen abgefragt. Darüber hinaus wurden mögliche Abwärmepotenziale eruiert. Nähere Informationen hierzu finden sich in Abschnitt 5.2.1.

Die in Zusammenarbeit mit den Unternehmen erhobenen Daten wurden unter Berücksichtigung der technischen und ggf. wirtschaftlichen Randbedingungen aufgenommen und in den digitalen Zwilling überführt. Die entsprechenden Prozesswärmebedarfe wurden den Unternehmensstandorten zugewiesen und dem Gesamtwärmebedarf hinzugerechnet. Sofern Teile der Prozesswärmebereitstellung bereits elektrifiziert wurden, sind diese Bedarfe bereits dem Stromsektor zugeordnet und fanden keine weitergehende Betrachtung.

4.6 WÄRMEBEDARF IM AUSGANGSJAHR

Abbildung 13 stellt den Endenergiebedarf zur Wärmeversorgung im Ausgangsjahr quantifiziert und räumlich verortet dar. Erkennbar ist, dass sich die höchsten Absolutwerte für den Endenergiebedarf in Gebieten mit hoher gewerblicher / industrieller Flächennutzung oder besonders dichter Bebauung wiederfinden.

Hervorzuheben sind hierbei die Gewerbe- und Industrieflächen in Waren-Nord, Waren-Ost und Waren-West sowie die dichter besiedelten Wohngebiete Am Papenberg, Am Torfbruch, dem Nesselberg und Waren-West. Diese Gebiete zeigen gleichzeitig eine hohe Nutzflächendichte, vgl. Abbildung 10. Aus diesem Grund ist in der nachfolgenden Abbildung 14 der spezifische jährliche Nutzwärmebedarf je Nutzfläche, die sogenannte Nutzwärmebedarfsdichte, dargestellt.

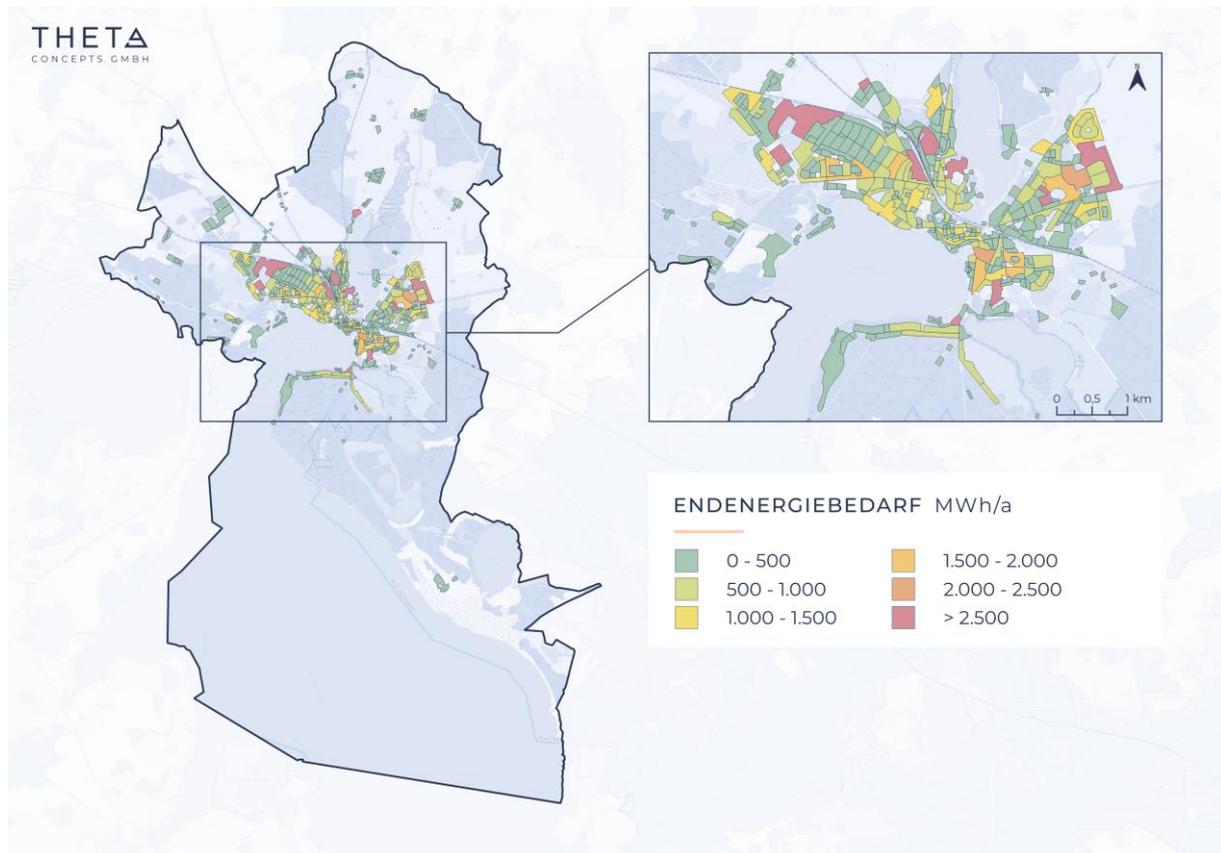


Abbildung 13: Jährlicher Endenergiebedarf im Planungsgebiet im Ausgangsjahr

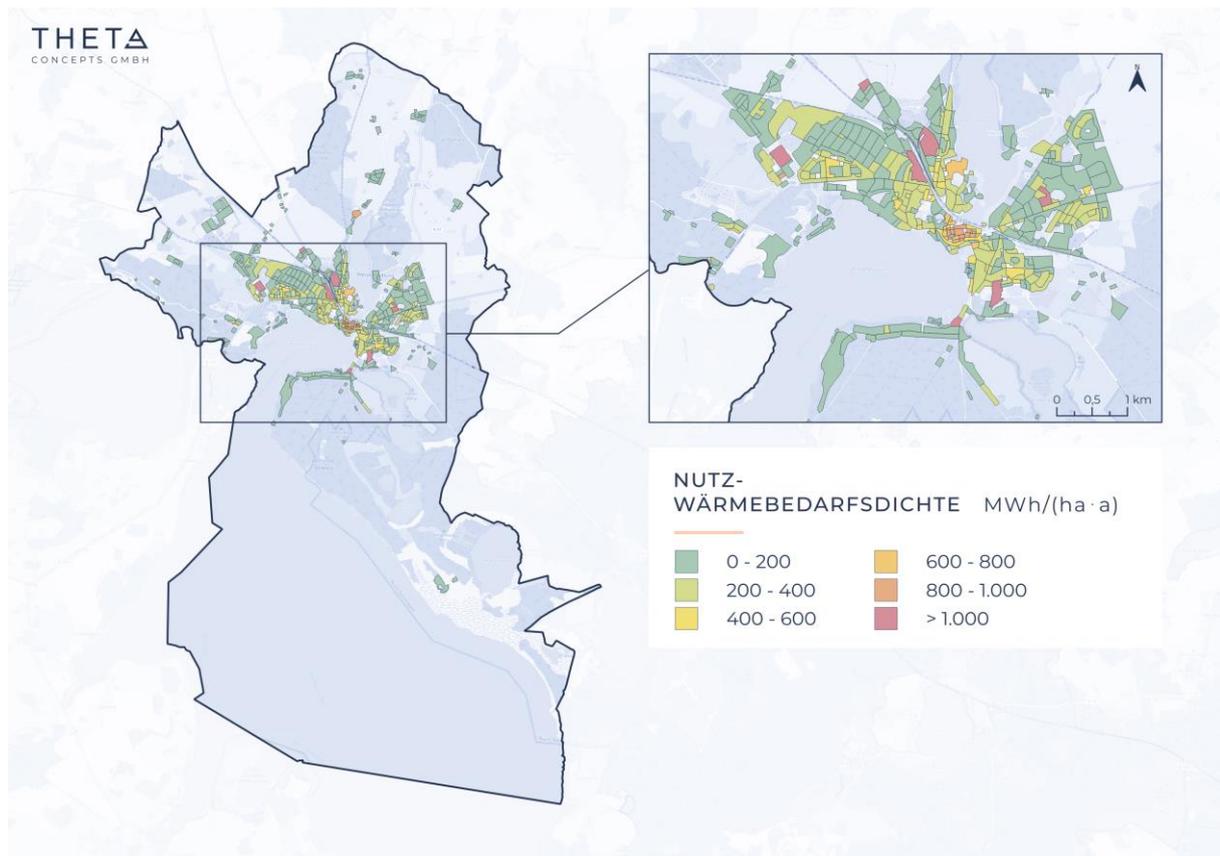


Abbildung 14: Jährliche Nutzwärmebedarfsdichte im Ausgangsjahr

Aus der Nutzwärmebedarfsdichte wird ersichtlich, dass die höchsten spezifischen Wärmebedarfe im Bereich der Industrie- und Gewerbegebiete anfallen. Dies ist typisch und auf den Unternehmenszweck, respektive anfallende Bedarfe an Prozesswärme zurückzuführen. Selbiges gilt auch für medizinisch-therapeutische Einrichtungen. Darüber hinaus ergeben sich teils größere spezifische Nutzwärmebedarfe bei Hotels / Pensionen. Höhere spezifische Bedarfe im privaten Sektor ergeben sich vor allem in dichter bebauten Wohngebieten wie Am Torfbruch oder in der Altstadt.

4.6.1 Validierung der Wärmebedarfe

Wie zuvor unter Abschnitt 4.5.1 erklärt, wurde das Wärmebedarfsmodell mit Realverbrauchsdaten für Erdgas und Fernwärme validiert. In diesem Abschnitt folgt in Abbildung 15 eine Darstellung der Validierungsergebnisse anhand von drei Wohngebieten mit unterschiedlicher baulicher Struktur.



Abbildung 15: Verbrauchstellen für die Validierung des Wärmebedarfsmodells (links: "Am Torfbruch" (Fernwärme), Mitte „Feisneckblick“ (Erdgas) und rechts „Mühlenstraße“ (Erdgas); rot markierte Gebäude zählen zu den aufsummierten Verbrauchsstellen

Das Wohngebiet „Am Torfbruch“ ist gekennzeichnet von Mehrfamilienhäusern / Geschosswohnungsbau und wird mit Fernwärme versorgt. Das Validierungsgebiet „Feisneckblick“ ist durch Einfamilienhäuser und Reihenhäuser gekennzeichnet, die überwiegend durch Erdgas versorgt werden. Das dritte Vergleichsgebiet liegt in der Mühlenstraße und ist ebenfalls charakterisiert durch Mehrfamilienhäuser mit Erdgas-Versorgung. Die wesentlichen Parameter der drei Validierungsgebiete sowie ein Vergleich von modellierten Bedarfen und den aus Realverbrauchsdaten errechneten Nutzwärmebedarfen ist in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt.

Die Basis für die Validierung stellen anonymisierte, aggregierte Verbrauchsdaten aus den Bezugsjahren 2021, 2022 und 2023 dar, die entsprechend der Nutzfläche und des Alters den im Bilanzraum befindlichen Gebäuden zugewiesen worden sind. Die Verbräuche wurden, abhängig von den jeweiligen Gradtagzahlen der betreffenden Jahre im Vergleich zum langjährigen Mittel, in Bezug auf klimatische Einflüsse bereinigt. Zudem wurde unter Annahme von Wirkungsgraden der verbauten Technologien der Wärmebedarf aus den Verbräuchen der Bezugsjahre abgeleitet.

Tabelle 1: Validierung des Wärmebedarfsmodells anhand von drei Wohngebieten mit unterschiedlicher Bebauungs- und Versorgungsstruktur (EFH- Einfamilienhaus, MFH- Mehrfamilienhaus und RH- Reihenhaus)

	Einheit	Am Torfbruch	Feisneckblick	Mühlenstraße
Versorgung	-	Fernwärme	Erdgas	Erdgas
Anzahl Verbrauchsstellen	-	14	71	16
Gebäudetyp	-	MFH	EFH, RH	MFH
Verbrauch 2021*	MWh/a	739	1.362	558
Verbrauch 2022*	MWh/a	639	1.124	500
Verbrauch 2023*	MWh/a	635	1.093	426
Klimabereinigter Verbrauchsmittelwert**	MWh/a	709	1.260	522
Modellierter Bedarf	MWh/a	771	1.426	462
Abweichung	%	+ 9	+ 13	- 12

* Angenommener Wirkungsgrad Fernwärme-Übergabestation = 0,90, Wirkungsgrad Brennwärmetherme = 0,85

** Klimabereinigung auf Jahresdurchschnitt 2001 bis 2020, Heizgrenztemperatur 15 °C

Grundsätzlich sind die Abweichungen zwischen den bilanzierten Nutzwärmebedarfen und den aus den aggregierten Realverbrauchsdaten abgeleiteten Nutzwärmebedarfen als gering zu bewerten. Mögliche Fehlerquellen für die Abweichungen können u.a. eine fehlerhafte Zuweisung / Verknüpfung von Verbrauchsstelle und Gebäude sowie Unsicherheiten und Ungenauigkeiten in den Basisdaten zur Bilanzierung der Wärmebedarfe darstellen. Hinzu kommen die bereits unter Abschnitt 4.5.1 angeführten Einflussparameter Nutzungsverhalten und Leerstand. Vor allem unter Beachtung der Komplexität der flächendeckenden Wärmebedarfsberechnung und der vorhandenen Datenlage ist das Ergebnis anhand der drei zufällig gewählten Referenzgebiete als gut einzustufen. Auch im

Vergleich zum gesamten Erdgas- und Fernwärmebedarf zeigt sich ein ähnliches Bild, siehe Tabelle 2.

Tabelle 2: Validierung des Wärmebedarfsmodells anhand von kumulierten Raumwärme- und Warmwasser-Bedarfen für sämtliche mit Erdgas und Fernwärme versorgten Gebäude

	Einheit	Erdgas	Fernwärme
Bedarf 2021*	GWh	182,3	29,5
Bedarf 2022*	GWh	158,7	24,2
Bedarf 2023*	GWh	150,5	25,4
Klimabereinigter Bedarfsmittelwert**	GWh	173,1	25,1
Modellierter Bedarf	GWh	140,6	24,0
Abweichung	%	- 19	- 4

* Angenommener Wirkungsgrad Fernwärme-Übergabestation = 0,90, Wirkungsgrad Brennwerttherme = 0,85

** Klimabereinigung auf Jahresdurchschnitt 2001 bis 2020, Heizgrenztemperatur 15 °C

4.6.2 Wärmelinienindichte im Ausgangsjahr

Ein zentraler Indikator zur Bewertung der Eignung von Wärmenetzen ist die in Abbildung 16 illustrierte Wärmelinienindichte. Sie veranschaulicht die Gebäudewärmebedarfe im Ausgangsjahr, die den zugehörigen Straßenachsen zugeordnet werden können. Damit führt sie die jährlichen Wärmebedarfe mit vorhandenen geografischen Elementen und einer sich daraus ergebenden Trassenführung zusammen. Eine hohe Wärmelinienindichte deutet auf hohen Wärmeabsatz entlang einer Trasse hin. Unter solchen Gegebenheiten können sich die Investitionen in das Netz schneller amortisieren. Damit ist die Wärmelinienindichte ein wesentlicher Indikator, um die Wirtschaftlichkeit eines potenziellen Netzes zu bewerten bzw. einzuordnen.

Dafür werden vier Kategorien der Wärmelinien-dichte eingeführt. Liegt die Wärmelinien-dichte unterhalb von $1,5 \text{ MWh}/(\text{m}\cdot\text{a})$ liegt eine geringe Wärmenetzeignung vor. Diese Bereiche sind in der nachfolgenden Abbildung 16 exkludiert. Im Bereich von $1,5 \text{ MWh}/(\text{m}\cdot\text{a})$ bis $2,5 \text{ MWh}/(\text{m}\cdot\text{a})$ liegt eine bedingte Wärmenetzeignung vor. Chancen könnten sich hier vor allem in Neubaugebieten ergeben, wenn Tiefbaumaßnahmen gemeinsam mit anderen Baumaßnahmen vorgenommen werden und so die Investitionen in das Wärmenetz gesenkt werden können. Im Bestand können sich bei diesen Wärmelinien-dichten Möglichkeiten für kalte Nahwärme² ergeben, sofern entsprechende Potenziale vorhanden sind. Ab einer Wärmelinien-dichte im Bereich von $2,5 \text{ MWh}/(\text{m}\cdot\text{a})$ bis $3,5 \text{ MWh}/(\text{m}\cdot\text{a})$ sind Wärmenetze sehr wahrscheinlich wirtschaftlich. Bei einer Wärmelinien-dichte von mehr als $3,5 \text{ MWh}/(\text{m}\cdot\text{a})$ ist die Netzeignung sehr hoch.

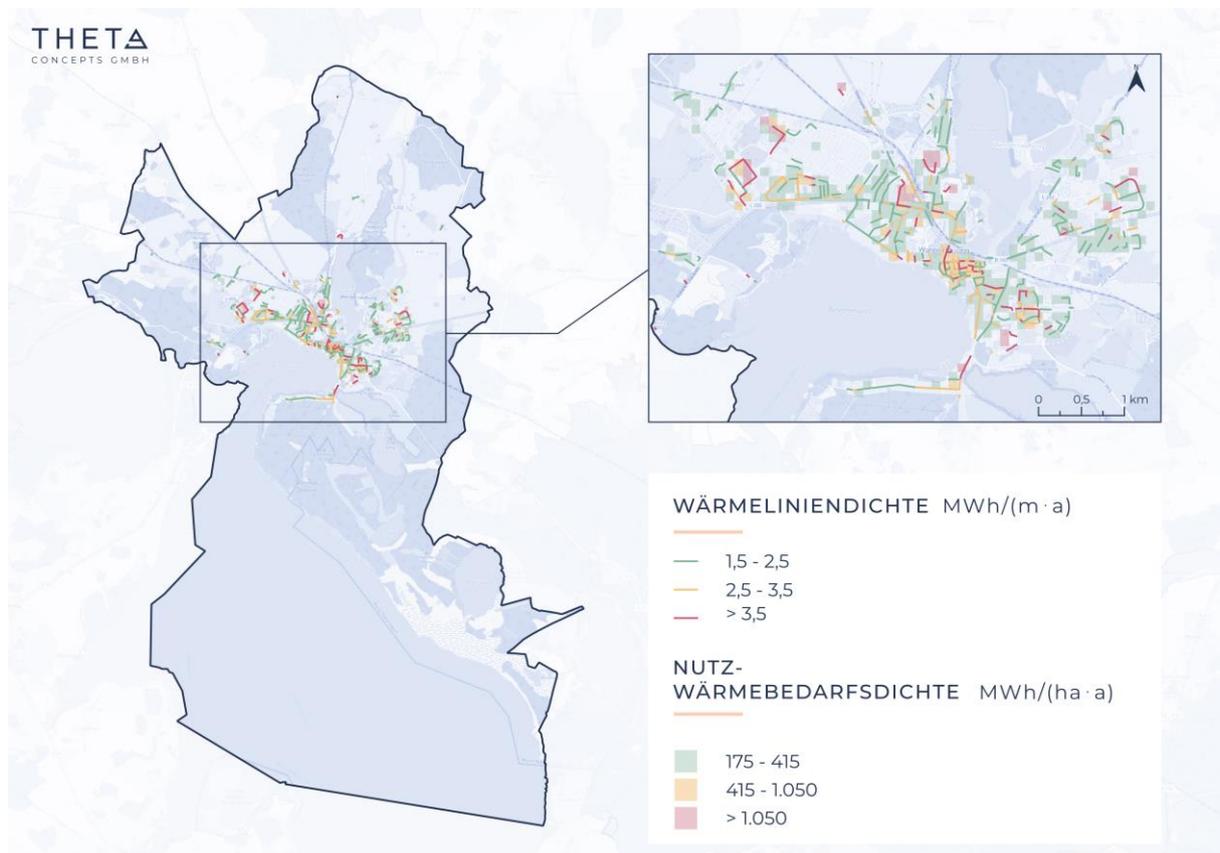


Abbildung 16: Wärmelinien-dichte im Ausgangsjahr (Inkludiert bereits Wohngebiet des BP 24 A)

² Nahwärme auf geringem Temperaturniveau ($< 20 \text{ }^\circ\text{C}$), die Umgebungspotenziale (z.B. Abwärme, Erdwärme) effizient nutzen. Erfordert Nachheizung an der Bedarfsstelle.

Betrachtet man die Verteilung der Wärmelinien dichten entlang der Straßen im Planungsgebiet, fällt zunächst auf, dass sich Ihre Verteilung in Analogie zur Nutzwärmebedarfsdichte darstellt. Hohe Wärmelinien dichten, die für Wärmenetze sprechen, finden sich fast ausschließlich in den Kerngebieten der Stadt Waren (Müritz). Zu beachten ist hierbei, dass die Wärmelinien dichte entsprechend der Ausführungen in Abschnitt 4.5.2 auch Prozesswärmebedarfe berücksichtigt. Deshalb finden sich sehr hohe Wärmelinien dichten u.a. in Gebieten mit industrieller Nutzung. Diese Bedarfe verzerren das Ergebnisbild, da es sich vorrangig um Bedarfe aus Produktionsprozessen handelt, die aufgrund ihres Temperaturniveaus kaum oder gar nicht durch Fernwärme zu decken sind. Möglichkeiten für Fern- oder Nahwärmeversorgungen abseits der bestehenden Wärmenetze lassen sich deshalb vor allem im Bereich der Altstadt, dem Nesselberg, Waren-Nord sowie den Übergangsbereichen zwischen Altstadt und dem Papenberg und Altstadt-Waren-West identifizieren. Möglichkeiten ergeben sich hier vor allem entlang der Rosenthalstraße zur Erweiterung des Bestandsnetzes Am Papenberg, über den Nesselberg bis in die Altstadt.

4.7 WÄRMEVERSORGUNG IM AUSGANGSJAHR

Die Wärmebedarfe werden in Waren (Müritz) heute vorwiegend durch Erdgas als Primärenergieträger gedeckt. Dies geschieht einerseits über das Erdgasnetz, andererseits über die weitgehend Erdgas-basierte Fernwärme. Das Erdgasnetz versorgt weite Teile der Kernstadt sowie der Ortsteile Eldenburg, Eldenholz, Jägerhof, Kamerun, Neu-Falkenhagen, Rügeband sowie Anteile von Schwenzin. Darüber hinaus finden sich in Waren (Müritz) vier Fernwärmenetze, die über das Stadtgebiet verteilt sind. Dabei handelt es sich um die Wärmenetze am Friedrich-Engels-Platz, Am Papenberg sowie Am Torfbruch und in Waren-West. Neben der Wärmeversorgung durch Erdgas und Fernwärme dominiert im Planungsgebiet die Versorgung mit Flüssiggas und Heizöl, wie die Darstellung der überwiegenden Versorgungsart in Abbildung 17 auf Baublockebene zeigt.

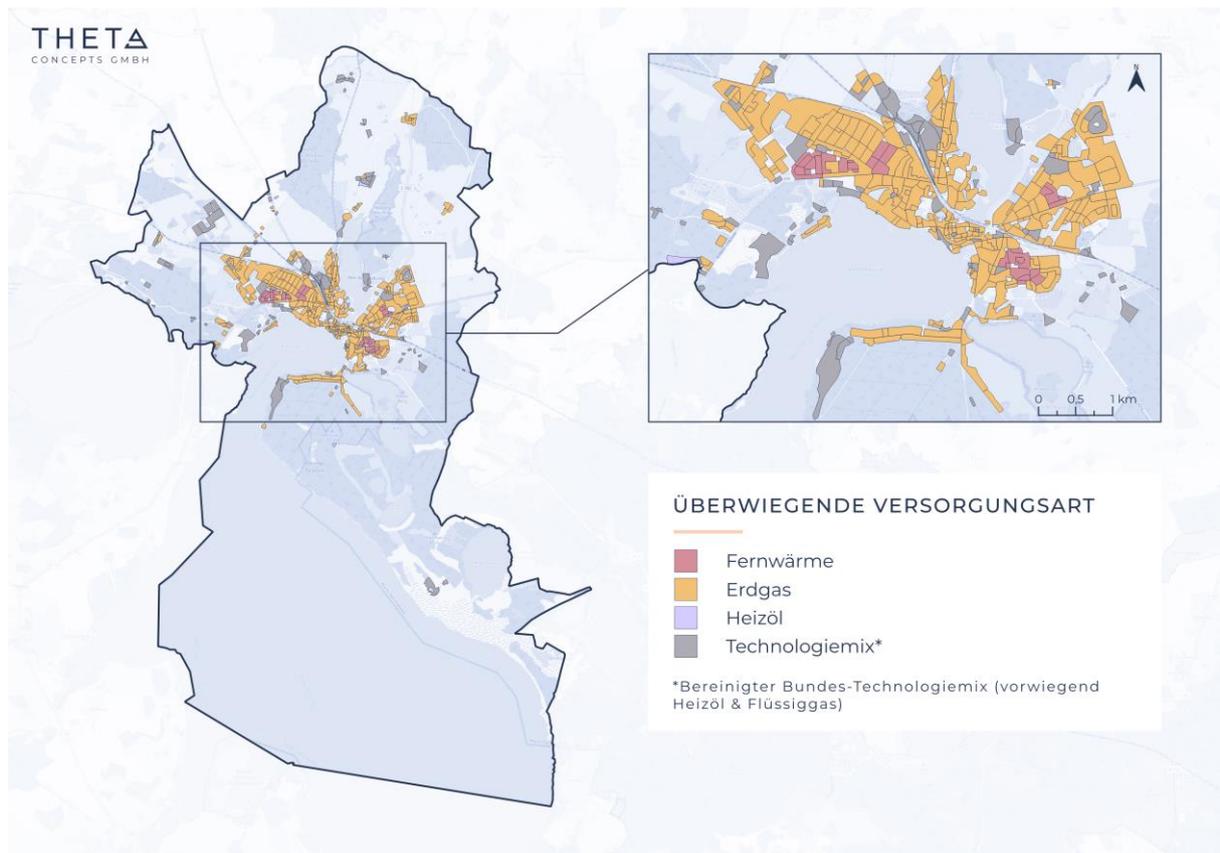


Abbildung 17: Überwiegende Wärme-Versorgungsart in den Baublöcken im Ausgangsjahr

Im Bereich der Wärmenetze befindliche Baublöcke werden bislang nur teilweise durch Fernwärme versorgt. Vor allem im Bereich der Fernwärmenetze Waren-West und Friedrich-Engels-Platz findet sich eine Mischversorgung mit Erdgas. Auch Am Torfbruch gibt es Geschosswohnungsbau mit einer Versorgung über das Erdgasnetz. Hier könnten sich Möglichkeiten für eine Netzverdichtung ergeben. Der Anschlussgrad der Baublöcke geht aus der nachfolgenden Abbildung 18 hervor.

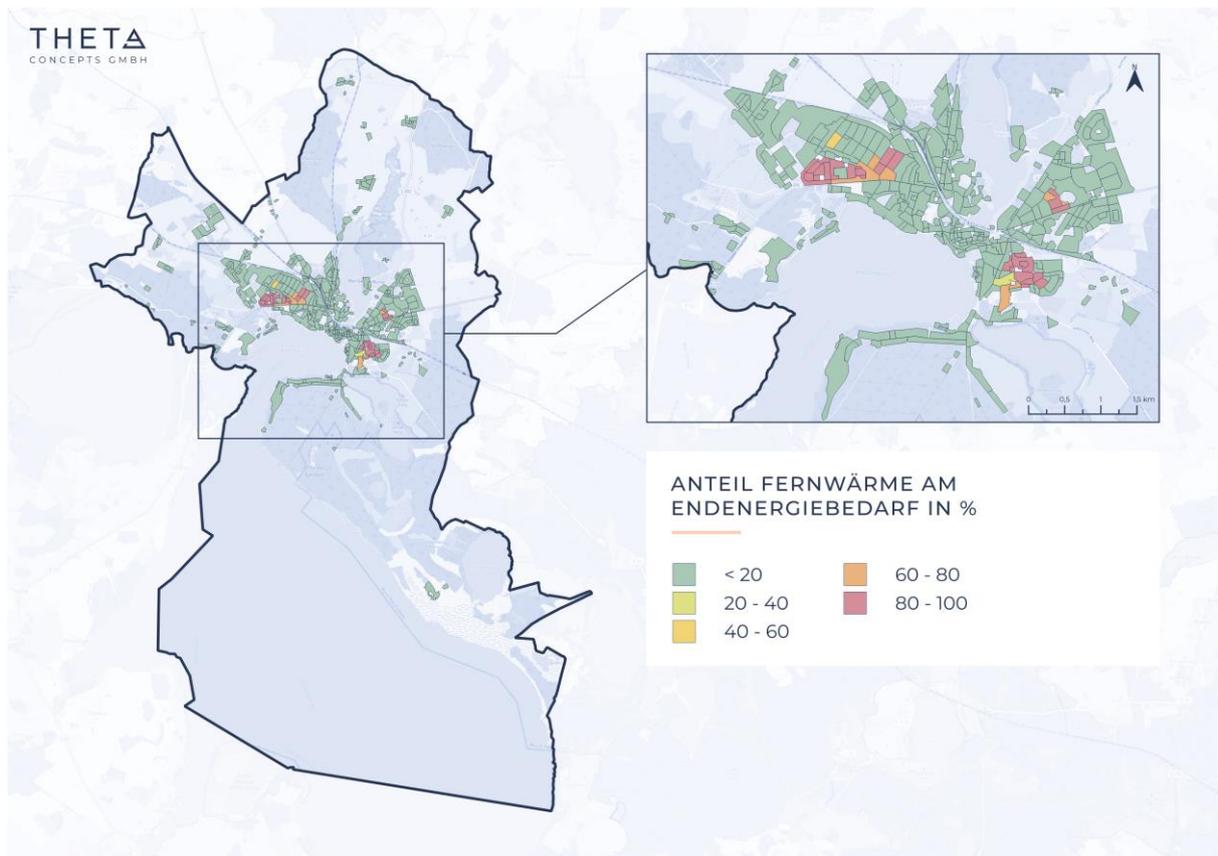


Abbildung 18: Anteil der Fernwärmeversorgung in den Baublöcken im Ausgangsjahr

Da die Fernwärmenetze hydraulisch und thermisch separiert sind, wird jedes Netz über ein eigenes Heizhaus versorgt. In den Heizhäusern finden sich vorwiegend Gaskessel und Blockheizkraftwerke (BHKW). Lediglich das Fernwärmenetz Am Papenberg wird anteilig über Tiefengeothermie versorgt. Die in den Heizhäusern der einzelnen Netze vorhandenen Erzeuger sind inkl. der installierten Leistung und Energieträger in Tabelle 3 zusammengetragen.

Tabelle 3: Erzeugertechnologien in den Heizhäusern

Netz / Heizhaus	Erzeugerparameter	Daten
Friedrich-Engels-Platz	Kessel	1 x 0,78 MW, 1 x 1,75 MW
	BHKW	1 x 0,37 MW
	Energieträger	Erdgas
	Erzeugermix	100 % Erdgas
Papenberg	Geothermie	1 x 1,0 MW
	Kessel	2 x 2,3 MW
	BHKW	1 x 0,74 MW
	Energieträger	Erdwärme / Erdgas
	Erzeugermix*	84 % Erdgas, 16 % Geothermie
Am Torfbruch	Kessel	2 x 0,7 MW
	BHKW	-
	Energieträger	Erdgas
	Erzeugermix	100 % Erdgas
Waren-West	Kessel	2 x 4,1 MW
	BHKW	2 x 0,69 MW
	Energieträger	Erdgas
	Erzeugermix	100 % Erdgas

*Werte basieren auf der installierten Nennleistung der einzelnen Erzeugungsanlagen

Basierend auf den bekannten Wärmebedarfen sowie der Gebäudenutzung kann der Endenergiebedarf nach Sektoren ausgewiesen werden. Dieser ist in der nachfolgenden Abbildung 19 illustriert.

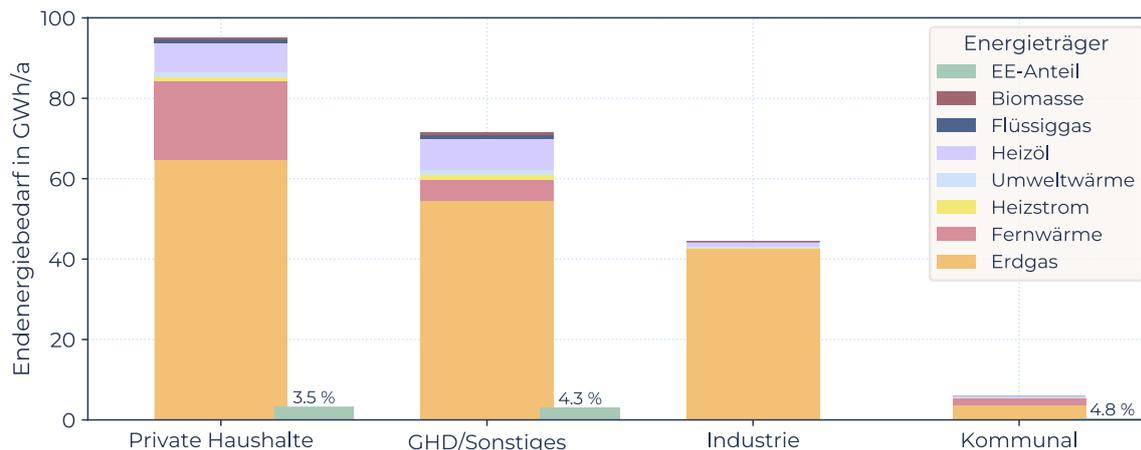


Abbildung 19: Kumulierter Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung in den Sektoren mit Anteilen der Versorgungsarten / Energieträger und Anteil erneuerbarer Energien

Der gesamte Endenergiebedarf für die Wärme beläuft sich in Waren (Müritz) auf 217 GWh/a. Aufgrund der dominierenden Wohnbebauung entfallen hiervon etwa 95 GWh/a auf den Sektor der privaten Haushalte, gefolgt von 73 GWh/a für GHD/Sonstige und 44 GWh/a für die Industrie. Kommunale Gebäude haben eine untergeordnete Bedeutung für den Endenergiebedarf Wärme. Ihr Bedarf liegt bei lediglich 5 GWh/a. Größere Potenziale zur Reduktion der Wärmebedarfe werden deshalb vor allem im Bereich privater Haushalte, GHD / Sonstige und Industrie vermutet. In diesem Zusammenhang ist jedoch anzumerken, dass die Industrie bereits eine teilweise Transformation ihrer Wärmeversorgung hin zur Elektrifizierung vollzogen hat. Damit wurden bereits Maßnahmen für eine zukunftssichere und effiziente Versorgung geschaffen. Beispielhaft ist hier die induktive Schmelze der Bronze-Legierungen bei der Mecklenburger-Metallguss GmbH zu nennen. Da diese Wärmebedarfe direkt durch elektrischen Strom gedeckt werden, sind diese in der Abbildung 19 nicht geführt.

Aus Abbildung 19 ist weiterhin zu entnehmen, dass der wesentliche Teil des Endenergiebedarfs für Wärme durch Erdgas bereitgestellt wird. Der Anteil des über das Erdgasnetz versorgten Wärmebedarfs liegt über alle Sektoren summiert bei etwa 75 %. In den Sektoren private Haushalte, GHD / Sonstige und kommunale Einrichtungen finden sich zudem größere Anteile an Fernwärme, die ebenfalls weitgehend fossil erzeugt wird. Der Fernwärme-Anteil beläuft sich im Sektor private Haushalte auf 20 %, im Sektor GHD / Sonstige auf 5 % und im Sektor

kommunale Einrichtungen auf 40 %. Bezogen auf den summierten Endenergiebedarf aller Sektoren beläuft sich die Wärmebereitstellung durch Fernwärme auf ca. 15 %. Neben Erdgas und Fernwärme findet sich in den Sektoren private Haushalte und GHD / Sonstige eine nennenswerte Deckung durch Heizöl, respektive Flüssiggas. Dies ist vor allem auf die äußeren Ortsteile zurückzuführen, in denen nur anteilig Erdgas vorliegt.

Aus Abbildung 19 ist auch der erneuerbare Anteil der Wärmebereitstellung in den Sektoren erkennbar. Dieser ergibt sich zum einen aus geothermischer Versorgung der Fernwärme, dem erneuerbaren Anteil von Strom (Heizstrom, Umweltwärme/Wärmepumpe), der Beimischung von Biomethan zum Erdgas sowie geringe Anteile von Biomasse-basierter Individualversorgung. Der erneuerbare Anteil der Wärmeversorgung liegt in den Sektoren private Haushalte, GHD / Sonstige und kommunale Gebäude im niedrigen einstelligen Prozentbereich. Damit wird die Wärmeversorgung im Ausgangsjahr in diesen Sektoren nahezu vollständig fossil gedeckt. Im Sektor Industrie erfolgt die Versorgung mit Wärme vollständig fossil.

4.8 TREIBHAUSGASBILANZ IM AUSGANGSJAHR

Auf Basis des Endenergiebedarfs und der dabei zugrunde liegenden Primärenergieträger kann die kumulierte Treibhausgasbilanz in den Sektoren aufgestellt werden. Hierfür werden die in Tabelle 4 aufgeführten CO₂-Faktoren angesetzt.

Tabelle 4: CO₂-Faktoren der verschiedenen Energieträger

Energieträger	Einheit	CO ₂ -Faktor
Heizstrom	g/kWh	435
Erdgas	g/kWh	201
Heizöl	g/kWh	266
Flüssiggas	g/kWh	239
Fernwärme mit / ohne EE-Anteil (Geothermie)	g/kWh	220 / 280

Die sich aus dem Endenergiebedarf und CO₂-Faktoren der Primärenergieträger abgeleiteten CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung sind in der nachfolgenden Abbildung 20 für die verschiedenen Sektoren dargestellt.

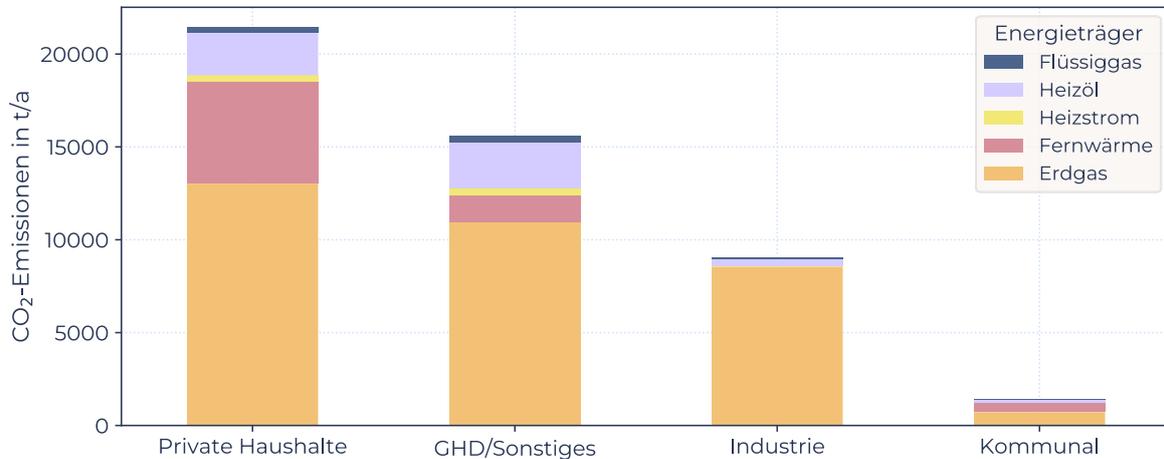


Abbildung 20: Kumulierte Treibhausgasbilanz für die Wärmeversorgung in den Sektoren mit Anteilen der Versorgungsarten / Energieträger

Aufgrund der ähnlichen Versorgungssituation in den Sektoren, die vorwiegend auf Erdgas basiert, folgen die kumulierten CO₂-Emissionen einer ähnlichen Verteilung wie der Endenergiebedarf. Die meisten CO₂-Emissionen gehen aus dem Sektor der privaten Haushalte (21.400 t/a) hervor, gefolgt von GHD / Sonstiges (15.500 t/a) und der Industrie (9.000 t/a). Die kommunalen Gebäude verursachen mit 1.400 t/a den kleinsten Teil der CO₂-Emissionen. Damit liegt die kumulierte, jährliche Emission von CO₂ für die Bereitstellung von Wärme in Waren (Müritz) bei etwa 47.300 t/a. Das entspricht einem Pro-Kopf-Wert von 2,2 t CO₂/a.

4.9 ERNEUERBARE-ENERGIEN-ANLAGEN IM AUSGANGSJAHR

Zum Zeitpunkt der Wärmeplanerstellung finden sich innerhalb des Planungsgebietes zwei Freiflächen-PV-Anlagen mit einer installierten Leistung von 2,87 MW. Eine weitere PV-Anlage findet sich in unmittelbarer Nähe zur Gemarkungsgrenze, ist allerdings der Gemeinde Grabowhöfe zugehörig. Bislang existiert in der Stadt Waren (Müritz) keine Windkraftanlage. Dasselbe gilt für eine Biogasanlage. Allerdings sind auch in diesem Zusammenhang Anlagen in

unmittelbarer Nähe zur Gemarkungsgrenze aufzuführen. Dies inkludiert zum einen die Biogasanlage Schwenzin (Gemeinde Jabel), zum anderen die Biogasanlage Alt Schönau (Gemeinde Peenehagen). Die nachfolgende Abbildung 21 gibt einen Überblick zum Standort der aufgeführten EE-Anlagen.



Abbildung 21: Erneuerbare Energien (EE-Anlagen) im Ausgangsjahr

Grundsätzlich ist der Wärmeplan auf Bestandsanlagen und erneuerbare Potenziale innerhalb des Planungsgebietes ausgerichtet. Dennoch wurde bei der Analyse auch das nähere Umfeld in Betracht gezogen, um mögliche Synergien zu identifizieren.

5 POTENZIALANALYSE

Dieses Kapitel adressiert mögliche Potenziale zur Reduktion von Wärmebedarfen für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme sowie Potenziale an erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme im Planungsgebiet. Die Verschneidung von Wärmebedarfsentwicklung sowie erneuerbaren Energien und Abwärme stellt die Basis für die nachgelagerte Entwicklung des Zielszenarios dar.

5.1 POTENZIALE ZUR EINSPARUNG VON RAUMWÄRME, WARMWASSER UND PROZESSWÄRME

Neben der Umgestaltung der Wärmeversorgung von fossilen Energieträgern zu erneuerbaren Energien und Abwärme ist die Senkung von Wärmebedarfen durch Steigerung von Energieeffizienz ein zentraler Aspekt der Wärmeplanung. Dieses Kapitel soll mögliche Potenziale, insbesondere zur Einsparung von Wärmebedarfen für Raumwärme und Warmwasser aufzeigen.

Neben der energetischen Sanierung im Gebäudebestand oder Energieeffizienzmaßnahmen in Produktionsprozessen gibt es weitere Aspekte, die auf die zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs wirken. In diesem Zusammenhang sind die Bevölkerungsentwicklung (Demografie) sowie damit in Verbindung stehender Neubau, Rückbau oder die Umgestaltung von Wohnraum relevant. Außerdem wird der zukünftige Wärmebedarf durch mögliche Ansiedlungsvorhaben von Unternehmen beeinflusst. Ein weiterer Aspekt, der auf die Entwicklung des Wärmebedarfs wirkt, ist die Veränderung des Klimas und damit veränderliche Heizperioden. Dieses Kapitel soll auf Basis absehbarer und nach derzeitiger Datenlage quantifizierbarer Einflussgrößen eine Prognose für die Wärmebedarfe im Zieljahr und Zwischenzieljahr ableiten.

5.1.1 Energetische Sanierung in Wohn- und Nichtwohngebäuden

Den größten Beitrag zur Senkung der Bedarfe für Raumwärme und Warmwasser im Gebäudebestand können Energieeffizienzmaßnahmen leisten. Dabei ist die Liste möglicher Maßnahmen lang (u.a. Dachstuhl- und Kellerdeckendämmung, Fensterwechsel, Heizungstausch, hydraulischer Abgleich, Strangsanierung, Smarte Heizung). Die Sinnhaftigkeit der jeweiligen Maßnahmen ist im Einzelfall sorgfältig zu prüfen, insbesondere deshalb, weil ein wesentlicher Teil der Maßnahmen mit hohen Kosten in Verbindung steht. Dennoch ist die Einsparung von Energie für die Bereitstellung von Wärme der Versorgung aus Gründen der Gesamteffizienz vorzuziehen. Im Rahmen der Wärmeplanung soll ein vertretbares und damit möglichst realisierbares Maß für die Einsparung von Raumwärme und Warmwasser identifiziert, räumlich verortet und zeitlich zugewiesen werden. Dabei geht es weniger um konkrete Maßnahmen am Einzelgebäude, als um zentrale Parameter zur Quantifizierung des Einsparungspotenzials bzw. die Prognose des zukünftigen Sanierungsstandes.

Die wesentlichen Parameter bei der Vorhersage des zukünftigen Sanierungsstandes sind die Sanierungstiefe der einzelnen Gebäude, die Quote der jährlich energetisch sanierten Gebäude sowie die Auswahl der zu ertüchtigenden Objekte im Gesamtbestand. Bei der Definition des Sanierungspotenzials bzw. der Sanierungstiefe der Bestandsgebäude wird methodisch unterschieden nach Wohn- und Nichtwohngebäuden.

Wohngebäude

Die Methodik zur Ableitung des zukünftigen Sanierungsstandes von Wohngebäuden folgt dem im Handlungsleitfaden Wärmeplanung [10] beschriebenen Vorgehen. Hierbei wird dem Gebäude entsprechend seiner Baualtersklasse entweder ein Zielverbrauch oder eine Verbrauchsreduktion zugewiesen, siehe Abbildung 22. Liegt der ausgewiesene Zielverbrauch unterhalb des Wertes, der durch die prozentuale Verbrauchseinsparung erreicht werden kann, gilt die prozentuale Einsparung als gültiges Maß zur Ableitung des Zielwertes. Dies kann an folgendem Beispiel erläutert werden:

Ein Gebäude in der Baualtersklasse 1979-1995 besitzt einen aktuellen Energieverbrauch für Wärme von 200 kWh / (m² a). Als Sanierungsziel wird in dem Fall nicht der ausgewiesene Zielwert von 66 kWh / (m² a) aus Abbildung 22 zugewiesen, sondern das maximale Reduktionspotenzial von:

$$\left(1 - \frac{66 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}}{146 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}}\right) 100 \% = 54,8 \%$$

angewendet. Für das Gebäude wird demnach ein energetisches Sanierungsziel von 90,4 kWh / (m² a) zugeordnet.

kWh/(m²·a)

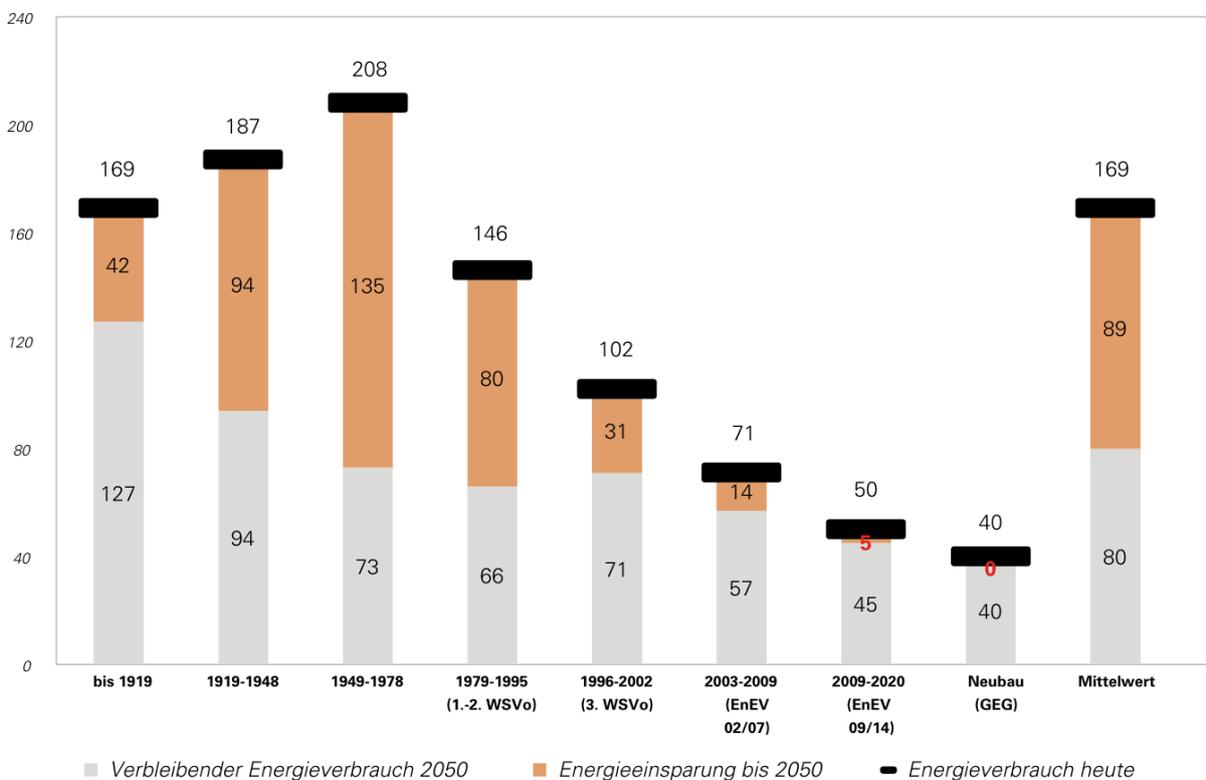


Abbildung 22: Sanierungspotenzial von Wohngebäuden, klassiert nach Baualter (Quelle: Handlungsleitfaden Wärmeplanung [10], S. 54)

Die daraus hervorgehende gebäudespezifische Verbrauchsreduktion wird konsistent auf den Wärmebedarf übertragen und in den digitalen Zwilling übernommen.

Nichtwohngebäude

Das methodische Vorgehen zur Quantifizierung und Verortung für Sanierungsziele von Nichtwohngebäuden ähnelt dem Vorgehen für Wohngebäude. Allerdings gibt es im Nichtwohngebäude-Bereich starke Unterschiede im Bedarf und möglichen Sanierungszielen aufgrund der sehr unterschiedlichen Gebäudenutzung. Deshalb wird das Sanierungsziel nach VDI 3807 entsprechend der Nutzungsart (ALKIS) beziffert. Für fünf beispielhafte Nutzungstypen sind die Zahlenwerte in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Auszug der Referenzwerte (absolut und relativ) für flächenbezogenen Endenergieverbrauch nach VDI 3807

Nutzungsart (ALKIS)	Bezeichner	Sanierungsziel / kWh / (m ² a)	Maximale Sanierungstiefe / %
2020	Bürogebäude, Verwaltungsgebäude	60	38
2071	Hotel, Motel, Pension	146	23
2140	Lager, Lagerhalle	52	41
3020	Schulen	65	35
3211	Sport- oder Turnhalle	73	46

Ausgenommen von der beschriebenen Vorgehensweise für Wohn- und Nichtwohngebäude sind Gebäude mit bekanntem und relevantem Denkmalschutz. Ihnen wurde eine maximale Sanierungstiefe von maximal 10 % zugewiesen.

In Bezug auf die Auswahl der Sanierungsobjekte aus dem Wohn- und Nichtwohngebäudebereich wurde zwischen zwei Szenarien differenziert. Hierbei handelt es sich einerseits um das Szenario „zufällig“, andererseits um das Szenario „Worst First“ (Engl. „schlechteste zuerst“). Im zufälligen Szenario erfolgt die Sanierung der einzelnen Gebäude willkürlich. Dieses Szenario unterliegt dem Ansatz, dass energetische Sanierung vor allem im Zusammenhang mit anderen

Maßnahmen zur Sanierung bzw. Modernisierung erfolgt und nicht das primäre Ziel der Ertüchtigungsmaßnahme darstellt. Das zweite Szenario priorisiert energetische Sanierung innerhalb der Gesamtheit baulicher Maßnahmen und fokussiert sich dabei zunächst auf den Bestand mit vergleichsweise schlechter Energieeffizienz. Basierend auf diesen Basisszenarien wurden jeweils zwei weitere Entwicklungsszenarien abgeleitet, mit entweder 0,5 % jährlicher Sanierungsquote (moderate Sanierung) oder 1 % Sanierungsquote (real-ambitioniertes Szenario), jeweils bezogen auf die Gebäudeanzahl im beplanten Gebiet. Die Szenarien-Matrix ist in der nachfolgenden Abbildung 23 illustriert.



Abbildung 23: Szenarienauswahl für die energetische Sanierung des Gebäudebestands

Um ein möglichst realistisches Sanierungsszenario abzuleiten, wurden Einzelinterviews mit verschiedenen Wohnungsgenossenschaften bzw. Wohnungsunternehmen geführt. Hierbei wurden u.a. bisherige Sanierungstätigkeiten sowie getroffene Investitionsentscheidungen und Planungen abgefragt. In Konsequenz der geführten Gespräche wurde das realistisch-ambitionierte Szenario („Worst-First“ | 1 % Sanierungsquote) als realisierbar angesetzt und für die weiteren Betrachtungen herangezogen.

5.1.2 Entwicklung von Prozesswärme

Die im vorherigen Abschnitt ausgeführte Methodik zur Bestimmung des Potenzials von Energieeinsparung durch energetische Sanierung bezieht sich auf die Bedarfe von Raumwärme und Warmwasser – primär im Bereich der Wohngebäude, kommunalen Gebäude und dem Sektor GHD / Sonstiges, soweit entsprechende Daten vorlagen.

Im Segment der Industrie ist der tatsächlich anfallende Wärmebedarf aufgrund von möglicher Prozesswärme sehr variabel. Wie bereits unter 4.5.1 erläutert, lässt sich Prozesswärme aufgrund der hohen Variabilität nicht modellbasiert im Rahmen der Wärmeplanung ermitteln. Aus diesem Grund erfolgte eine Erhebung von Realdaten, insbesondere in Bezug auf Bedarfe, Temperaturniveaus und derzeit eingesetzte Energieträger. Ebenso wurden in Planung befindliche Maßnahmen zur Energieeinsparung abgefragt. Sofern entsprechende Daten übermittelt wurden, bzw. relevante Planungen erkennbar waren, wurden diese zur Aufstellung der Szenarien berücksichtigt und in den digitalen Zwilling übernommen.

5.1.3 Demografische Entwicklung

Insbesondere der Wärmebedarf des privaten Sektors ist durch demografische Aspekte beeinflusst. So nimmt die Bevölkerungsentwicklung entscheidenden Einfluss auf den zukünftigen Wärmebedarf im Planungsgebiet. Basis für die Berücksichtigung der Demografie innerhalb der Wärmebedarfsprognose bietet die Bevölkerungsprognose aus dem Integrierten Stadtentwicklungskonzept (ISEK), die in Abbildung 24 veranschaulicht ist. Dieses Entwicklungsszenario geht von moderaten Wanderungsgewinnen aus, die die negative Tendenz der natürlichen Demografie überkompensieren. Im Ergebnis wird eine Bevölkerungssteigerung um 2,6 % ggü. dem Basisjahr 2022 prognostiziert.

© WIMES 2023

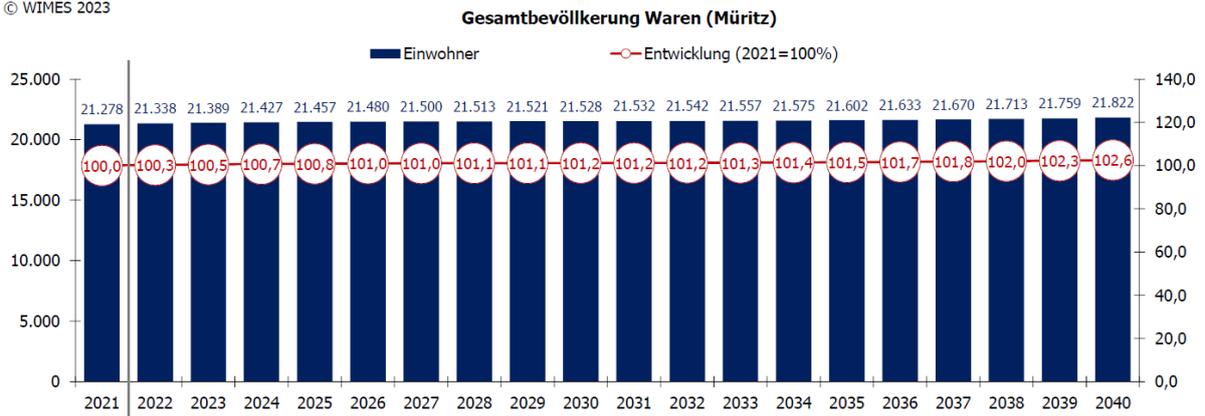


Abbildung 24: Bevölkerungsprognose unter Annahme des regional-realistischen Szenarios (Integriertes Stadtentwicklungskonzept Waren (Müritz) 2035, S. 45)

Unter Annahme eines gleichbleibenden Heizverhaltens wurde der zukünftige Wärmebedarf korrelierend mit der Bevölkerungsentwicklung skaliert. Die räumliche Verteilung der Wärmebedarfe folgt dem Ausgangsjahr. Es wurde keine Umverteilung auf Basis der demografischen Entwicklung einzelner Ortsteile oder Stadtviertel vorgenommen.

5.1.4 Neubau, Rückbau oder Umgestaltung von Wohnraum und Flächennutzung

Im Rahmen der Wärmeplanung übergebene Bebauungspläne oder Konzeptpapiere für neuen Wohnraum oder Gewerbeeinheiten wurden ebenfalls in Bezug auf die Wärmebedarfsentwicklung betrachtet. Hierbei ist u.a. der Bebauungsplan Nr. 24 A aufzuführen, der eine neue Wohnbebauung aus Ein- und Mehrfamilienhäuser süd-östlich des Papenbergs – in Richtung Waupacksee – vorsieht. Darüber hinaus ist der Bebauungsplan Nr. 46 B aufzuführen. Der Bebauungsplan bezieht sich auf eine Fläche im Nordosten der Stadt Waren (Müritz), die städtebaulich neu geordnet werden soll – von gewerblich genutzter Fläche und Brache hin zu einem Mischgebiet mit Wohnbebauung. Leider lagen zum Zeitpunkt der Wärmeplanung keine genaueren Planungsstände vor, so dass eine Quantifizierung der neu anfallenden Bedarfe nicht möglich war. Aus diesem Grund wird das Gebiet in der späteren Darstellung der Eignungsgebiete als Wärmenetz-Prüfgebiet deklariert.

Darüber hinaus gehende Bauvorhaben mit nennenswertem Einfluss auf die Wärmebedarfsentwicklung sind nicht bekannt.

5.1.5 Klimatische Einflüsse

Durch den fortschreitenden Klimawandel und den damit verbundenen Anstieg der Jahresmitteltemperatur, sinkt der Raumwärmebedarf aller Sektoren. Dieser exogene (äußere) Einfluss wurde basierend auf der Methode der Gradtagszahlen im Rahmen der Wärmebedarfsprognose berücksichtigt. Abbildung 25 zeigt den für Deutschland prognostizierten Verlauf der Gradtagszahl, der bis zum Zieljahr eine sukzessive Verringerung des Wärmebedarfs erwirkt. Insgesamt verzeichnet die Gradtagszahl einen Rückgang von 4,5 % zwischen 2020 und dem Zieljahr 2040. Die daraus resultierende jährliche Verringerung des Wärmebedarfs liegt im Mittel bei 0,225 %, bezogen auf das Referenzjahr 2020.

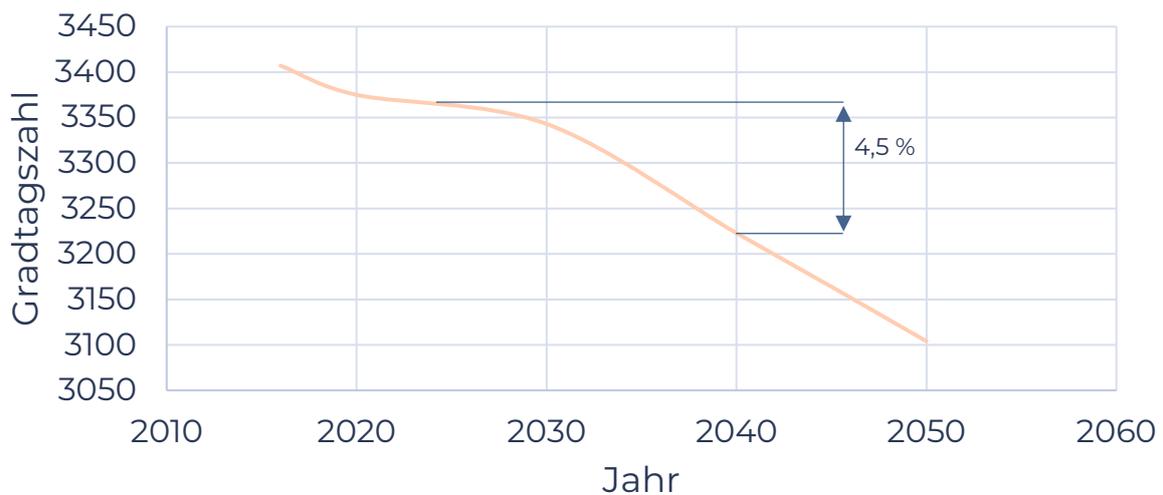


Abbildung 25: Entwicklung der Gradtagzahlen als exogener Einfluss auf die Wärmebedarfsprognose; Quelle: Studie Klimaneutrales Deutschland 2045 (Prognos AG)

5.1.6 Wärmebedarfsprognose

Auf Basis der in den vorangegangenen Abschnitten adressierten Einflussfaktoren wird sich der Wärmebedarf insbesondere in den Bereichen Raumwärme und Warmwasser in den nächsten Jahren signifikant verändern. Trotz des leichten Bevölkerungszuwachses sinkt der Endenergiebedarf bereits aufgrund der

klimatischen Einflüsse deutlich. Dies wird aus dem Szenario „Demografie und Klima“ in Abbildung 26 deutlich, das mit einem Szenario „Nichts tun“ gleichzusetzen ist. Aufgrund der Klimaveränderung sinkt der jährliche Endenergiebedarf um etwa 5 GWh bis zum auferlegten Zieljahr 2040. Unter Annahme einer flächendeckenden, zufälligen Sanierung kann der jährliche Wärmebedarf um weitere 2,5 GWh gesenkt werden. Nimmt man hingegen das aus Sicht der Energieeffizienz ambitioniertere „Worst-First“-Szenario mit einer Sanierungsquote von 1 % p.a. an, kann der jährliche Wärmebedarf um insgesamt 20 GWh ggü. dem Szenario „Nichts tun“ vermindert werden. Dies entspricht einer Reduktion um etwa 12 % in Bezug auf das Ausgangsjahr. Anhand von Abbildung 26 ist abzuleiten, dass die Priorisierung von Energieeffizienzmaßnahmen den größten Hebel zur Einsparung von Wärmeenergie bietet. Aus diesem Grund sollte Energieeffizienzmaßnahmen eine zentrale Bedeutung beigemessen werden. Für die Entwicklung des Zielszenarios wird deshalb eine Sanierungsquote von 1 % gemäß des „Worst First“-Ansatzes angesetzt (vgl. Abschnitt 5.1.1).

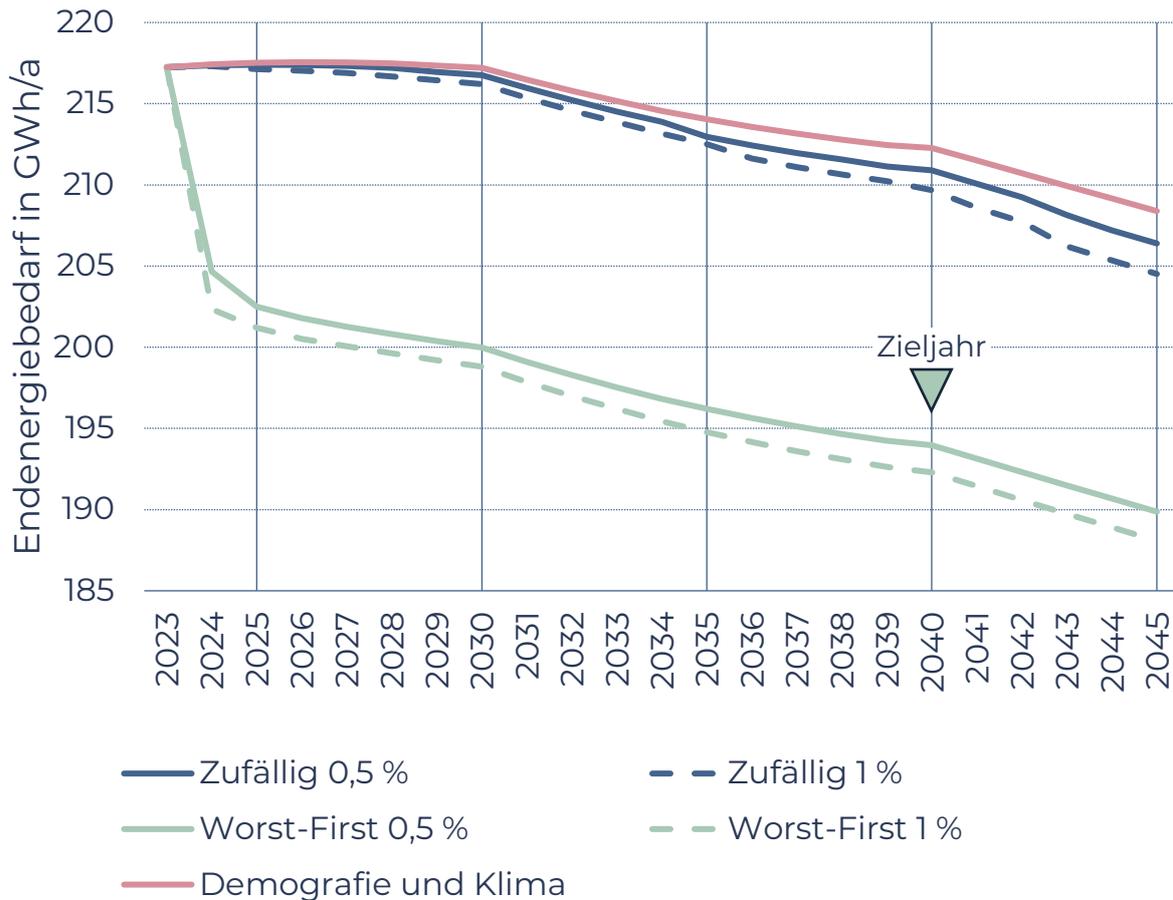


Abbildung 26: Entwicklungsszenarien des Endenergiebedarfs für Wärme bis zum Zieljahr 2040 (Zieljahr der Bundesregierung 2045)

Da sich vergleichsweise ineffiziente Gebäude in verschiedenen, über das Stadtgebiet verteilten Quartieren befinden, verteilt sich auch das Einsparpotenzial über das Stadtgebiet. Größere, örtlich kumulierte Einsparpotenziale für Raumwärme und Warmwasser lassen sich u.a. in der Wohnbebauung Carl-Moltmann-Straße (Waren-West) und Am Torfbruch (Waren-Ost) identifizieren sowie im Gewerbegebiet Waren-Ost. In Bezug auf die industriellen Prozesse können nach derzeitigem Datenstand keine nennenswerten Einsparpotenziale ausgemacht werden. Wie sich die räumliche Verteilung des Wärmebedarfs über die nächsten Jahre aufgrund von Demografie, Klima und Maßnahmen zur Effizienzsteigerung darstellt, geht aus der nachfolgenden Abbildung 61 hervor.

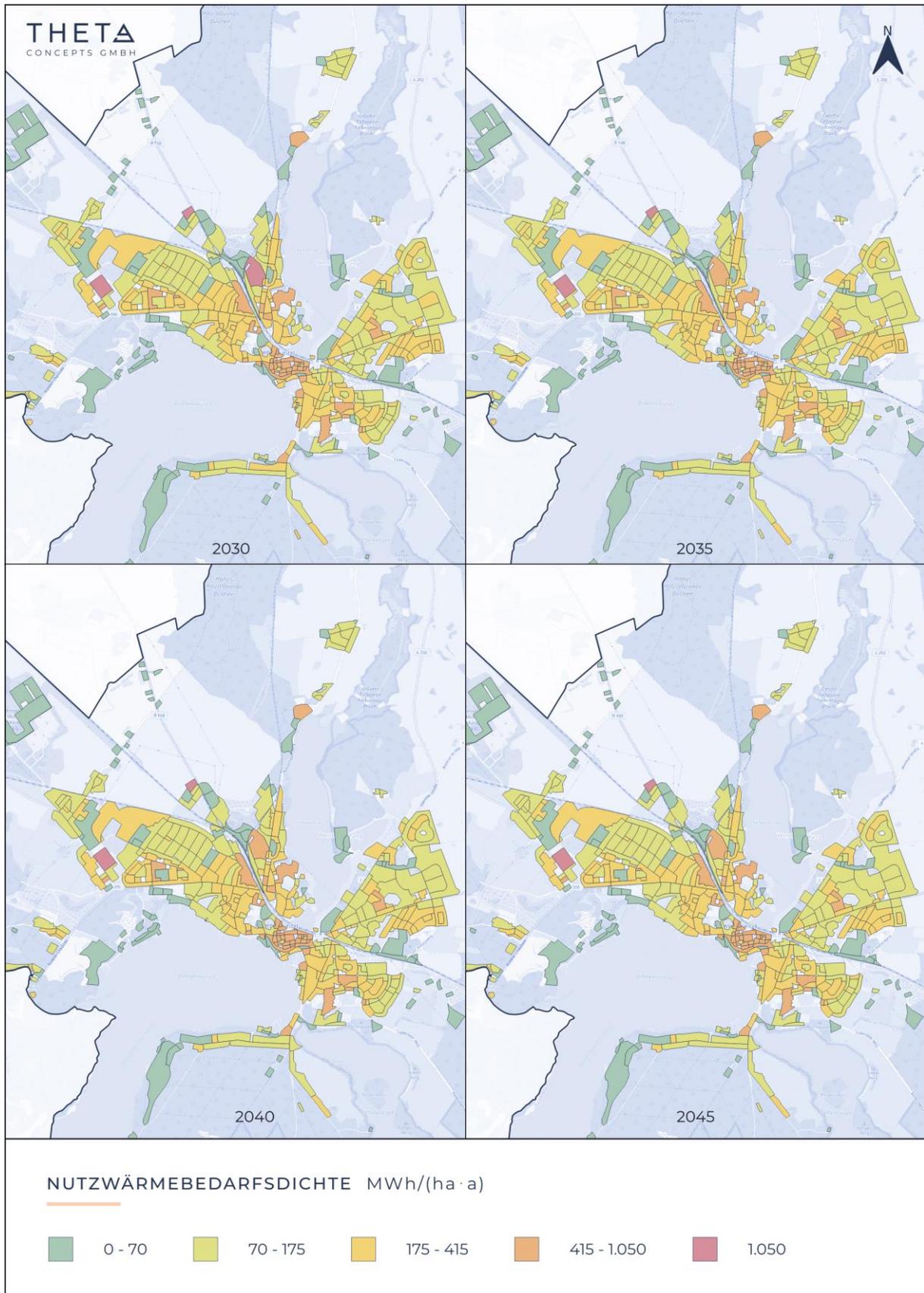


Abbildung 27: Entwicklung der Nutzwärmebedarfsdichte in den Ziel- und Zwischenzieljahren mit räumlichem Bezug zur Kernstadt

5.2 POTENZIALE AN ERNEUERBAREN ENERGIEN UND UNVERMEIDBARER ABWÄRME

In Abschnitt 5.1 wurden die Entwicklung des Wärmbedarfs und die Potenziale zur Einsparung von Wärme aufgezeigt. Daran ist erkennbar, dass zwar durchaus Potenziale zur Reduktion der Bedarfe vorhanden, diese aber begrenzt sind. Die Wärmewende entscheidet sich in der Stadt Waren (Müritz) vorrangig durch die Umgestaltung der Wärmeversorgung von fossilen Energien zu Erneuerbaren und unvermeidbarer Abwärme. Dieses Kapitel soll geeignete Potenziale zur Umgestaltung der Wärmeversorgung aufzeigen.

5.2.1 Unvermeidbare Abwärme aus technischen Prozessen, Klimatisierung und Lüftung

Dieser Abschnitt legt die im Rahmen der Datenerhebung bei den Unternehmen identifizierten Abwärmepotenziale dar (vgl. Kapitel 4.5.2). Dargestellt werden lediglich unvermeidbare Abwärmepotenziale. Als solche gelten Potenziale dann, wenn diese sich nicht sinnvoll in den Prozess, aus dem sie entstammen, zurückführen lassen, bspw. aufgrund unpassender Temperaturniveaus oder einer Unwirtschaftlichkeit. Liegen hingegen Ansätze bzw. Planungen zur Senkung oder Vermeidung der Abwärmepotenziale vor, so fanden die genannten Potenziale keine weitere Betrachtung. Das liegt insbesondere daran, dass sich Wärmerückgewinnung i.d.R. als wirtschaftlicher darstellt als eine Nutzung für Nah- oder Fernwärmekonzepte. Daten wurden sowohl von produzierenden Unternehmen als auch von medizinisch-therapeutischen Einrichtungen (Klimatisierung, Lüftung) erhoben. Aus insgesamt 16 Anfragen konnten 3 Abwärmepotenziale aus vorhandenen Produktionsprozessen identifiziert werden, die sich über das Stadtgebiet verteilen.

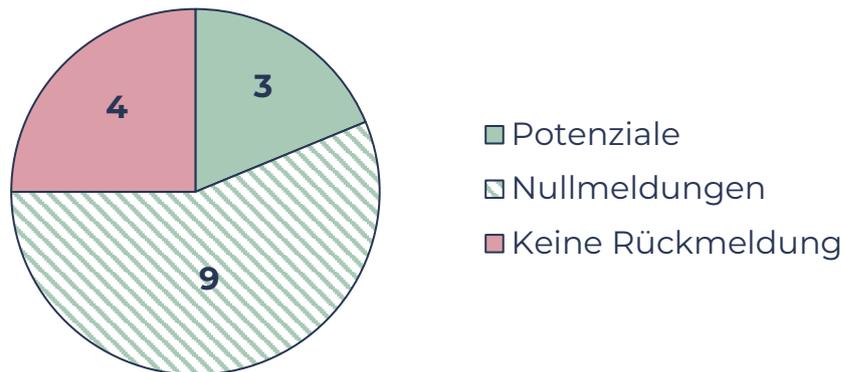


Abbildung 28: Rückmeldungen zur Datenerhebung bzgl. unvermeidbarer Abwärmepotenziale

So konnten sowohl bei der Mecklenburger Metallguss GmbH (MMG), der Mecklenburger Backstuben GmbH (Backstuben) als auch der DMK Deutsches Milchkontor GmbH (DMK) Abwärmepotenziale identifiziert werden. In Bezug auf das Potenzial beim DMK ist eine interne Bewertung von Möglichkeiten für Wärmerückgewinnung ausstehend. Zudem befindet sich das Potenzial etwas abseits sinnvoller Fernwärmetrassen und wurde deshalb für weiterführende Berechnungen nicht berücksichtigt. Bei der Mecklenburger Metallguss GmbH fallen hingegen etwa 0,6 GWh/a aus Hochtemperaturprozessen an. Etwa 1,98 GWh/a ergeben sich bei der Mecklenburger Backstuben GmbH aus Produktion (Abluft) und Kühlung.

Sowohl bei der MMG als auch den Mecklenburger Backstuben könnten sich Synergien in Bezug auf grünen Wasserstoff / grüne Gase ergeben. Beide Unternehmen setzen derzeit auf Erdgas, um Produktionsprozesse zu versorgen. Eine Elektrifizierung der Prozesse ist nur bedingt möglich, sodass hier eine Versorgung durch grüne Gase sinnvoll sein kann. Am Standort der MMG stünde eine Potenzialfläche für den Betrieb eines Elektrolyseurs zur Verfügung. Ein potenzieller Elektrolyseur am Standort der MMG könnte ein weiteres Abwärmepotenzial zur Versorgung von Fernwärme von ca. 3 GWh/a bieten. Die identifizierten Potenziale sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 6: Potenziale an unvermeidbarer Abwärme

Standort	Quelle	Temperatur / °C	Abwärme / GWh p.a.
Mecklenburger Metallguss GmbH	Produktion	50-80	0,60
Mecklenburger Backstuben GmbH	Backöfen (Fortluft) / Kühlung	< 40 °C (~50 %) < 160 °C (~50 %)	1,98
Mecklenburger Metallguss GmbH*	Elektrolyse	50-60	3,0

*Stellt lediglich eine Option zur Deckung von Prozesswärmebedarfen dar. Die Elektrolyse ist bislang weder gebaut noch in detaillierter Planung.

Eine Herausforderung in der Nutzung der in Tabelle 6 aufgeführten Potenziale stellt die zeitlich variable Verfügbarkeit in Abhängigkeit von Produktionsschichten dar. Dieser Umstand macht sehr wahrscheinlich die Integration von Speichern erforderlich. Sofern die betreffenden Potenziale weiterführenden Betrachtungen unterzogen werden, ist dieser Umstand zu bedenken.

5.2.2 Abwasserwärme

Das aus den zu beheizenden Gebäuden anfallende Abwasser stellt ebenfalls ein Potenzial für die Wärmeversorgung dar. Die Temperatur des Abwassers unterliegt jahreszeitlichen Schwankungen, die sich zumeist im Bereich von 5 °C bis 25 °C bewegen. Typischerweise liegt die Temperatur des Abwassers im Sommer unterhalb und im Winter oberhalb der Umgebungstemperatur, weshalb sich Potenziale sowohl für das Heizen als auch für das Kühlen von Gebäuden ergeben können. Das thermische Potenzial des Abwassers ist bislang meist ungenutzt und kann verschieden in die Wärmeversorgung einfließen. Neben einer dezentralen Nutzung (Wärmeübertrager und / oder Wärmepumpe) sind auch zentrale Lösungen auf Basis von kalter Nahwärme für neue Quartierskonzepte sowie Fernwärmekonzepte (Großwärmepumpe) denkbar.

Aufgrund der Datenlage ist eine Bewertung des Abwassers hinsichtlich einer Eignung für dezentrale Lösungen im Planungsgebiet nicht möglich.

Temperaturverläufe und Durchflussmengen liegen lediglich für die Kläranlage (Waren-Schwenzin) vor. Aus diesem Grund sind eine Quantifizierung und Bewertung des Abwasserpotenzials ausschließlich für zentrale Lösungen am Standort der Kläranlage möglich. Da die chemisch-biologischen Prozesse in einer Kläranlage sehr temperatur-sensitiv sind und das Wasser im Zulauf starke Verschmutzungen aufweist, wird für die Nutzung des Potenzials eine Entnahme des Klarwassers präferiert. Das Klarwasser weist unterjährig Temperaturen zwischen 6 °C und 25 °C auf. Da sich im näheren Umfeld keine geeigneten Gebäude befinden, kann eine direkte Nutzung durch kalte Nahwärme ausgeschlossen werden. Mit Hilfe einer Wärmepumpe wäre allerdings eine Anhebung des Potenzials auf 75 °C oder 80 °C zur Einspeisung in Fernwärme denkbar. Die Wärmepumpe könnte eine maximale Leistung von etwa 2 MW bereitstellen (Spreizung 5 K). Das kumulierte energetische Potenzial der Wärmepumpe beläuft sich so auf ca. 10 GWh/a. Aufgrund der räumlichen Verortung der Kläranlage und der damit verbundenen Distanz zu möglichen Einspeisepunkten (> 3 km) wird die Eignung zentraler Abwasserwärme auf Basis einer Großwärmepumpe jedoch als gering bemessen. Diese Bewertung wird durch die Höhe des Potenzials im Verhältnis zum stadtweiten Bedarf an Fernwärme sowie die erforderlichen Investitionskosten für den Trassenbau gestützt.

5.2.3 Potenzialflächen für erneuerbare Energien und Speicherlösungen (Freiflächen)

Um Potenziale an erneuerbaren Energien für die Umgestaltung bzw. den Ausbau von Fernwärme zu identifizieren, müssen zunächst geeignete Flächen ausfindig gemacht werden. Deshalb wurde zur Quantifizierung und Verortung der erneuerbaren Potenziale ein Flächenscreening durchgeführt. Die dabei identifizierten Flächen bieten die Grundlage zur Bestimmung des Potenzials von Umweltwärme (Solarthermie, Luftwärme, oberflächennahe Geothermie) sowie Tiefengeothermie für Nah- und Fernwärme. Zudem können die Flächen für Speicherlösungen, wie Erdbecken, Akquiferspeicher oder Tankspeicher in Betracht gezogen werden.

Im Rahmen der Flächenanalyse wurden sämtliche Flächen des Planungsgebietes ausgeschlossen, die mindestens einer der folgenden Einschränkungen unterliegen:

Flächen, die

- vorhandenen Siedlungs-, Verkehrs-, Gewässer-, Wald und Naturschutzflächen zugeordnet werden können,
- nach Flächennutzungsplan oder zur Verfügung gestellten Bebauungsplänen bereits anderweitig verplant sind,
- sich unterhalb von Freileitungen befinden,
- kleiner als 1 ha sind,
- einen großen Abstand (> 500 m) zu Siedlungsflächen aufweisen oder
- hohe Ackerzahlen haben.

Auf dieser Basis konnten die in Abbildung 29 dargestellten Flächen identifiziert werden. Größere Potentialflächen lassen sich insbesondere im Umfeld der Kernstadt ausfindig machen. Optionen gibt es vor allem im Westen und Nordwesten sowie Osten und Südosten der Stadt. Auch in Alt Falkenhagen kommen Flächen für erneuerbare Energien infrage. In Bezug auf die anderen Ortsteile finden sich hingegen keine nennenswerten Potenzialflächen, was Einfluss auf die spätere Betrachtung möglicher Nahwärme in diesen Ortsteilen nimmt.

Abzüglich von PV-Prioritätsflächen (entlang der Bahnstrecke) ergeben sich im Planungsgebiet Potenzialflächen von ca. 370 ha mit hinreichendem Platz für Erzeugertechnologien und / oder Speicher. Das Flächenangebot ist grundsätzlich ausreichend, um mögliche Fernwärmebedarfe der Stadt Waren (Müritz) durch Erneuerbare zu versorgen. Es ist jedoch zu erwähnen, dass teils längere Wegstrecken zwischen den Flächen und möglichen Anschlusspunkten an ein Wärmenetz bestehen. Dies ist aus Gründen der Systemeffizienz als suboptimal anzusehen. Unter Verfolgung eines ambitionierten Klimaschutzes wird empfohlen, in der Aktualisierung des Flächennutzungsplans den Klimaschutz stärker für Flächen in der Kernstadt in den Fokus zu rücken und eine Umnutzung geeigneter Flächen anzustreben. Um in diesem Zusammenhang geeignete Flächen zu identifizieren, wurde ein zweites Screening mit Fokus auf die Kernstadt durchgeführt. Hierbei wurden die o.g. Ausschlussparameter sukzessive adaptiert.

Dabei war es möglich, zwei Flächen in Waren-West ausfindig zu machen, die sowohl aufgrund ihrer Geometrie und Größe als auch der Lage mit Bezug zu möglicher Fernwärme für erneuerbare Energien und Speicher interessant sind. Beide Flächen gelten jedoch als B-Plan-Gebiet, sodass eine entsprechende Umnutzung zu prüfen ist. Für das weitere Vorgehen werden deshalb zunächst die Flächen im Umfeld der Kernstadt priorisiert betrachtet. Die nachfolgende Abbildung 29 gibt einen Überblick über alle im Rahmen des Screenings identifizierten Flächen und ihrer möglichen Nutzung im Rahmen der Wärmewende. Hervorgehoben sind hierbei auch Flächen, die als PV-Prioritätsflächen gelten und damit einer gewissen Nutzungskonkurrenz unterliegen.

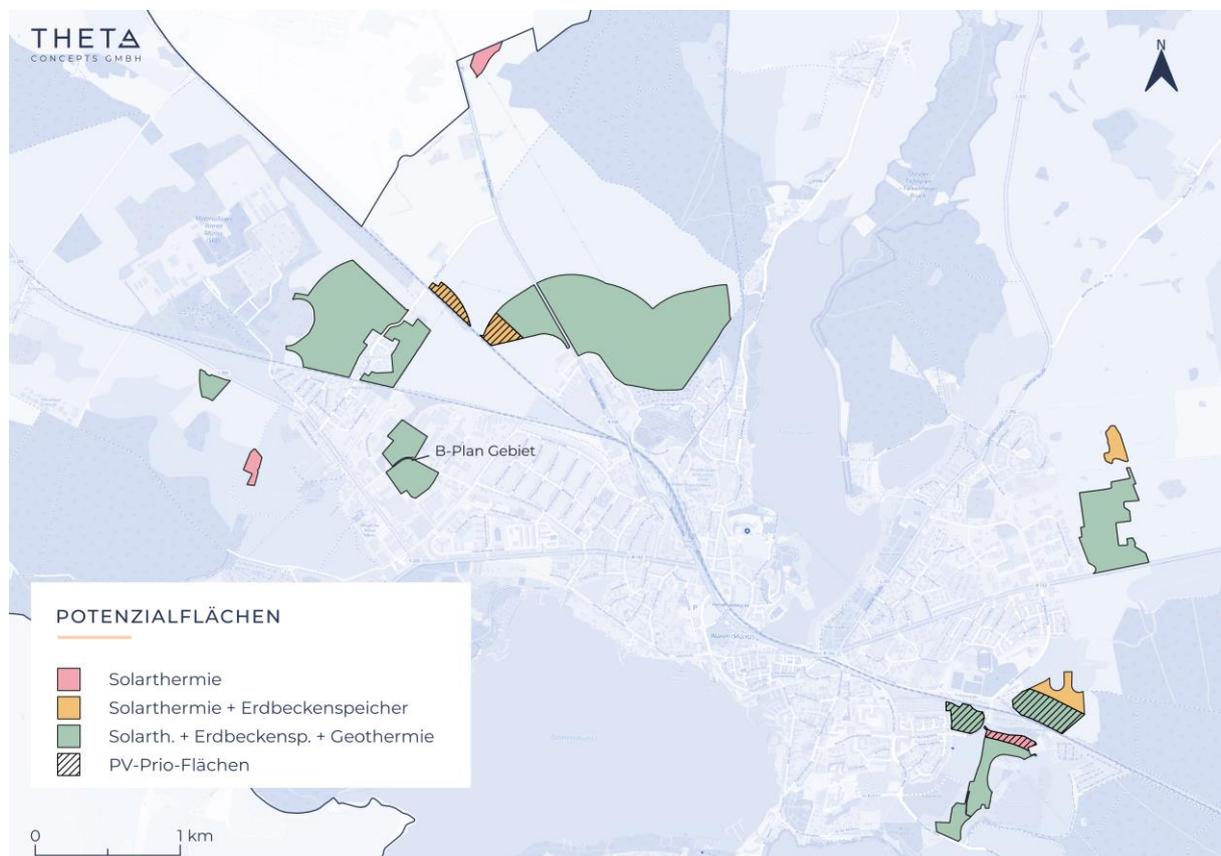


Abbildung 29: Potenzialflächen für erneuerbare Energien und Speicher im Planungsgebiet

In Bezug auf das Flächenscreening ist weiterhin folgendes auszuführen. Trotz des verhältnismäßig hohen flächenmäßigen Anteils von Gewässern, finden sich keine nennenswerten Potenzialflächen in Ufernähe. Dies ist vor allem auf den dort geltenden Naturschutz zurückzuführen. Grundsätzlich bietet die Seenlandschaft

ein großes thermisches Potenzial, das durch geeignete Technologien, wie Großwärmepumpen (Seethermie) technisch erschlossen werden kann. Die fehlende Zugänglichkeit steht einer technischen Nutzung jedoch entgegen. Deshalb wird empfohlen, die Möglichkeiten zur stellenweisen Aufhebung des Naturschutzes gutachterlich zu prüfen, insbesondere im Zusammenhang mit dem übergeordneten Ziel der Klimaneutralität und dem damit verbundenen übergeordneten Interesse.

5.2.4 Geothermie (Erdwärme)

Bei Geothermie wird die thermische Energie des Erdreichs nutzbar gemacht. Je nach Tiefe des genutzten Reservoirs unterscheidet man oberflächennahe Geothermie, mitteltiefe Geothermie oder Tiefengeothermie.

Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie nutzt die Erdwärme aus den oberen Erdschichten, typischerweise bis zu einer Tiefe von etwa 400 Metern. Das Erdreich besitzt ggü. der Umgebungsluft insbesondere in der Heizperiode ein höheres Temperaturniveau und unterliegt geringeren zeitlichen Schwankungen. So kann auf Basis des Reservoirs im Erdreich eine Wärmepumpe effizient zur Versorgung einzelner Gebäude oder kleiner Nahwärmenetze Verwendung finden. Die Reservoirtemperatur unterscheidet sich je nach adressierter Tiefe. Aufgrund des thermischen Gradienten nimmt die Erdtemperatur etwa 3 K je 100 m in Richtung Erdkern zu. Für Anwendungen in unmittelbarer Nähe zur Erdoberfläche liegt die Reservoirtemperatur je nach Standort bei 8-12 °C. Bei Oberflächennaher Geothermie bis 400 m kann die Reservoirtemperatur je nach Lage auf bis zu 25 °C steigen, was eine sehr effiziente Versorgung durch Wärmepumpen ermöglicht.

Grundsätzlich gibt es in Abhängigkeit des Untergrundes, der verfügbaren Fläche und der angestrebten Tiefe verschiedene Technologien zur Erschließung der Erdwärme. Hier sind Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren, Erdwärmekörbe und -spiralen sowie Grundwasserwärmepumpen zu nennen. Da Erdwärmesonden aufgrund der adressierten Tiefe den geringsten Flächenbedarf aufweisen, wurden Erdwärmesonden als Gegenstand der Potenzialermittlung für dezentrale Versorgungslösungen verwendet.

Zentrale Aspekte zur Bewertung des Potenzials von oberflächennaher Geothermie sind die zu deckenden Wärmebedarfe, die verfügbaren Flächen, die Beschaffenheit des Untergrundes sowie vorhandene Wasserschutzgebiete. Vor allem die Verfügbarkeit von geeigneten Flächen entscheidet über die Tauglichkeit. Unter Berücksichtigung der genannten Parameter wurde das Potenzial für oberflächennahe Geothermie im Rahmen der Wärmeplanung quantifiziert und verortet. Hierfür wurden Sondenfelder (Bohrtiefe 100 m, Sondenabstand 7 m) nach VDI 4640 ausgelegt und auf Eignung für eine dezentrale Versorgung einzelner Gebäude geprüft. Hierbei sind Geodaten für die Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes eingeflossen. Basierend auf einer hauseigenen Methodik wurde für jedes Gebäude im Planungsgebiet geprüft, ob sich ein Sondenfeld auf dem jeweilig zugehörigen Grundstück umsetzen lässt und ob dies in hinreichender Größe möglich ist, um die Bedarfe des Gebäudes adäquat zu decken. Die Ergebnisse wurden anschließend auf Baublockebene aggregiert und sind in der nachfolgenden Abbildung 30 dargestellt. Grün gefärbte Baublöcke deuten auf eine hohe Eignung von Erdwärme auf Basis von Sonden(-feldern) hin, rote Blöcke indizieren hingegen eine fehlende Eignung. Dies resultiert entweder aus fehlenden Flächen, zu hohen Wärmebedarfen oder Wasserschutzgebieten. In Abbildung 30 ist zu erkennen, dass weite Teile des Planungsgebietes nicht durch oberflächennahe Geothermie zu versorgen sind, was vielfach auf zu dichte Bebauung und zu wenig vorhandene Fläche zurückzuführen ist. Flächendeckende Möglichkeiten für die dezentrale Nutzung von oberflächennaher Geothermie ergeben sich vorrangig in den Ortsteilen Neu und Alt Falkenhagen, Jägerhof sowie Schwenzin. Zudem können Teile der Kernstadt, wie die weniger dicht besiedelten Bereiche von Waren-West sowie Waren-Ost wahrscheinlich dezentral durch oberflächennahe Erdwärmepumpen versorgt werden. Insgesamt können durch Erdwärmepumpen etwa 107 GWh/a an Wärme bereitgestellt werden.

Diese Informationen dienen lediglich der Potenzialermittlung und stellen keine Technologieempfehlung dar. Welches Heizungssystem für die jeweiligen Gebäude technisch und wirtschaftlich sinnvoll erscheint ist im Einzelfall zu prüfen und im Abgleich mit anderen Technologien zu eruieren.

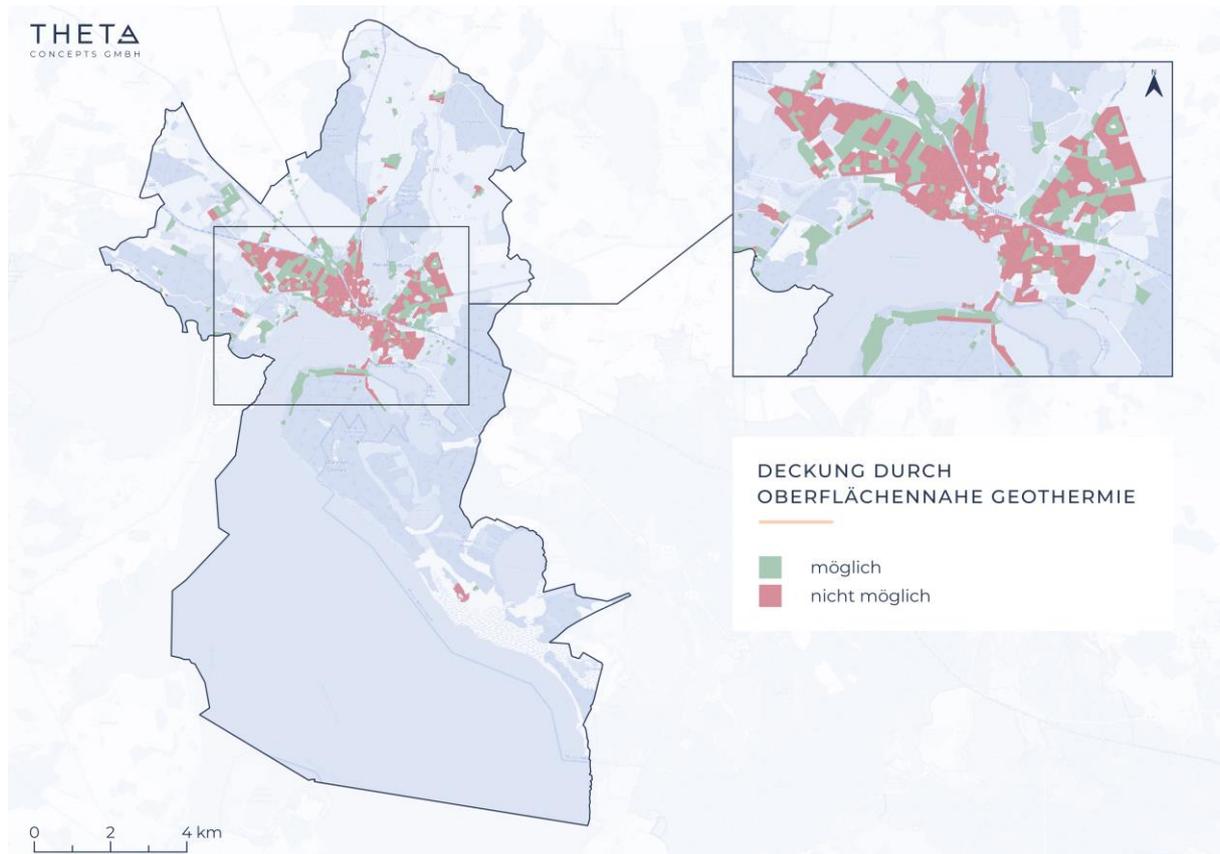


Abbildung 30: Eignungsgebiete für die dezentrale Versorgung durch oberflächennahe Geothermie (Sondenfelder, 100 m Tiefe)

Neben der dezentralen Versorgung einzelner Gebäude kann oberflächennahe Erdwärme auch für kalte Nahwärme in Betracht gezogen werden. Dies setzt eine entsprechende bauliche Struktur sowie vorhandene Potenzialflächen voraus. Die Möglichkeiten für eine zentrale Wärmeversorgung auf Basis oberflächennaher Geothermie werden deshalb im Rahmen der Szenarienentwicklung in Kapitel 6 thematisiert.

Mitteltiefe Geothermie und Tiefengeothermie

Mitteltiefe Geothermie bezieht sich auf Reservoirs in einer Tiefe von 400–1.000 m. Darüber hinaus ist von Tiefengeothermie die Rede. Im Bereich der Tiefengeothermie wird auf Reservoirs abgezielt, die Temperaturen von mehr als 50 °C aufweisen und damit für Wärmeanwendungen prädestiniert sind. Allerdings ist die Erschließung der Potenziale vergleichsweise risikobehaftet und mit hohen Investitionen verbunden. Diese Investitionen amortisieren sich lediglich bei hinreichendem Wärmeabsatz. Deshalb ist die Tiefengeothermie nur für

netzgebundene Wärme (Nah- und Fernwärme) in eine Wirtschaftlichkeit zu bringen. Der wesentliche Vorteil der Tiefengeothermie liegt in den hohen Reservoirtemperaturen, die nur eine geringfügige Anhebung auf die benötigten Netzvorlauftemperaturen erfordern. Die dafür notwendigen Großwärmepumpen können deshalb mit besonders wenig Stromeinsatz und hohen mittleren COPs agieren, was die operativen Kosten der Wärmeversorgung senkt. Um Tiefengeothermie wirtschaftlich darzustellen, müssen betreffende Anlagen möglichst viele Volllaststunden erreichen und sind deshalb bestenfalls als Grundlastanlagen zu planen.

Die Stadt Waren (Müritz) befindet sich im Norddeutschen Becken. Die Bedingungen für mitteltiefe, respektive Tiefengeothermie sind deshalb ausgesprochen gut. Aus diesem Grund hat Tiefengeothermie in Waren (Müritz) bereits lange Tradition. So wird das Fernwärmenetz Am Papenberg bereits seit 1984 mit Hilfe von Tiefengeothermie versorgt. Diese Anlage war zur Zeit der Inbetriebnahme die erste deutsche Tiefengeothermie-Anlage im Megawatt-Bereich.

Neben der bestehenden Anlage, die derzeit einer Effizienzmaßnahme unterzogen wird, ergibt sich weiteres Potenzial für Tiefengeothermie in Waren (Müritz). Tiefe Geothermie zielt auf Bohrtiefen von mehr als 1.000 m zur Erreichung von Heißwasser-Aquiferen mit Temperaturen von $> 50\text{ °C}$ ab. Die jeweilige Bohrtiefe hängt von den vorhandenen und nutzbaren Gesteinsschichten (Nutzungshorizonte) sowie erreichbaren Temperaturniveaus ab. Im Untergrund des Planungsgebietes konnten zwei Nutzungshorizonte identifiziert werden – die Unterkreide sowie der obere Keuper / Rhätsandstein. Die Unterkreide befindet sich in einer Tiefe von 1.000–1.200 m, der obere Keuper liegt im Planungsgebiet in einer Tiefe von schätzungsweise 1.500–2.000 m. Aufgrund seiner tieferen Lage erreicht der obere Keuper je nach Lokation Temperaturen von 50–70 °C. Die Unterkreide weist hingegen Temperaturen von 35–50 °C auf.

Unter Beachtung der Gesteinsformationen und ihrer hydrothermalen Eigenschaften sowie der erreichbaren Temperaturniveaus wurde die auf den Freiflächen (siehe Abschnitt 5.2.3) erschließbare thermische Leistung durch

Tiefengeothermie beziffert. Die erschließbaren Wärmeleistungen unter Nutzung des oberen Keupers sind in der nachfolgenden Abbildung 31 veranschaulicht.

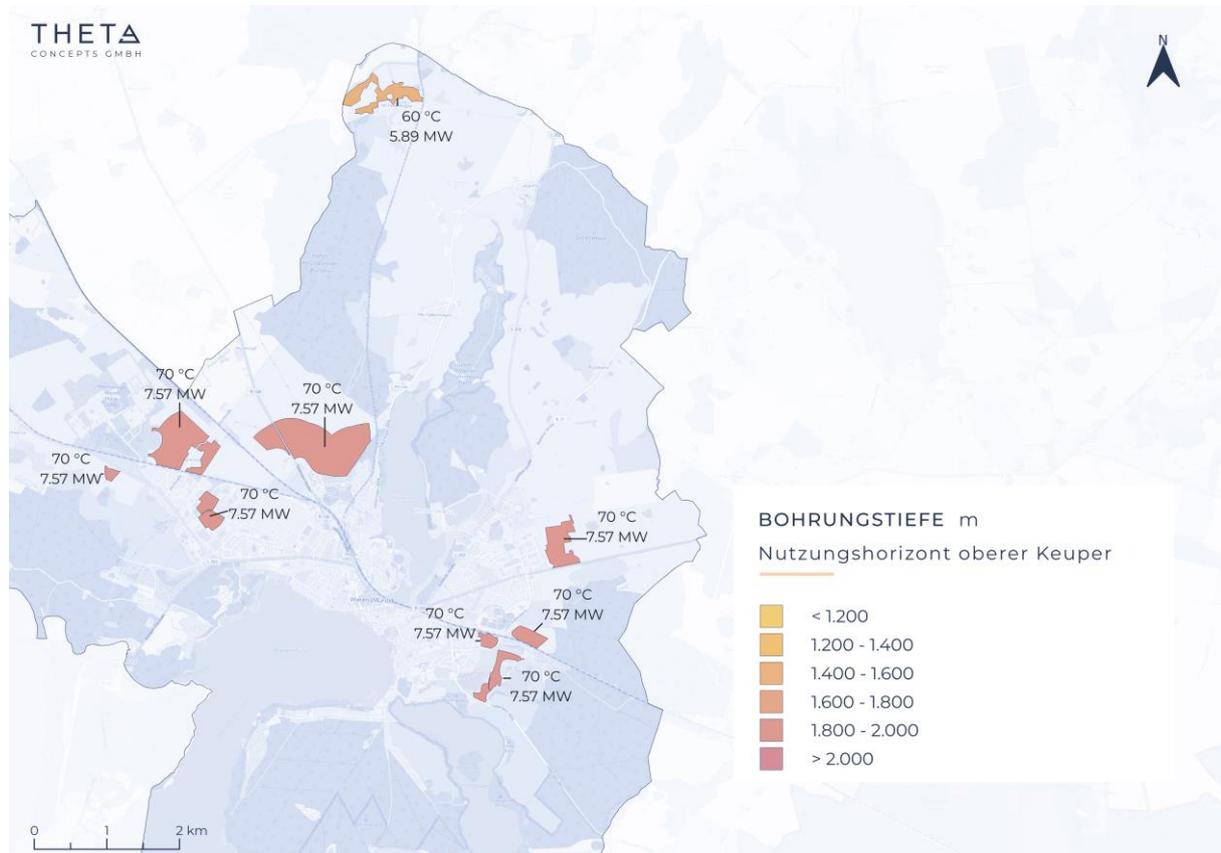


Abbildung 31: Potenzial von Tiefengeothermie in Waren (Müritz) auf Basis der identifizierten Potenzialflächen und einer Nutzung des oberen Keupers

Aus Abbildung 31 lässt sich entnehmen, dass sich mit Ausnahme der nördlich gelegenen Potenzialflächen kaum Unterschiede im geothermischen Potenzial des oberen Keupers ergeben. Dies ist auf die Ähnlichkeit der Gesteinsformation zurückzuführen. Auf allen relevanten Potenzialflächen um die Kernstadt herum lässt sich ein Reservoir mit 70 °C erschließen, das eine Wärmequelleleistung von etwa 7,57 MW erlaubt. Inklusiv Wärmepumpe kann eine Bohrungsdublette etwa 11,36 MW an Leistung aus dem oberen Keuper bereitstellen. Das entspricht einem energetischen Potenzial von ca. 79,5 GWh/a. Damit kann die Tiefengeothermie unter Nutzung des oberen Keupers einen signifikanten Beitrag zur Wärmewende in Waren (Müritz) leisten. Da sich der obere Keuper jedoch in einer Tiefe > 1.500 m befindet, ist die Erschließung mit hohen Investitionskosten sowie vergleichsweise hohem Risiko verbunden, das durch weiterführende Analysen abzufedern ist.

Eine weitere Option für Tiefengeothermie stellt die Nutzung der Unterkreide dar. Diese Gesteinsformation ist weniger tief gelegen, bietet aber dennoch ein Reservoir mit Wassertemperaturen von bis zu 50 °C. Wie die Abbildung 32 darlegt, ergeben sich in der Unterkreide größere räumliche Unterschiede, sowohl in Bezug auf die erschließbare Reservoirtemperatur als auch hinsichtlich der möglichen Wärmequellleistungen. Die Differenzen in der Wärmequellleistung sind vor allem auf Unterschiede in der Mächtigkeit der Unterkreide zurückzuführen. Sinnvolle Möglichkeiten zur Nutzung ergeben sich vor allem auf den Potenzialflächen im Osten und Südosten. Hier ist die Mächtigkeit vergleichsweise hoch, was eine Wärmequellleistung von ca. 0,8 MW erlaubt. Inklusive Wärmepumpe könnten so 1,2 MW aus der Unterkreide bereitgestellt werden, was ca. 8,5 GWh/a entspricht. Diese Daten korrelieren mit dem Standort der bestehenden Geothermie-Anlage (Heizhaus Am Papenberg) im Südosten der Kernstadt. Höchstwahrscheinlich wird sich im selben Gebiet keine zweite Anlage umsetzen lassen, sodass der obere Keuper unter Nutzung von Potenzialflächen im Westen die bessere Option darstellt.

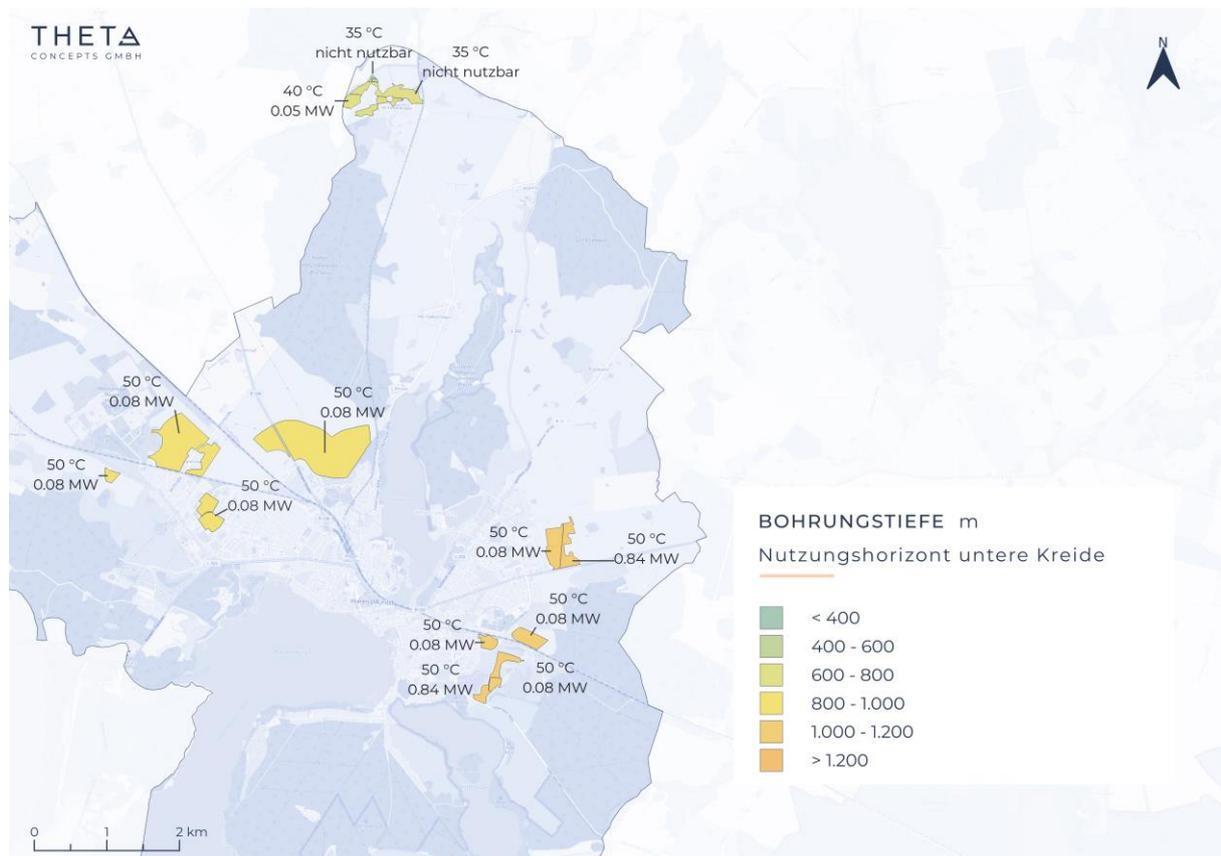


Abbildung 32: Potenzial von Tiefengeothermie in Waren (Müritz) auf Basis der identifizierten Potenzialflächen und einer Nutzung der Unterkreide

Die Quantifizierung und Bewertung von Tiefengeothermie ist auf Basis der Datenlage mit hohen Unsicherheiten verbunden. Zur Abfederung des Erschließungsrisikos wird deshalb dringend ein weiterführendes Gutachten empfohlen. Dennoch lässt sich auf Basis der vorhandenen Daten feststellen, dass Tiefengeothermie insbesondere unter Nutzung des oberen Keupers einen wertvollen Beitrag zur Wärmewende in Waren (Müritz) liefern kann. Tiefengeothermie ist deshalb als eine Leittechnologie für die Transformation der Warener Fernwärme anzusehen. Es sind hinreichend geeignete Potenzialflächen vorhanden und die geologischen Strukturen sind günstig. Dennoch ist die Tiefengeothermie im Hinblick auf die Erschließung kostenintensiv und nur bei hinreichendem Absatz wirtschaftlich darstellbar. Dies schließt eine Nutzung in den externen Ortslagen trotz vorhandener Potenzialflächen weitgehend aus.

5.2.5 Solarpotenziale (Solarthermie)

Das einfallende Sonnenlicht besitzt thermische Energie, die durch entsprechende Kollektoren nutzbar gemacht werden kann (Solarthermie). Solarthermie lässt sich sowohl auf Freiflächen zur Versorgung von Nah- und Fernwärme einsetzen, als auch auf Dachflächen zur Unterstützung dezentraler Versorgungskonzepte. Im dezentralen Bereich kommt Solarthermie vor allem zur Warmwasseraufbereitung oder zur Heizungsunterstützung für einzelne Gebäude zum Einsatz. Das erschließbare Potenzial hängt dabei von verschiedenen Faktoren ab, darunter der Standort, die Dachfläche, deren Ausrichtung, die Neigung sowie Verschattung. Das Solarthermie-Potenzial unterliegt in den nördlichen Breitengrade erheblichen saisonalen Schwankungen, mit einem signifikanten Überangebot in den Sommermonaten sowie moderatem bis geringem Potenzial während der Heizperiode. Dieses natürliche Verhalten erschwert die technische Nutzung. Aufgrund der stark schwankenden Leistungsabgabe und der überlagerten saisonalen Schwankung kann ohne adäquates Speicherkonzept nur ein geringer Teil des Solarpotenzials nutzbar gemacht werden. Insbesondere Freiflächen-Solarthermie erfordert deshalb saisonale Speicherung, z.B. durch Erdbeckenspeicher sowie ggf. Pufferspeicher, da die sommerliche Peakleistung oft die Kapazitäten eines Fernwärmenetzes weit überschreitet.

Freiflächen-Solarthermie

Mit Hilfe eines Einstrahlungsverlaufs für Waren (Müritz) konnten unter Annahme von Flachkollektoren die Solarpotenziale für die in Abschnitt 5.2.3 identifizierten Freiflächen ermittelt werden. Das solarthermische Potenzial der Freiflächen ist in der nachfolgenden Abbildung 33 veranschaulicht.

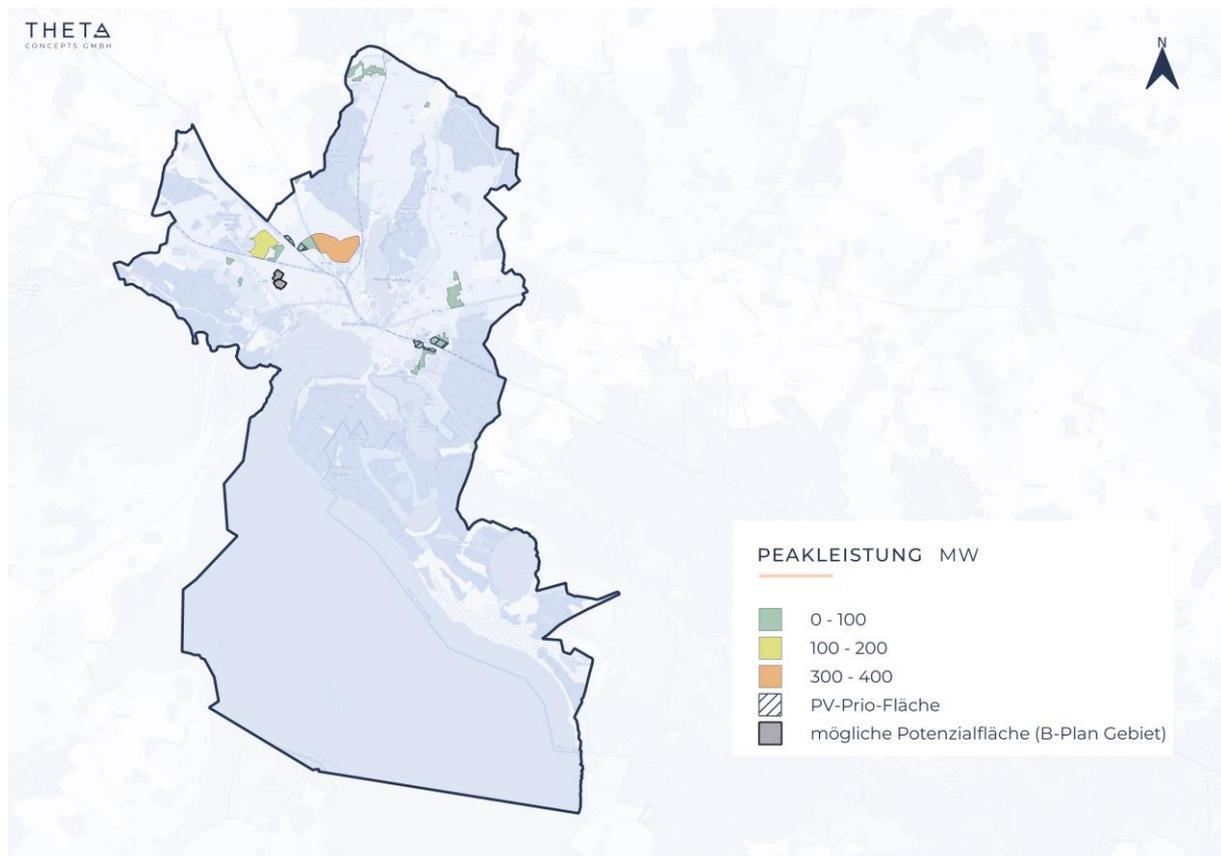


Abbildung 33: Potenziale von Freiflächen-Solarthermie unter Annahme von Flachkollektoren

Unter Vernachlässigung der in Abbildung 33 schraffierten PV-Prioritätsflächen entlang der Bahntrasse beläuft sich das summierte technische Potenzial für Solarthermie auf den Freiflächen auf etwa 607 GWh/a. Von besonderem Interesse ist hierbei die große zusammenhängende Potenzialfläche im Norden der Stadt, die ausreichend Potenzial für die bestehende Fernwärme sowie sich ergebende Bedarfe an Verdichtung und Ausbau bietet. Die Peakleistung einer dort potenziell errichteten Anlage beläuft sich auf ca. 350 MW, was einem Vielfachen der Peakleistung der heutigen Fernwärme entspricht. Hier bedarf es daher eines passenden Speicherkonzeptes.

Neben dem Potenzial von Solarthermie wurde auch das PV-Potenzial auf den Freiflächen quantifiziert. Jenes beläuft sich auf ca. 229 GWh/a. Ca. 22 GWh/a entfallen hierbei auf die in Abbildung 33 illustrierten Vorzugsflächen.

Dachflächen-Solarthermie

Neben dem solarthermischen Potenzial der Freiflächen wurde auch das Dachflächen-Potenzial quantifiziert. Hierbei wurde eine hauseigene Methodik genutzt, um die Dachflächen mittels DOM- und ALS-Daten durch Polygone zu approximieren und mögliche Dachflächen sowie deren Ausrichtung zu beziffern. Basierend auf dem beschriebenen Vorgehen wurde das solarthermische Potenzial aller zu beheizenden Gebäude im Planungsgebiet quantifiziert und auf Baublockebene aggregiert. Die nachfolgenden Abbildung 34 und Abbildung 35 veranschaulichen das solarthermische Potenzial der Dachflächen.

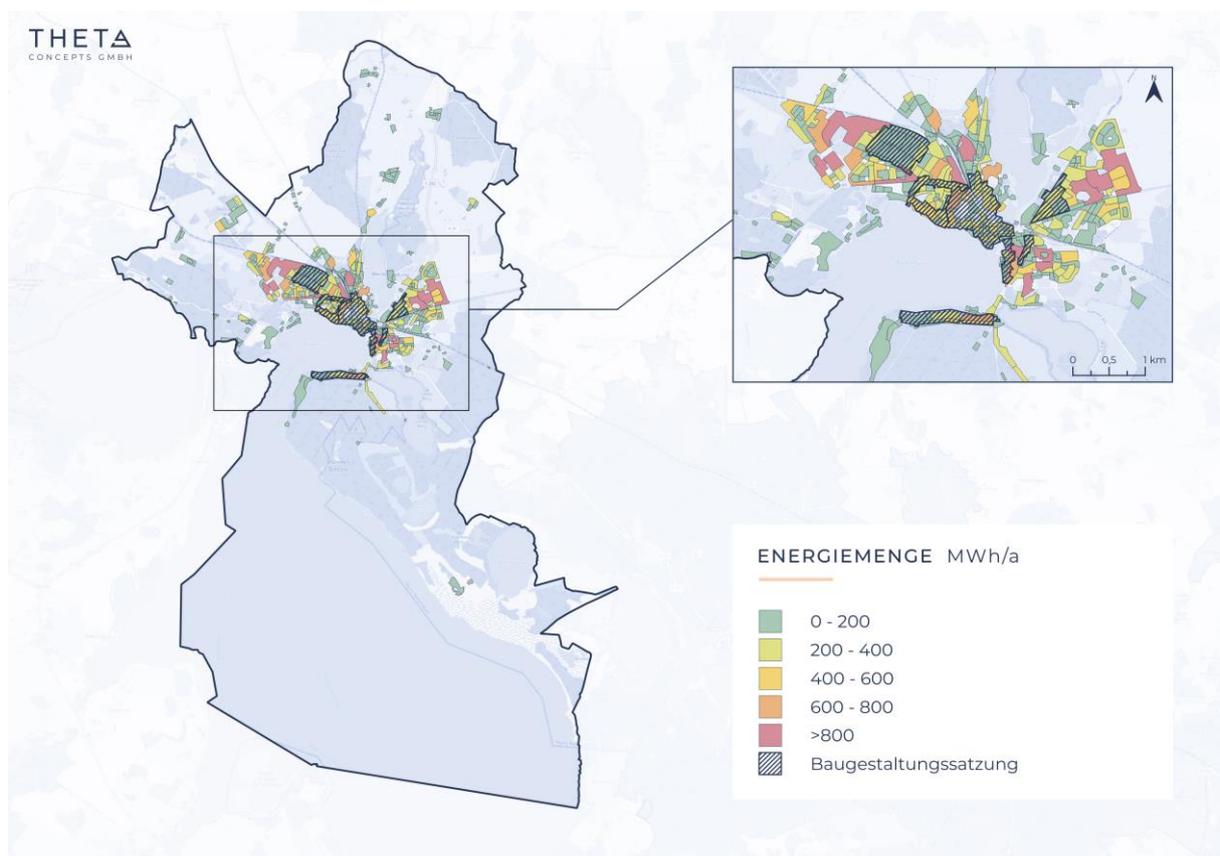


Abbildung 34: Solarthermisches Potenzial von Dachflächen inkl. Kennzeichnung von Flächen mit Baugestaltungssatzung (Exkludiert Wohngebiet BP 24 A, da bauliche Strukturen / Ausrichtung nicht hinreichend bekannt)

Anhand der Abbildung 34 wird ersichtlich, dass sich die größten Potenziale im Bereich der Gewerbe- und Industriegebiete ergeben. Dies ist primär auf die großen zusammenhängenden Dachflächen mit teils sehr günstiger Ausrichtung zurückzuführen. Die mit Solarthermie erschließbare Energie ist zum Teil erheblich

und beläuft sich auf mehr als 800 MWh/a pro Baublock. Insgesamt beträgt das Dachflächensolarthermiepotenzial aller zu beheizenden Gebäude etwa 82 GWh/a. Mit Abzug von Gebäuden, die der Baugestaltungssatzung unterliegen, beläuft sich das Potenzial noch auf 56 GWh/a. Anhand von Abbildung 35 wird jedoch ersichtlich, dass Solarthermie nicht als Solitärlösung genutzt werden kann, sondern lediglich als Unterstützung der Heizungsanlage oder zur Warmwasseraufbereitung eingesetzt werden kann. Dies verdeutlicht der Deckungsgrad der anfallenden Bedarfe, der sich, mit wenigen Ausnahmen, auf höchstens 60 % beläuft.

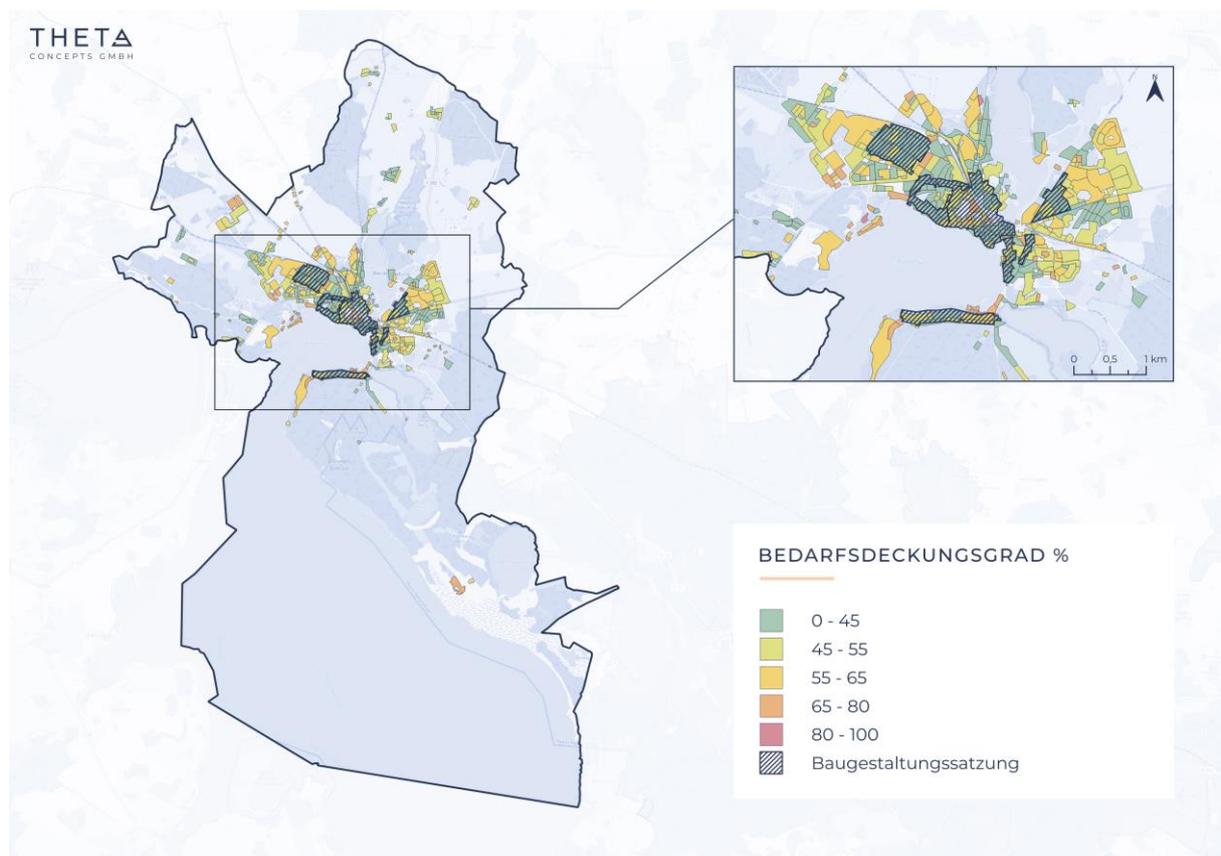


Abbildung 35: Deckungsgrad des Wärmebedarfs durch Solarthermie auf Dachflächen inkl. Speicher (Exkludiert Wohngebiet BP 24 A, da bauliche Strukturen / Ausrichtung nicht hinreichend bekannt)

Analog zu den Freiflächen wurde auch das PV-Potenzial der Dachflächen quantifiziert und auf Baublöcke aggregiert. Das kumulierte Dachflächen-PV-Potenzial beläuft sich auf ca. 97 GWh/a, bzw. 69 GWh/a unter Abzug von Dachflächen, die unter die Baugestaltungssatzung fallen. Aufgrund der Nutzungskonkurrenz zwischen Photovoltaik und Solarthermie ist abzuwägen, welche Technologie über die Dachflächen einen größeren Beitrag liefern kann.

5.2.6 Fluss- und Seethermie

Fluss- bzw. Seethermie bezeichnet die Nutzung der thermischen Energie von fließenden oder stehenden Gewässern. Gewässer sind thermische Energiespeicher, deren Temperatur in den Wintermonaten oft oberhalb der umgebenden Luft liegt. Auf diese Weise erlauben Seen und Flüsse auch in den Heizperioden den effizienten Betrieb von Großwärmepumpen für Nah- oder Fernwärmelösungen. Eine zentrale Herausforderung in der Erschließung von Seethermie sind jedoch die geringen Wassertemperaturen um den Gefrierpunkt zum Höhepunkt der Heizperioden. Vereisung führt bei konventionellen Wärmeentzug aus dem Gewässer zu einer verminderten Leistung oder fehlender Funktionstüchtigkeit konventioneller Wärmepumpen. Dies begrenzt die Volllaststunden zum Teil erheblich. Neuere Konzepte für Seewasser-Wärmepumpen mit Vakuumeis- bzw. Direktverdampfung können auch bei niedrigen Temperaturen um den Gefrierpunkt agieren und nutzen neben der sensiblen Enthalpie die Phasenwechselenthalpie des Wassers. Auf diese Weise kann Seethermie auch in den Wintermonaten zuverlässig Wärme bereitstellen. Hier ist allerdings zu prüfen, inwiefern diese Technologie bereits Serienreife besitzt und für größere Anwendungen wirtschaftlich darstellbar ist. Nähere Informationen zur Seethermie, dem Funktionsprinzip der Anlagen, wirtschaftlichen sowie genehmigungsrechtlichen Aspekten finden sich in [11].

Bei der Bewertung und Quantifizierung des Potenzials von Seethermie im Planungsgebiet wurde sich an der Checkliste [11], S. 118 orientiert. Waren (Müritz) befindet sich inmitten zahlreicher Gewässer. Sowohl der Feisnecksee als auch die Müritz und der Tiefwareensee sind Gewässer innerhalb des Planungsgebietes, die aufgrund ihrer Größe grundsätzlich für eine Betrachtung von Seethermie infrage kommen. Uferzonen der Gewässer weisen Nähe zu Siedlungsgebieten mit Eignung für Nah- oder Fernwärme auf. Der Feisnecksee ist jedoch für weitere Betrachtungen nicht zu berücksichtigen, da er ein geschütztes Biotop darstellt. Darüber hinaus unterliegen die Uferzonen des Tiefwareensees sowie der Binnenmüritz abseits von Siedlungsflächen nahezu vollständig dem Naturschutz, was die Zugänglichkeit erschwert. Unter diesen Randbedingungen lassen sich lediglich vereinzelt Uferstandorte identifizieren, die für technische Anwendungen relevant sein

könnten. Keiner der identifizierten Standorte befindet sich in Nähe zu einer unter Abschnitt 5.2.3 gefundenen Potenzialfläche, sodass die Uferstandorte nur bedingt für Wärmeanwendungen / Seethermie infrage kommen. Des Weiteren befinden sich die Standorte an der Binnenmüritz in größerer räumlicher Entfernung zu Siedlungsgebieten mit Wärmenetzeignung. Lediglich an der Ostseite des Tiefenwareensees befindet sich ein möglicher Standort, der für eine Seethermie-Wärmepumpe interessant sein könnte. Mögliche Standorte sowie Naturschutzflächen, die im Zusammenhang zur Erschließung von Seethermie stehen, sind in der nachfolgenden Abbildung 36 abgebildet.

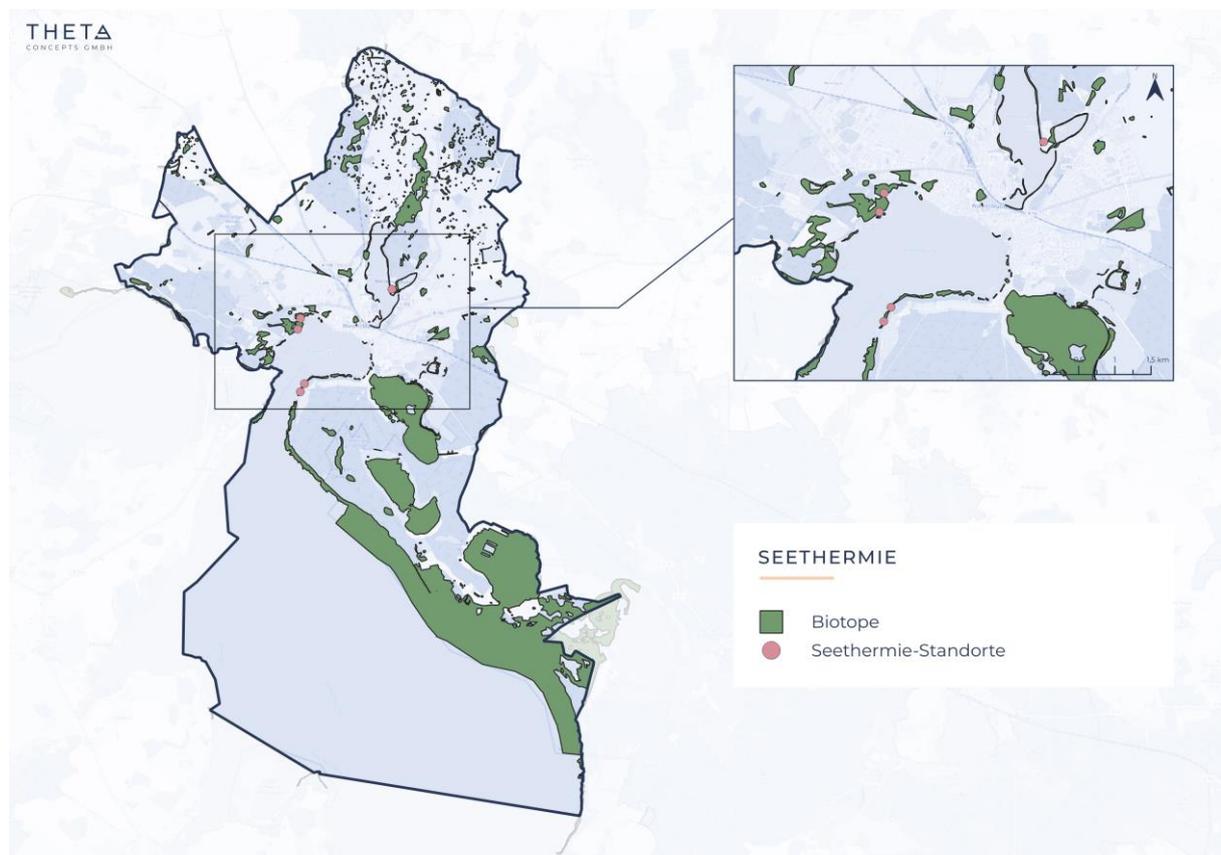


Abbildung 36: Naturschutzzonen an den Gewässern sowie Darstellung von potenziellen Seethermie-Standorten

Unter Berücksichtigung der Gewässergröße, einer realisierbaren Temperaturspannung und Entnahme- sowie Rückführungsmengen wird das Potenzial einer Seethermie-Wärmepumpe in der Binnenmüritz mit ca. 10 MW bemessen. Analog ergibt sich für den Tiefenwareensee eine max. Leistung der Großwärmepumpe von 2 MW. Unter Annahme einer gewöhnlichen Großwärmepumpe sowie konserva-

tiven Abschätzung der Volllastbetriebsstunden mit 4.380 h/a ergibt sich durch Seethermie ein Potenzial von mindestens 52,5 GWh/a. Die realisierbaren Betriebsstunden einer Vakuum-Eis-Anlage liegen sehr wahrscheinlich noch höher, was das energetische Potenzial begünstigt.

Seethermie kann einen wertvollen Beitrag für die Wärmewende in Waren (Müritz) leisten, allerdings muss die Realisierbarkeit im Einzelfall durch weiterführende Gutachten geprüft werden. Herausforderungen stellen vor allem der Naturschutz in Ufernähe und die damit verbundene ungünstige Lage möglicher Potenzialstandorte dar. Auf Basis der hier identifizierten Standorte an der Müritz ist eine Seethermie voraussichtlich nicht wirtschaftlich darstellbar bzw. wettbewerbsfähig zu anderen Technologien. Auf Basis der Datenlage scheint lediglich der Standort am Tiefenwareensee für weiterführende Betrachtungen relevant.

5.2.7 Luftwärme

Die Nutzung des thermischen Potenzials der umgebenden Luft via Luftwärmepumpe stellt ebenfalls eine Option für die Wärmeversorgung dar. Typisch ist insbesondere der Einsatz von Luftwärmepumpen als dezentrale Versorgungslösung einzelner Gebäude oder kleinerer Gebäudenetze. Jedoch ist auch der Einsatz großer Luftwärmepumpen auf Freiflächen zur Versorgung von Nah- und Fernwärme denkbar [12, 13] Mittlerweile sind Anlagen zwischen 5 MW und 10 MW realisierbar. Aufgrund der recht einfachen Integration und überschaubarer Platzbedarfe sind diese Anlagen vor allem für die kurz- bis mittelfristige Transformation von Bestandsnetzen oder zur Versorgungsunterstützung im Netzausbau eine interessante Lösung. Ein Nachteil großer Luftwärmepumpen im Zusammenwirken mit Fernwärme sind die vergleichsweise schlechten COPs und damit verbundenen Kosten durch die zu erreichenden Temperaturniveaus.

Große Möglichkeiten für den Einsatz der Luftwärmepumpe ergeben sich bei der dezentralen Versorgung. Insbesondere in Verbindung mit einer hohen Energieeffizienz im Gebäude und vorhandenen Flächenheizungen ist der Einsatz von Luftwärmepumpen ein kosteneffizienter und sinnvoller Ansatz. Aber auch für viele Bestandsgebäude in teilsaniertem Zustand kann der Einsatz von Luftwärmepumpen funktionieren. Um das Potenzial für Luftwärmepumpen im

Planungsgebiet zu quantifizieren, wurde, ähnlich zur Potenzialanalyse für dezentrale Erdwärmepumpen, eine eigene Methodik entwickelt. Diese prüft die Eignung für sämtliche zu beheizende Gebäude im Planungsgebiet und aggregiert die Daten baublockbezogen. Die Eignungsprüfung erfolgt auf Basis verfügbarer Flächen und einer Auslegung der für die Beheizung eines Gebäudes erforderlichen Wärmepumpe. Hierbei wird die Wärmepumpe entsprechend der Heizlast des Gebäudes dimensioniert und damit korrelierend der Bedarf an Aufstellfläche ermittelt. Es wird geprüft, ob sich geeignete Flächen auf dem Grundstück befinden, diese in hinreichendem Abstand (≥ 2 m) zum Nachbargrundstück gelegen sind und sich in sinnvollem Abstand zum zu beheizenden Gebäude befinden. Das beschriebene Vorgehen ist in der nachfolgenden Abbildung 37 illustriert.

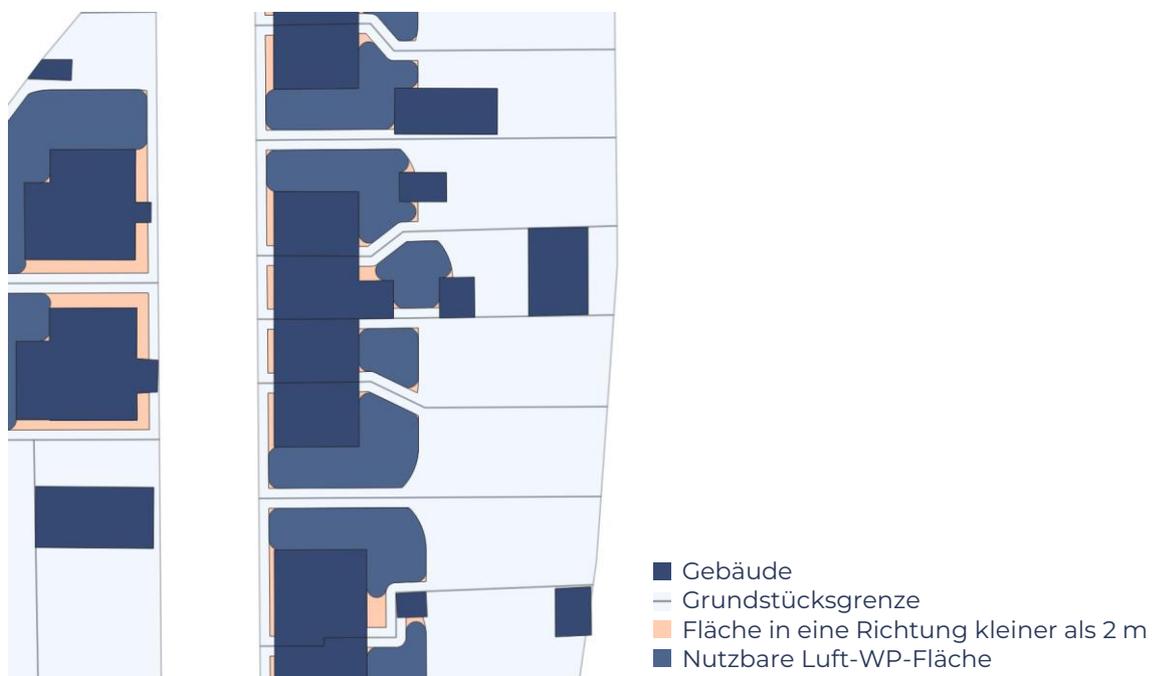


Abbildung 37: Datengetriebene Methode zur Eignungsprüfung von Luftwärmepumpen für sämtliche zu beheizende Gebäude im Planungsgebiet auf Basis verfügbarer Flächen und Heizlasten

Auf Grundlage der ausgeführten Methode ist eine Quantifizierung und Verortung des Potenzials dezentraler Luftwärmepumpen möglich, wie in Abbildung 38 veranschaulicht. Grundsätzlich lässt sich anhand der Karte erkennen, dass sich viele Baublöcke im Planungsgebiet vollständig durch dezentrale Wärmepumpen versorgen lassen. Dies gilt sowohl für die peripheren Ortslagen als auch für die

Kernstadt. Allerdings sind die Potenziale im Bereich der Altstadt, Am Torfbruch, in Teilen des Nesselbergs, des Papenbergs, von Waren-Nord sowie Waren-West begrenzt. Hier ist kein flächendeckender Einsatz möglich.

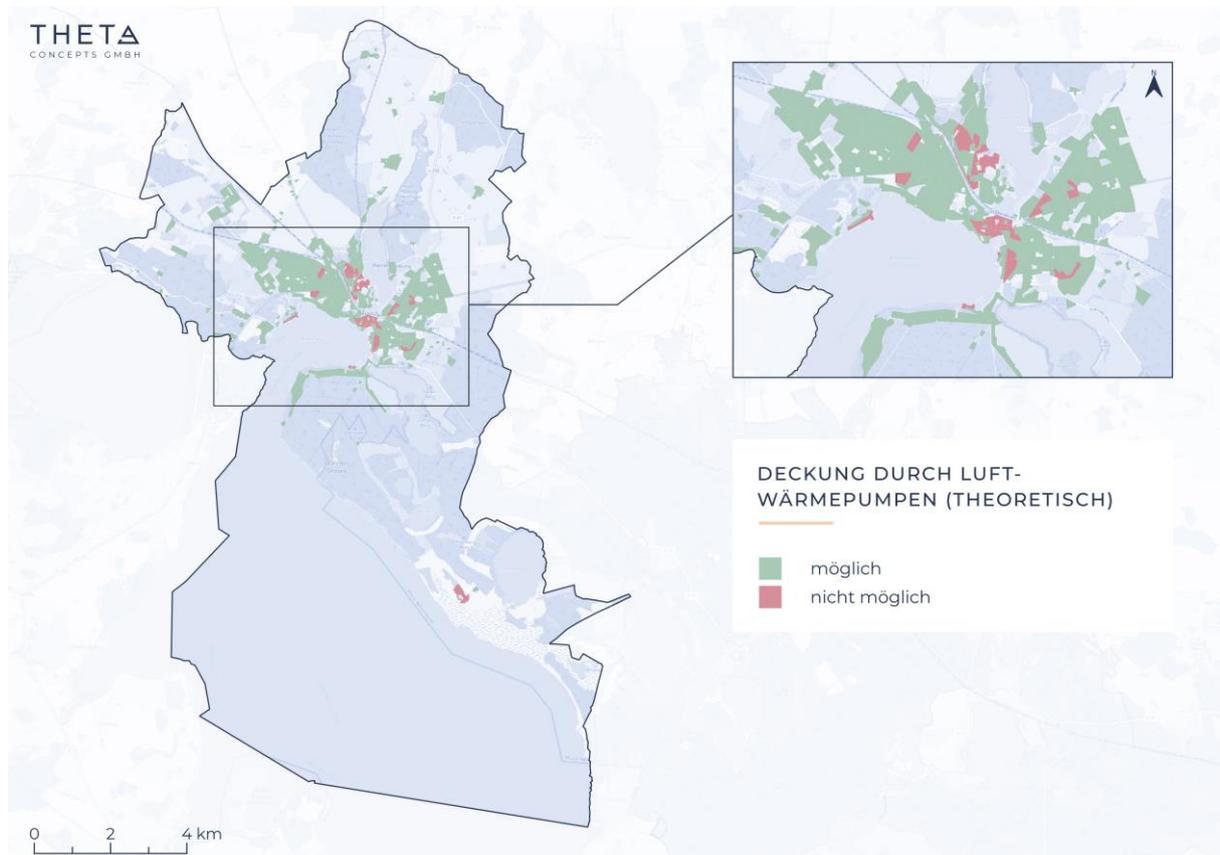


Abbildung 38: Eignungsgebiete für die dezentrale Versorgung durch Luftwärmepumpen (ohne Berücksichtigung ggf. vorliegender Überschreitung von Geräuschimmissions-Grenzwerten)

Ein zentrales Thema bei der flächendeckenden Einführung von Luftwärmepumpen sind die Geräuschemissionen, hervorgerufen durch die Verdichter der Außen-einheiten. Dies kann vor allem in dichter besiedelten Gebieten zu Problemen führen und die Durchdringung von Luftwärmepumpen limitieren. Um Problemen in der Akzeptanz von Luftwärme vorzubeugen, wurde der energietechnischen und flächenbezogenen Potenzialermittlung eine Schallindikation überlagert. Hierbei wird eine multi-direktionale Schallausbreitung und Überlagerung von Schall-quellen analysiert und hinsichtlich einer Grenzwertüberschreitung nach TA Lärm „6.1 Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden“ [14] untersucht. In diesem Kontext wurden die gemäß Hauptnutzungsart des Baublockes geltenden TA Lärm Immissionsrichtwerte angesetzt. Abbildung 39

visualisiert die indikativen Schallimmission aufgrund eines flächendeckenden Einsatzes von Luftwärmepumpen im Planungsgebiet.

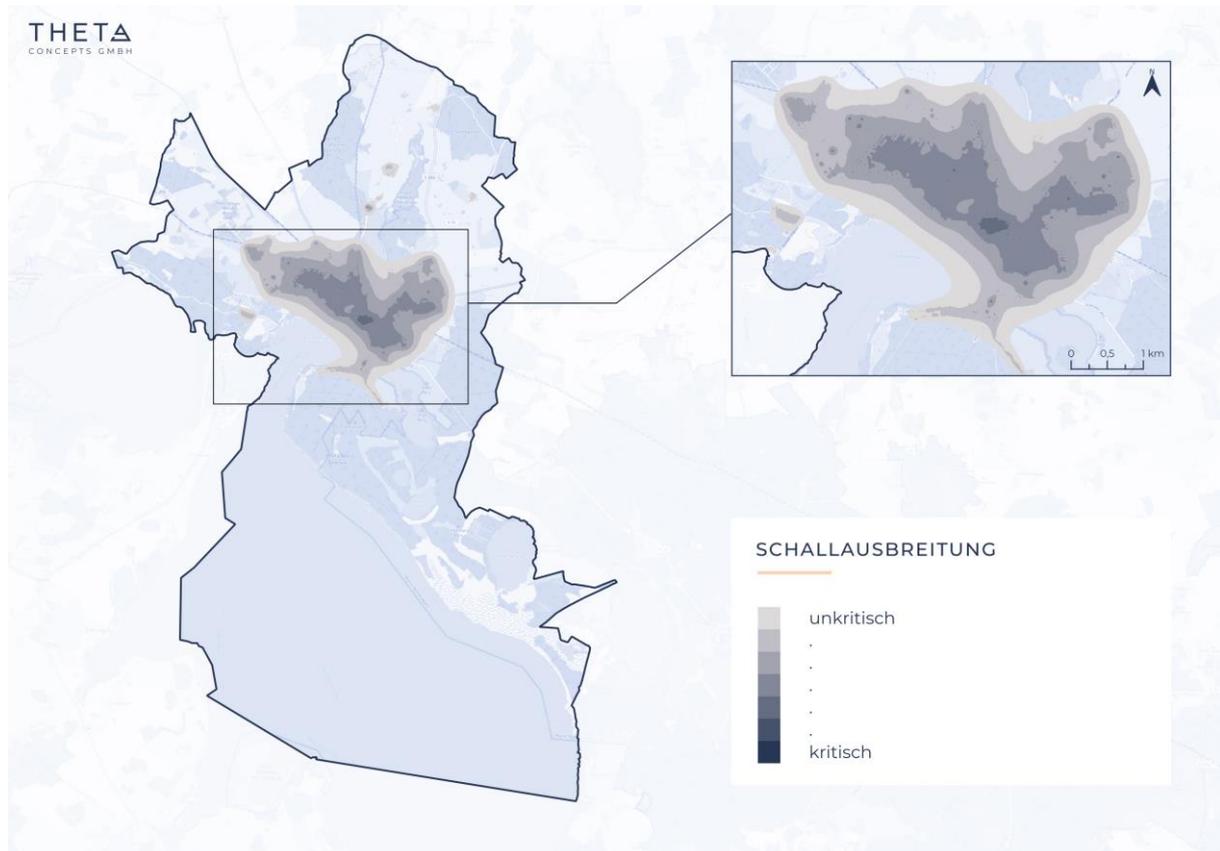


Abbildung 39: Qualitative Schallindikation durch flächendeckenden Einsatz von Luftwärmepumpen

Aus Abbildung 39 ist zu erkennen, dass der flächendeckende Einsatz von Wärmepumpen insbesondere in den verdichteten Gebieten eine Herausforderung in Bezug auf den Schall darstellen kann. Dies betrifft in erster Linie Teilgebiete / einzelne Baublöcke vom Nesselberg, Papenberg, Waren-Ost und Waren-West. Sowohl die externen Ortslagen als auch die Randbereiche der Kernstadt sind unkritisch.

Die durch energetische und flächenbasierte Analyse sowie Schallindikation entwickelte Karte zur dezentralen Versorgung mittels Luftwärmepumpen ist in der nachfolgenden Abbildung 40 veranschaulicht. Daraus lässt sich ableiten, dass die dezentrale Versorgung durch Luftwärme in weiten Teilen des Planungsgebietes möglich ist. Herausforderungen ergeben sich primär in der Kernstadt. Hier stehen vor allem die Bereiche um die Altstadt, der Nesselberg, Teile des Papenbergs sowie

Am Torfbruch, und Teile von Waren-Nord und Waren-West im Fokus. Dieses Ergebnis fließt unmittelbar in die Szenarienentwicklung ein. Abschließend sei zusammengefasst, dass durch dezentrale Luftwärmepumpen etwa 175 GWh jährlich an Wärme bereitgestellt werden könnten. Damit kann die Luftwärmepumpe einen Großteil der für das Zieljahr prognostizierten Bedarfe decken (vgl. Abbildung 26).

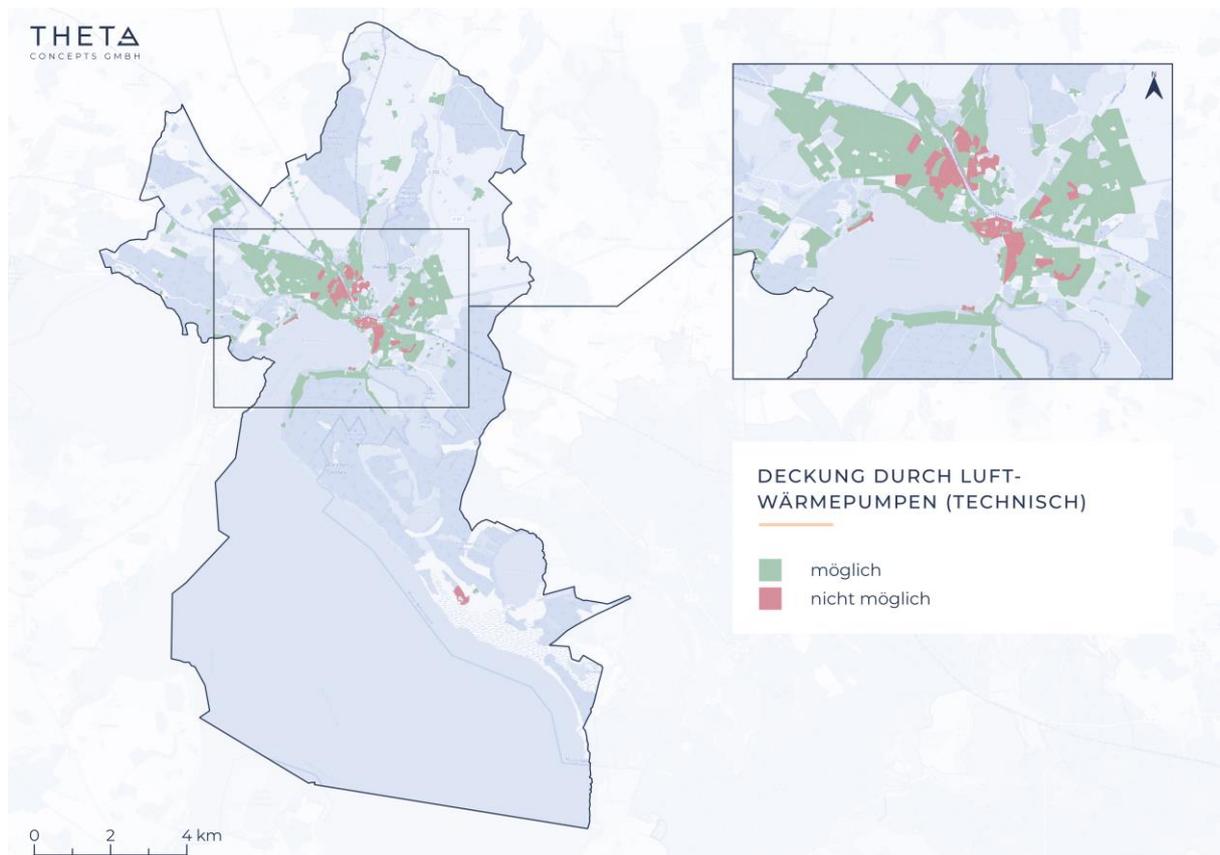


Abbildung 40: Eignungsgebiete für die dezentrale Versorgung durch Luftwärmepumpen inkl. Berücksichtigung potenzieller Lärmemissionen

5.2.8 Feste Biomasse, Biogas und Abwärme aus Biogasanlagen

Feste Biomasse

Aufgrund des hohen Anteils bewaldeter Fläche ergibt sich im Planungsgebiet ein nennenswertes Potenzial an fester Biomasse, das für energetische Verwertung in Betracht gezogen werden kann. Einen Überblick über die bewaldeten Flächen sowie die unter Naturschutz stehenden Waldgebiete gibt die nachstehende Abbildung 41.

In die Quantifizierung des Potenzials an energetisch zu nutzender Biomasse fließen neben der bewaldeten Fläche, eine unterhalb des jährlich erwarteten Holzzuwachses [15] liegende Holzentnahme (nachhaltige Bewirtschaftung) sowie überwiegend stoffliche Nutzung (70 %) ein. Dies soll eine gesunde Waldentwicklung berücksichtigen und dazu beitragen, dass lediglich Reststoffe für die Wärmebereitstellung beplant werden. In der nachfolgenden Tabelle 7 ist das energetische Potenzial für Waldrestholz unter Berücksichtigung und Ausschluss von Naturschutzflächen aufgeführt. Für die späteren Betrachtungen bleibt Holz aus Naturschutzflächen unberücksichtigt und es wird lediglich das Potenzial für Waldrestholz aus nicht unter Naturschutz stehenden Gebieten verwendet.

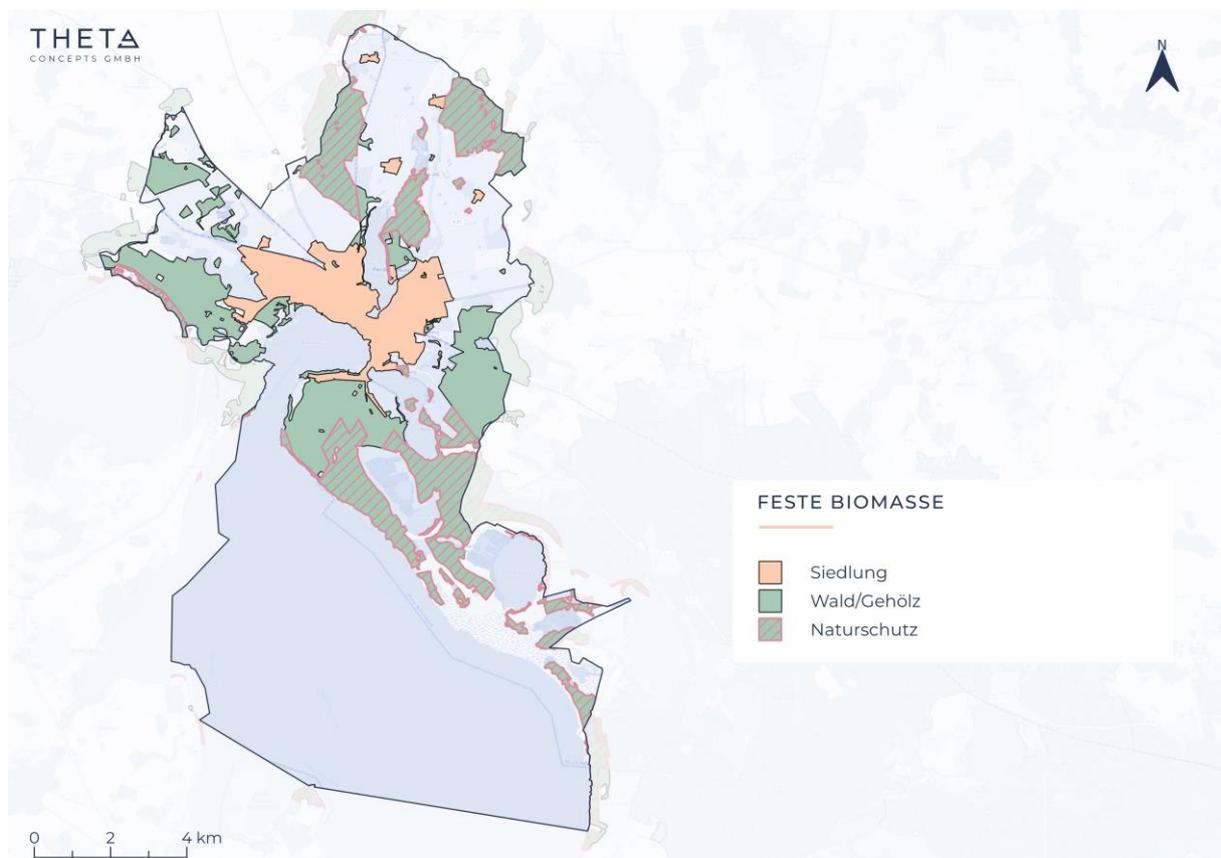


Abbildung 41: Waldflächen im Planungsgebiet mit gekennzeichneten Naturschutzflächen im Verhältnis zu Siedlungsflächen

Neben fester Biomasse aus bewaldeten Flächen ergeben sich auch biogene Reststoffe aus Siedlungsflächen, die zum Teil für die Bereitstellung von Wärme herangezogen werden können. Hierbei sind insbesondere Reststoffe aus der Straßen- und Landschaftspflege von Bedeutung. Das Material ist naturgemäß sehr

inhomogen und fällt lokal nur in kleineren Mengen an, was einer sinnvollen Verwertung entgegen steht. Aus diesem Grund wird die hier anfallende Biomasse bislang nicht genutzt und das Potenzial kann lediglich über die Siedlungsflächen und den Anteil von Grünflächen näherungsweise abgeleitet werden.

Tabelle 7: Energetisches Potenzial an fester Biomasse (im Planungsgebiet anfallend)

Biomasse	Einheit	Energetisches Potenzial
Waldrestholz*	GWh/a	12,0 (25,3)
Biomasse aus Straßen- und Landschaftspflege	GWh/a	6,2

* Unter Ausschluss von Naturschutzflächen 12,0 GWh/a, ansonsten 25,3 GWh/a

Unter Betrachtung von Waldrestholz und Reststoffen aus der Straßen- und Landschaftspflege ergibt sich ein Potential an energetisch nutzbarer fester Biomasse von etwa 18,2 GWh/a. Dies sind etwas weniger als 10 % des prognostizierten Wärmebedarfs im Zieljahr. Biomasse kann daher einen Beitrag zur Wärmewende in Waren (Müritz) leisten. Aufgrund der Größe des Potenzials ist sowohl eine zentrale Nutzung (Heizwerk) als auch eine bilanzielle Betrachtung für dezentrale Technologien (Hackschnitzel & Pelletheizungen) denkbar. Allerdings ist die Verbrennung fester Bioenergieträger mit lokalen Emissionen verbunden. Die Umgestaltung bzw. der Ausbau der Fernwärme auf Basis eines zentralen Biomasseheizwerkes widerspricht dem Gedanken von Waren (Müritz) als Luftkurort und fügt sich nicht in das Leitbild und das Regionalmarketing ein. Hinzu kommt, dass der biogene Anteil der Wärmebereitstellung für Netze sowohl nach WPG als auch BEW begrenzt ist. So darf die Wärmebereitstellung nach BEW für Netze mit einer Länge von mehr als 20 km und weniger als 50 km nur zu 25 % aus Biomasse erfolgen. Für Fernwärmenetze mit einer Länge von mehr als 50 km ist der Anteil sogar auf 15 % limitiert. Die zentrale Nutzung ist aus den genannten Gründen keine Vorzugslösung. Allerdings wird in den dezentral zu versorgenden Gebieten ein Technologiemix erwartet, in dem Hackschnitzel und Pelletheizungen einen gewissen Stellenwert einnehmen. Aufgrund des Platzbedarfs der erforderlichen Speicher und der vergleichsweise hohen Investitionskosten werden

derartige Heizungssysteme vor allem im Bereich der Mehrfamilienhausbebauung am Stadtrand oder der peripheren Ortsteile erwartet.

Klärschlamm und Klärgas

Im Planungsgebiet befindet sich eine von den Stadtwerken Waren (Müritz) betriebene Kläranlage. Der dort anfallende Klärschlamm wird derzeit an die Klärschlamm-Kooperation Mecklenburg-Vorpommern vertrieben und deshalb nicht selbst energetisch genutzt. Ein Strategiewechsel wird von den Stadtwerken derzeit nicht angestrebt, sodass das energetische Potenzial von Klärschlamm, respektive Klärgas entfällt.

Biogas und Abwärme aus Biogasanlagen

Innerhalb des Planungsgebietes befinden sich derzeit keine Biogasanlagen. Allerdings finden sich zwei Anlagen in unmittelbarer Nähe zum Planungsgebiet, unweit des beplanten Ortsteils Schwenzin sowie zwischen Jägerhof und Alt Schönau (Peenehagen). Die erste Biogasanlage kommt aufgrund der direkten Nähe zum Ortsteil Schwenzin und der darüberhinausgehenden isolierten Lage für eine weiterführende Betrachtung infrage. Aus diesem Grund wurde Kontakt mit dem Betreiber aufgenommen, um die langfristige Ausrichtung des Standortes sowie die Möglichkeit zum Bezug von Biogas und Abwärme zu evaluieren. Auf Basis der zur Verfügung gestellten Informationen ist festzustellen, dass durch die Biogasanlage keine mittel- bis langfristige Versorgungssicherheit gewährleistet werden kann. Aus Sicht der Wärmeplanung existiert damit kein sinnvolles Potenzial an Biogas bzw. Abwärme aus Biogasanlagen.

5.2.9 Grüner und blauer Wasserstoff sowie daraus erzeugte Derivate (Ammoniak und Methanol)

Grüner und blauer Wasserstoff stellen ebenfalls Möglichkeiten zur Umgestaltung der Wärmeversorgung dar. Grüner Wasserstoff wird mittels Elektrolyse aus Wasser und erneuerbarem Strom erzeugt. Blauer Wasserstoff wird hingegen durch Dampfreformierung fossiler Energieträger gewonnen. Allerdings wird das dabei freiwerdende CO₂ mit Hilfe von CCS (Carbon Capture and Storage) gespeichert, sodass auch blauer Wasserstoff als klimaneutral anzusehen ist. Gemäß GEG § 71

gelten die Anforderungen des GEG beim Einsatz von Heizungen auf Basis von grünem und blauem Wasserstoff sowie daraus erzeugter Verbindungen (Derivate), wie Ammoniak, grünes Methan und Methanol als pauschal erfüllt [16]. Aufgrund des veränderten Heizwertes und des veränderten Volumenstromes ggü. Erdgas ist zunächst lediglich eine neue (H₂-ready) Gastherme einzubauen. Die Umrüstung ist für den Endkunden damit vergleichsweise kostengünstig.

Der vom DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches) und Verband Kommunaler Unternehmen (VKU) veröffentlichte Gasgebietsnetztransformationsplan [17] (GTP) propagiert eine erste Einspeisung von grünem Wasserstoff in bestehende Gasnetze im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte ab 2035. Bis 2045 sollen zumindest Teilnetze im Landkreis vollständig klimaneutral mit grünem Wasserstoff und / oder grünem Methan versorgt werden. Der GTP legt dar, dass die Bundesrepublik Deutschland auf Energieimporte angewiesen ist. Grüner Wasserstoff und dessen besser transportierbares Derivat Ammoniak gelten als Hoffnungsträger für den internationalen Transport erneuerbarer Energien aus Regionen mit einem fundamentalen Angebot an erneuerbaren Energien. Dieser Import wird benötigt, um die großen Energiebedarfe der Bundesrepublik zu decken. Betrachtet man die Nationale Wasserstoffstrategie [18] so wird deutlich, dass diese Bedarfe vor allem in der Industrie, der Mobilität und der Stromerzeugung aufkommen. Insbesondere für die Chemieindustrie sowie industrielle Hochtemperaturprozesse ist grüner Wasserstoff für die Dekarbonisierung nahezu unerlässlich. Dies gilt ebenso für die großskalige Mobilität, bei der die Energiedichte batterie-elektrischer Anwendungen nicht ausreicht (Seefahrt, Flugverkehr). Zudem ist grüner Wasserstoff auch im Bereich der Stromnetze zur saisonalen Speicherung oder zur Flexibilisierung interessant. Von hoher Relevanz sind klimaneutrale Gase also vorrangig dort, wo sie alternativlos zur Transformation der Bedarfe sind.

Der Gebäudesektor nimmt in Bezug auf grünen Wasserstoff eine nachgelagerte Rolle ein (vgl. [18], S. 24 Abs. d). Dies ist vorrangig damit zu begründen, dass es zu grünem Wasserstoff regionale Alternativen mit höherer energetischer Effizienz gibt. Hieraus lässt sich eine höhere Wirtschaftlichkeit der Alternativen ableiten. Zudem wird sich insbesondere im Hochlauf der Wasserstofftechnologie eine hohe Nutzungskonkurrenz von grünem Wasserstoff zwischen Industrie, Mobilität und

Stromerzeugung ergeben, was zu einem stabilen (für Privatkunden hohen) Preisgefüge beiträgt. Darüber hinaus gehen mit der Umstellung auf klimaneutrale Gase, wie Wasserstoff oder grünes Methan, größere Infrastrukturmaßnahmen einher. So muss entweder das bestehende Erdgas-Verteilnetz ertüchtigt oder gar neu gebaut werden. Entsprechende Kosten werden nach dem Solidaritätsprinzip auf die Abnehmer umgelegt.

Um diese Aspekte im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zu bewerten, müsste ein verbindlicher Fahrplan des Verteilnetzbetreibers (Stadtwerke Waren (Müritz)) vorliegen. Nach derzeitigem Kenntnisstand existiert ein solcher Fahrplan nicht und befindet sich auch nicht in Erarbeitung. Aus diesem Grund wird leitungsgebundene Versorgung von Gebäuden mit grünem Wasserstoff als mit hoher Wahrscheinlichkeit unwirtschaftlich bewertet und im Rahmen der Wärmeplanung nicht weiterverfolgt. Dieses Vorgehen stützt sich dabei auf eine gutachterliche Stellungnahme [19] der Rechtsanwälte Victor Görlich und Dr. Dirk Legler von der Kanzlei Rechtsanwälte Günther, Hamburg.

Wenngleich leitungsgebundener Wasserstoff für den Gebäudesektor aufgrund der obigen Ausführungen vernachlässigt wird, so können sich Chancen im Bereich der Industrie ergeben, die hiervon unberührt sind.

5.3 ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE AN ERNEUERBAREN ENERGIEN UND UNVERMEIDABRER ABWÄRME

Wie im vorherigen Kapitel ausgeführt, finden sich zahlreiche Potenziale zur zentralen und dezentralen Wärmeversorgung, die zur klimaneutralen Umgestaltung des Wärmesektors in Waren (Müritz) herangezogen werden können. An dieser Stelle folgen eine kurze Auflistung und Bewertung der Potenziale zur besseren Übersicht. Daran lässt sich grundsätzlich ableiten, dass im Planungsgebiet hinreichend Potenziale an erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme vorhanden sind, um die zukünftigen Bedarfe durch klimaneutrale Technologien zu decken.

In Tabelle 8 sind die energetischen Potenziale verschiedener Erzeugertechnologien zusammengefasst, die unter der Annahme einer Kopplung mit Saisonalwärmespeichern ermittelt wurden. Diese Speicher ermöglichen es, Wärmeenergie über längere Zeiträume zu speichern und bei Bedarf abzugeben, was zu einer signifikanten Erhöhung der Vollbenutzungsstunden beiträgt. Die erhöhten Vollbenutzungsstunden resultieren in größeren energetischen Potenzialen und verbessern die Wirtschaftlichkeit der Anlagen durch kürzere Amortisationszeiträume.

Ohne den Einsatz von Saisonalwärmespeichern würden die Erzeugertechnologien deutlich niedrigere Vollbenutzungsstunden aufweisen. Dies liegt daran, dass die direkte Nutzung der erzeugten Wärme stark von den momentanen Bedarfsspitzen abhängig ist und nicht effizient über längere Zeit konserviert werden kann. Die geringere Anzahl an Volllastbetriebsstunden führt zu reduzierten energetischen Potenzialen, was wiederum die Wirtschaftlichkeit der Technologien durch längere Amortisationszeiträume negativ beeinflusst. Die Kopplung von Erzeugertechnologien mit Saisonalwärmespeichern ist somit eine wesentliche Voraussetzung, um die in Tabelle 8 dargestellten energetischen Potenziale vollständig zu realisieren.

Tabelle 8: Zusammenfassung von Potenzialen für zentrale und dezentrale Wärmeanwendungen (Umwelt- und Abwärmepotenziale inkl. Wärmepumpe zur Temperaturerhöhung) unter Anwendung von zusätzlichen Saisonalwärmespeichern

Potenzial	Nutzungsart	Quantität (technisch)	Eignung
Tiefengeothermie	zentral	90,9 GWh/a (11 MW) <i>je Dublette</i>	gut
Geothermie (oberflächennah)	dezentral	107 GWh/a	gut
Solarthermie (Freiflächen)	zentral	607 GWh/a*	gut
Solarthermie (Dachflächen)	dezentral	82 GWh/a (56 GWh/a**)	gut
Seethermie	zentral	52,6 GWh/a*** (10 MW / 2 MW) <i>Binnenmüritz & Tiefwareensee</i>	gering
Luftwärme (Freiflächen)	zentral	20 GWh/a**** (10 MW)	mittel
Luftwärme (dezentral)	dezentral	175 GWh/a	gut
Feste Biomasse (Waldholz & Straßenpflege)	zentral / dezentral	18,2 GWh/a	mittel
Abwärme aus Biogasanlagen	zentral	8 GWh/a <i>außerhalb Projektgebiet</i>	-
Klärschlamm / Klärgas	zentral	-	-
Kläranlage Klarwasser	zentral / dezentral	10 GWh/a (max. 2 MW)	gering
Abwärme aus techn. Prozessen	zentral	5,6 GWh/a	mittel

* Unter Ausschluss der EEG-Prioritätsflächen für PV-Freiflächenanlagen

** Unter Ausschluss von Flächen, die unter die Baugestaltungssatzung fallen

*** Unter Voraussetzung von 4.380 Vollbenutzungsstunden

**** Unter Voraussetzung von 2.000 Vollbenutzungsstunden

6 ZIEL- UND ZWISCHENZIELSZENARIEN

Aus der Potenzialanalyse ergibt sich, wie sich der Wärmebedarf räumlich und quantitativ bis zum Zieljahr entwickelt. Gleichzeitig liefert die Potenzialanalyse qualitative und quantitative Aussagen über verfügbare Potenziale an unvermeidbarer Abwärme und Erneuerbaren. In diesem Kapitel werden sämtliche Ergebnisse miteinander vereint, um ein realisierbares Szenario für die klimaneutrale Wärmeversorgung von Waren (Müritz) im Zieljahr 2040 abzuleiten. Die Darstellung von Eignungsgebieten für individuelle und netzgebundene Versorgung (Nah- und Fernwärme) ist hierbei das zentrale Element des Zielszenarios. Die Einteilung in Eignungsgebiete soll Anhaltspunkte geben, welches Versorgungslösungen aus technischer und wirtschaftlicher Sicht am besten geeignet sind, um die verschiedenen Gebiete des Planungsgebietes zu versorgen. Dies soll sowohl den zentralen Akteuren als auch Bürgerinnen und Bürgern Planungssicherheit verschaffen.

Die Ableitung des Zielszenarios folgt dabei einer strukturierten Methodik, die durch die nachfolgenden Schritte skizziert wird:

1. Ausarbeitung der technischen Notwendigkeit von netzgebundener Versorgung (Nah- und Fernwärme) durch fehlende Eignung dezentraler Lösungen
2. Überlagerung der Ergebnisse aus Schritt 1 mit Gebieten potenzieller Wärmenetzeignung (hohe Wärmelinien- und Bedarfsdichte, sowie ggf. vorhandene Fernwärme) zur impliziten Bewertung der Wirtschaftlichkeit eines möglichen Fernwärmenetzes
3. Wirtschaftlicher Vergleich von dezentralen Lösungen und Nah- bzw. Fernwärme zur Identifikation des techno-ökonomischen Optimums in den Baublöcken
4. Einteilung des Planungsgebietes in Eignungsgebiete für individuelle Versorgung, Fernwärmegebiete und ggf. Prüfgebiete

Anhand der vorgenannten Schritte wird eine kartografische Darstellung der zukünftigen Wärmeversorgung im Zieljahr entwickelt. Ausgehend vom Zieljahr werden unter Beachtung verschiedener Randbedingungen (u.a. realisierbarer

jährlicher Fernwärmeausbau, THG-Minderungsziele) kartografische Darstellungen für Zwischenzieljahre entwickelt.

6.1 HERLEITUNG DES ZIELSZENARIOS

6.1.1 Identifikation von Versorgungslücken dezentraler Technologien

Wie im vorherigen Abschnitt erklärt, wird zunächst der Bedarf an Fernwärme aufgrund einer technischen Notwendigkeit, bedingt durch fehlende Eignung von dezentralen Lösungen, eruiert. Hierfür werden die Ergebnisse für dezentrale Erdwärme- und Luftwärmepumpen überlagert. Grundsätzlich ist in den dezentral zu versorgenden Gebieten zukünftig von einem Technologiemix auszugehen, der neben Wärmepumpen auch Biomasseheizungen (bspw. Pellets und Hack-schnitzel) sowie möglicherweise Stromdirektheizungen inkludiert. Dies ist vorrangig damit zu erklären, dass jede Technologie bestimmte Vorzüge aufweist und damit eine besonders hohe technische oder wirtschaftliche Eignung zur Versorgung eines spezifischen Gebäudes besitzen kann. Welche Heizungs-technologie für welches Gebäude die beste Lösung darstellt, ist nicht Gegenstand der Wärmeplanung und sollte im Einzelfall geprüft werden. Die nachfolgende Tabelle 9 stellt lediglich eine Basis zur Einordnung der Heizungstechnologien anhand verschiedener Kriterien dar.

Energiebezugskosten

Die Energiebezugskosten (Wärmegestehungskosten) wurden anhand von Referenzgebäuden aus dem Planungsgebiet und unter Voraussetzungen gängiger Prognosen für Brennstoff- und Strombezugpreise ermittelt [10] und [20]. Neben den operativen Kosten für den Primär- oder Sekundärenergiebezug sind auch operative Kosten für Wartung und Instandhaltung sowie die Investitionskosten in die Anlagentechnologie berücksichtigt. Die spezifischen Wärmegestehungskosten wurden bei sämtlichen Anlagen auf Basis ihrer jeweiligen technischen Nutzungsdauer nach [10] bzw. [21] ermittelt. An dieser Stelle sei außerdem angemerkt, dass die spezifischen Kosten im Wesentlichen das Verhältnis aus

Investitions- und laufenden Betriebskosten ins Verhältnis setzen. Ungeachtet der Verhältnisse der unterschiedlichen Erzeuger und Gebäudetypologie, sind aufgrund der höheren jährlichen Wärmebedarfe die absoluten Gesamtkosten der Wärmebereitstellung bei älteren bzw. teil-/unsanierten Gebäuden generell höher als beim Neubau bzw. sanierten Gebäuden.

Tabelle 9: Einordnung von Heizungstechnologien auf Basis von Referenzgebäuden aus dem Planungsgebiet (Preisprognosen aus [10] und [20])

Heizungsart	Energiebezugskosten Beispielgebäude ct/kWh*				Verfügbarkeit Energieträger	Nutzungs-konkurrenz Energieträger	Primärenergie-aufwand	Preis-unsicherheit	Lokale Emissionen
	EFH		MFH						
	Neubau/saniert**	un-saniert**	Neubau/saniert**	teil-saniert**					
Holzpellets	18,0	11,7	9,5	9,3	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Hoch
Hack-schnitzel	45,0	15,8	8,7	8,0	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Hoch
Luft-WP	16,0	16,7	11,5	13,8	Hoch	Gering	Gering	Gering	Keine
Erd-WP (Sonden)	16,7	15,2	9,7	11,6	Hoch	Gering	Gering	Gering	Keine
Erd-WP (Kollektoren)	16,3	14,7	9,3	11,3	Hoch	Gering	Gering	Gering	Keine
Wasser-Wasser-WP	18,5	16,0	11,5	12,8	Hoch	Gering	Gering	Gering	Keine
Stromdirekt	29,6	29,3	28,8	28,9	Hoch	Gering	Mittel	Gering	Keine

* Es handelt sich hierbei um indikative Kosten für Beispielgebäude aus dem Planungsgebiet. Ggf. erforderliche minimal-investive Maßnahmen zur Ertüchtigung einer Heizungsanlage (z.B. Heizkörpertausch, hydraulischer Abgleich) sind in den Energiebezugskosten berücksichtigt. Umfassendere energetische Sanierungsmaßnahmen sind hingegen nicht inkludiert, da diese in Verbindung zur Gebäudestruktur stehen. Diese Liste ist daher als Orientierungshilfe zur Einordnung der aufgeführten Heizungstechnologien zu sehen, ersetzt aber keine Energieberatung. Vor einem anstehenden Heizungsaustausch wird ausdrücklich eine unabhängige Energieberatung empfohlen, um sinnvolle Maßnahmen im Bereich der energetischen Sanierung / des Heizungsaustauschs zu erarbeiten, zu vereinbaren und in den Kontext möglicher Förderungen zu setzen.

** Die Darstellung der Energiebezugskosten erfolgt als spezifische Kosten je kWh. Kleinere Heizungsanlagen weisen i.d.R. höhere spezifische Investitionskosten auf. Aus diesem Grund sind die aufgeführten spezifischen Energiebezugskosten im Neubau bzw. in teilsanierten Gebäuden höher. Aufgrund des insgesamt geringeren Wärmeverbrauchs sind die absoluten Energiebezugskosten bei energieeffizienteren Gebäuden jedoch geringer.

Verfügbarkeit

Dieses Attribut spiegelt die zukünftige Verfügbarkeit des für das Heizungssystem relevanten Energieträgers wider. Dies erfolgt unter Beachtung von lokalen Potenzialen (z.B. Biomasse aus dem Planungsgebiet) sowie Konkurrenz durch alternative Nutzungsrouten.

Nutzungskonkurrenz

Die Nutzungskonkurrenz ist ein Indikator, um den Druck auf verschiedene Energieträger zu bewerten. Die Nutzungskonkurrenz nimmt direkten Einfluss auf die Verfügbarkeit und das Preisgefüge.

Primärenergieaufwand

Der Primärenergieaufwand ist ein Indikator zur Bewertung der Systemeffizienz. Hoher Energieeinsatz entlang der Konversions- und Transportrouten reduziert die Systemeffizienz, was sich negativ auf die Kosten auswirkt.

Preisunsicherheit

Die in Tabelle 9 aufgeführten Energiebezugskosten basieren für alle Technologien auf ähnlichen Prognosedaten und sind deshalb alle mit einer Unsicherheit verbunden. Größere Unsicherheiten ergeben sich jedoch bei regionalen und stark limitierten Potenzialen.

Lokale Emissionen

Mit Verbrennungstechnologien geht die Emission von Schadstoffen einher. Der flächendeckende Einsatz derartiger Heizungssysteme kann deshalb die Luftqualität beeinträchtigen, was in einem Planungsgebiet, wie Waren (Müritz) in dem Zusammenhang mit dem Status als Luftkurort zu berücksichtigen ist.

Auf Basis der qualitativen und quantitativen Indikatoren in Tabelle 9 ist abzuleiten, dass sich im Bereich der dezentralen Versorgung ein Technologiemix einstellen wird. Biomasse-basierte Heizungen sind aufgrund der geringeren spezifischen Investitionskosten vor allem in Bezug auf Mehrfamilienhäuser interessant. Aufgrund des Platzbedarfs für erforderliche Speicher sowie der Emissionsbildung ist in Bezug von Biomasseheizungen jedoch nicht von einem flächendeckenden Einsatz in der Kernstadt auszugehen. Biomasseheizungen werden vielmehr in den Randlagen und externen Ortsteilen erwartet. Hier ist jedoch vorrangig das regionale (stark begrenzte) Potenzial auszuschöpfen. Eine Herausforderung bei diesen Heizungssystemen stellt zudem die erhöhte Nutzungskonkurrenz dar. Holz ist so weit wie möglich stofflich zu verwerten. Dieser Anspruch steht einem flächendeckenden Einsatz im Bereich Wärme entgegen.

In Bezug auf Wärmepumpen wird eine dominierende Marktdurchdringung erwartet, insbesondere weil Sie je nach Gebäudetyp wirtschaftlich sehr gut darstellbar sind. Luftwärmepumpen benötigen vergleichsweise wenig Platz. Ist hinreichend Platz vorhanden bieten Erdwärmepumpen zumeist noch wirtschaftliche Vorteile. Auch Wasser-Wasser-Wärmepumpen (Grundwasserwärmepumpen) können eine sinnvolle und kostengünstige Lösung für die Wärmeversorgung darstellen.

Stromdirektheizungen sind aufgrund des hohen Stromeinsatzes über die Laufzeit i.d.R. wirtschaftlich unattraktiv, wenngleich die Investitionskosten aufgrund der technologischen Einfachheit sehr gering ausfallen. Zudem sind Stromdirektheizungen einfach integrierbar.

Aus den vorangestellten Ausführungen ist zu resümieren, dass sich in den dezentralen Versorgungsgebieten voraussichtlich ein Technologiemix mit hohem Anteil von Wärmepumpentechnologien einstellen wird. Zudem wird – unter Beachtung des regionalen Potenzials – ein gewisser Teil der Wärmebereitstellung aus Biomasse erfolgen. Stromdirektheizungen werden aufgrund des erwarteten Preisgefüges wahrscheinlich eine untergeordnete Rolle einnehmen.

Um die technische Notwendigkeit für leitungsgebundene Wärme zu ermitteln, werden Versorgungslücken in der Wärmebereitstellung durch dezentrale Heizungssysteme aufgezeigt. Hierbei werden die Ergebnisse aus der Potenzialanalyse in Bezug auf das Deckungsvermögen von Luftwärme- und Erdwärmepumpen überlagert (vgl. Abschnitt 5.2.4 und Abschnitt 5.2.7). Abbildung 42 illustriert das Deckungspotenzial eines Technologiemies, der zu 100 % aus Luft- und Erdwärmepumpen zusammengesetzt ist.

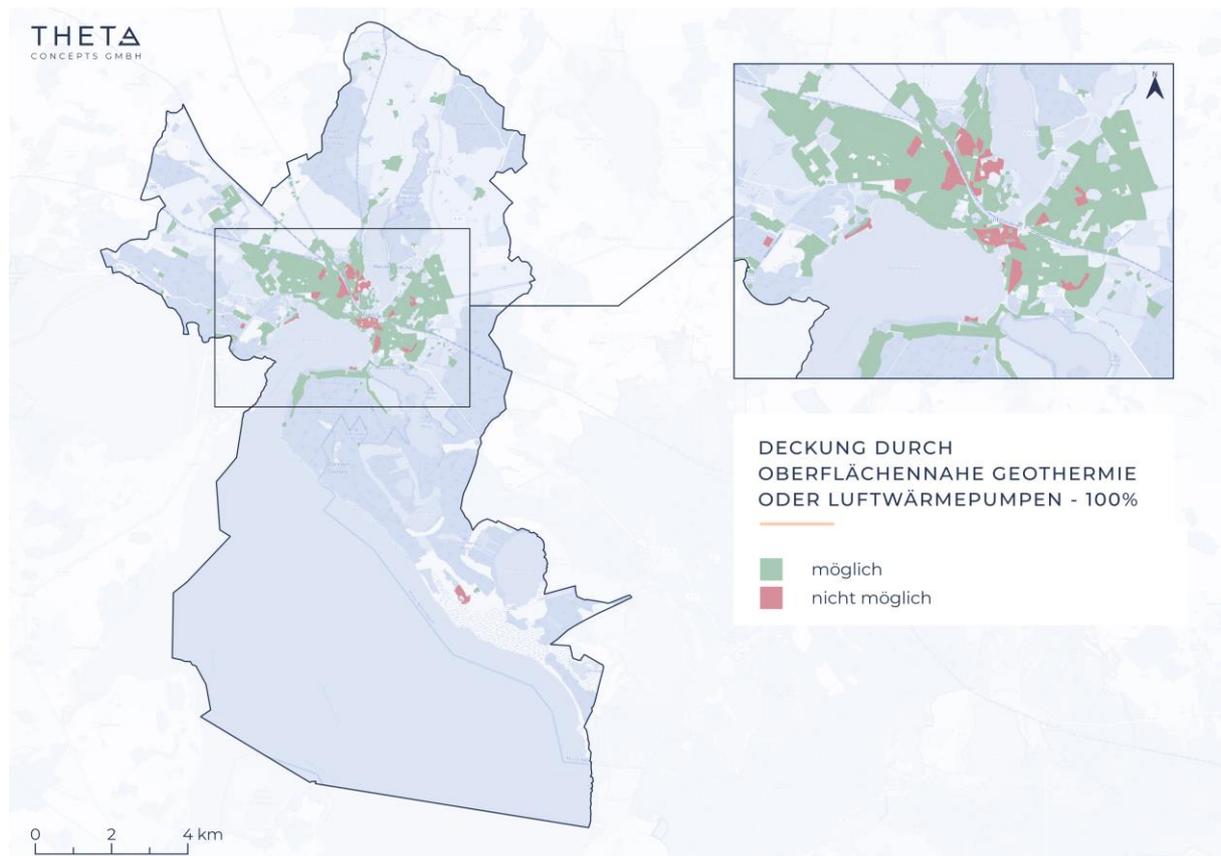


Abbildung 42: Deckungspotenzial eines Technologiemies aus dezentralen Erd- und Luftwärmepumpen (100 % Deckung durch Wärmepumpen im Zieljahr 2040)

Anhand von Abbildung 42 lässt sich erkennen, dass sich bei einer dezentralen Versorgung durch ausschließlich Luft- und Erdwärmepumpen größere Versorgungslücken im Bereich der Altstadt, des Nesselbergs sowie Waren-Nord und Waren-West ergeben.

Um einem komplexeren Mix aus dezentralen Heizungssystemen Rechnung zu tragen, wurde ein zweites Szenario betrachtet. Dieses geht von einer sicheren Versorgung der Baublöcke aus, sofern mindestens 75 % der Wärmeversorgung durch Wärmepumpen realisiert werden können. Dies folgt dem Ansatz, dass die restliche Wärme durch Biomasse, Dachflächen-Solarthermie und Strom-direktheizungen bereitgestellt werden kann. Die Resultate dieses Szenarios sind in der nachfolgenden Abbildung 43 veranschaulicht.

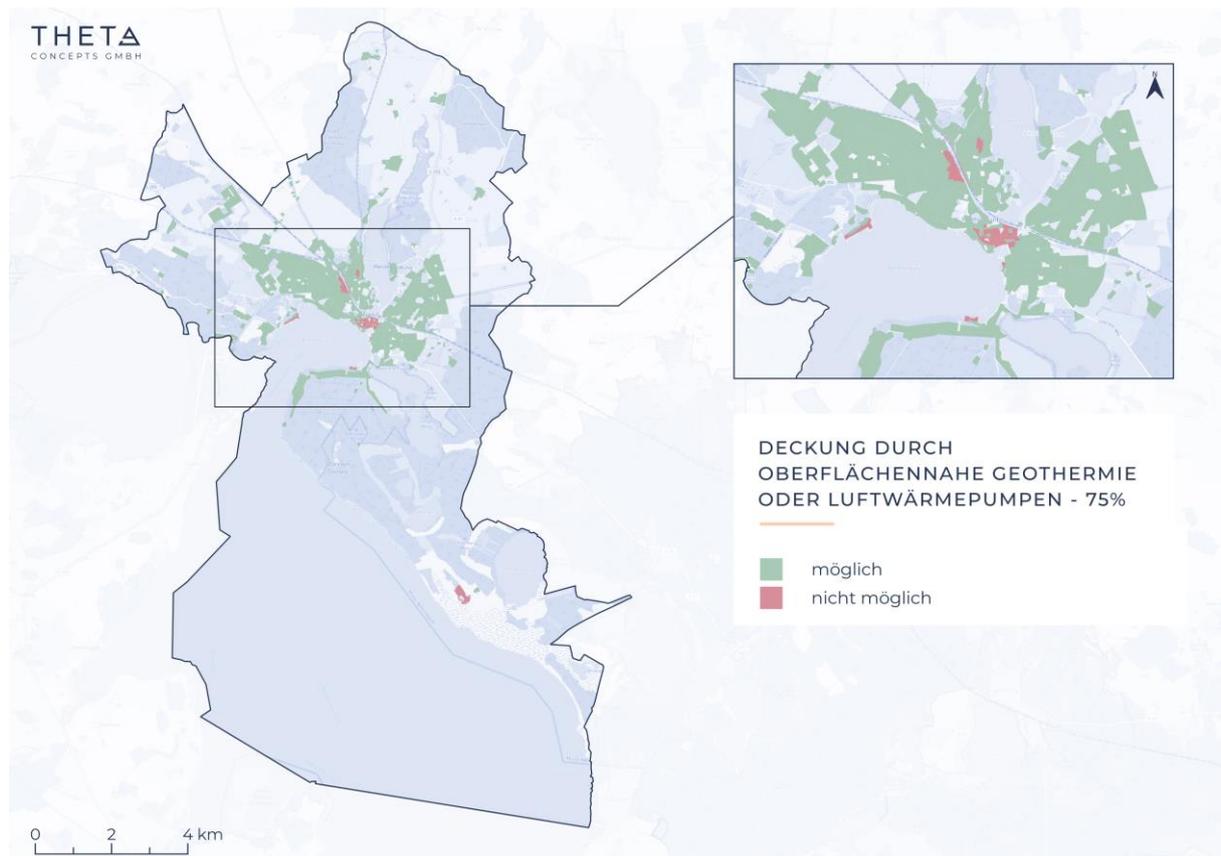


Abbildung 43 Deckungspotenzial eines komplexen Technologiemies aus dezentralen Versorgungslösungen (75 % Deckung durch Wärmepumpen im Zieljahr 2040)

Gegenüber der vorherigen Karte zur dezentralen Deckung unter Annahme von 100-prozentiger Deckung durch Luft- und Erdwärme können die Versorgungslücken mit dem komplexeren Technologiemies minimiert werden. Nach wie vor ergeben sich jedoch Versorgungsschwierigkeiten im Bereich der Altstadt, einigen Bereichen des Papenbergs sowie in Waren-Nord und Waren-West.

Basierend auf der durchgeführten Analyse zur Deckung der Wärmebedarfe durch dezentrale Versorgungslösungen wurde das Planungsgebiet dahingehend räumlich klassifiziert, ob eine dezentrale Lösung wahrscheinlich geeignet oder wahrscheinlich ungeeignet ist. Die Ergebnisse sind nachfolgend illustriert.

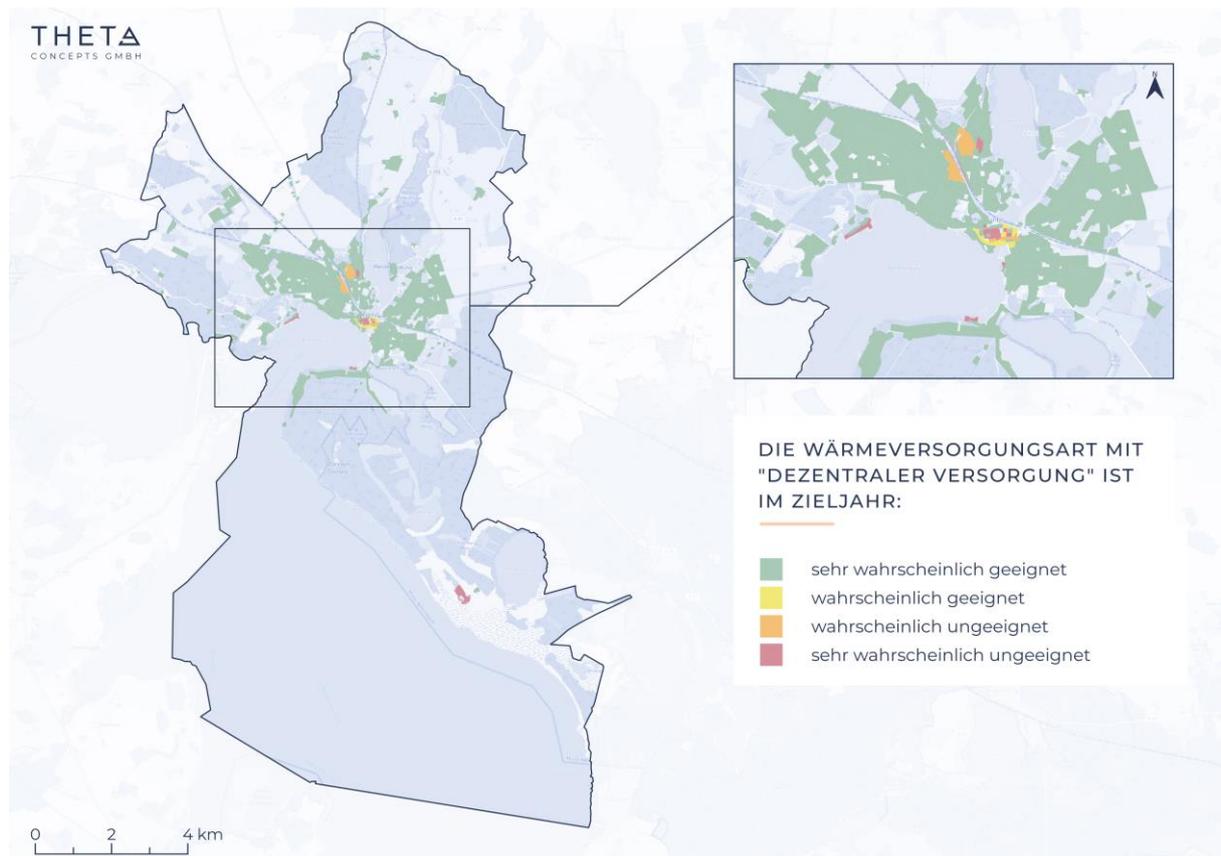


Abbildung 44: Bewertung der Eignung dezentraler Versorgungslösungen

Eine zentrale Herausforderung in der Versorgung liegt in der zuverlässigen und sozialverträglichen Versorgung der Altstadt. Da eine Versorgung mit dem angesetzten Technologiemitmix aus dezentralen Lösungen sehr wahrscheinlich ungeeignet ist, muss die Versorgung hier leitungsgebunden via Fernwärme erfolgen. Die Alternative hierzu stellt der flächendeckende Einsatz von Stromdirektheizungen dar, was jedoch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht empfohlen werden kann (vgl. Tabelle 9).

Eine weitere Herausforderung ist in der Versorgung der industriellen Wärmebedarfe westlich und östlich der Teterower Straße zu sehen. Hier sind Prozesswärmebedarfe mit zum Teil hohen Temperaturen zu decken, die nur noch teilweise oder gar nicht weiter elektrifiziert werden können. Der angesetzte dezentrale Technologiemitmix ist hier wahrscheinlich für die Versorgung ungeeignet, sodass es alternativer Versorgungslösungen bedarf.

In Bezug auf die externen Ortsteile ist abschließend zu erwähnen, dass deren Deckung sehr wahrscheinlich dezentral erfolgen kann. Hier ergibt sich zunächst keine Notwendigkeit für leitungsgebundene Wärme.

6.1.2 Nutzwärmebedarfs- und Wärmelinienindichte zur Bewertung der Wärmenetzeignung

In diesem Abschnitt werden die zuvor aufgezeigten Versorgungslücken durch dezentrale Versorgungslösungen in Kontext zu den Bestandsnetzen sowie der Wärmebedarfs- und Wärmelinienindichte gesetzt, um die flächendeckende Wärmenetzeignung zu analysieren. Während die Wärmebedarfsdichte ein Maß für den möglichen flächenmäßigen Wärmeabsatz darstellt, gibt die Wärmelinienindichte den möglichen Wärmeabsatz entlang geografischer Elemente, wie Straßen an. Beide Größen sind implizite Indikatoren zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer möglichen Fernwärme. Höhere Werte indizieren einen gesteigerten Wärmeabsatz, so dass sich Investitionen in die zu bauenden Trassen schneller amortisieren, vgl. hierzu die Ausführungen in Abschnitt 4.6.2. Ebenso wirken sich vorhandene Netze – sofern Sie eine Funktionstüchtigkeit besitzen – förderlich auf die Wirtschaftlichkeit von Fernwärme aus, da i.d.R. keine oder geringere Investitionen ggü. einem Neubau anfallen. Grundsätzlich kann anhand von Abbildung 45 festgestellt werden, dass die Bestandsnetze in Waren-West, Am Papenberg und Am Torfbruch zu größeren Teilen mit hohen Wärmelinienindichten korrelieren. Darüber hinaus ist festzustellen, dass sich im Bereich der Altstadt hohe Wärmebedarfe kumulieren. Die dortigen Wärmebedarfs- und Wärmelinienindichten sprechen für eine sehr hohe Wärmenetzeignung. Dasselbe gilt für den Übergangsbereich zwischen der Altstadt und dem Bestandsnetz Am Papenberg. Hier bietet insbesondere die Rosenthalstraße großes Potenzial zur Verknüpfung des Bestandsnetzes Am Papenberg sowie eines neuen potenziellen Wärmenetzes in der Innenstadt. Weitere Möglichkeiten sind im Übergang von der Altstadt nach Waren-West zu sehen. Potenzial ergibt sich hier insbesondere über die Kietzstraße und den nördlichen Teil der Goethestraße durch Ankerkunden, wie die DRK Pflegeeinrichtung, das Aparthotel und die Feuerwehr. Chancen ergeben sich ebenfalls durch den Anschluss des Amtsgerichts, des Landratsamts und der Stadtverwaltung. Auch in Waren-Nord ergeben sich zum Teil hohe Wärme-

liniendichten, bspw. entlang der Bahnhofstraße sowie in der Weinbergstraße im Bereich des Klinikums.

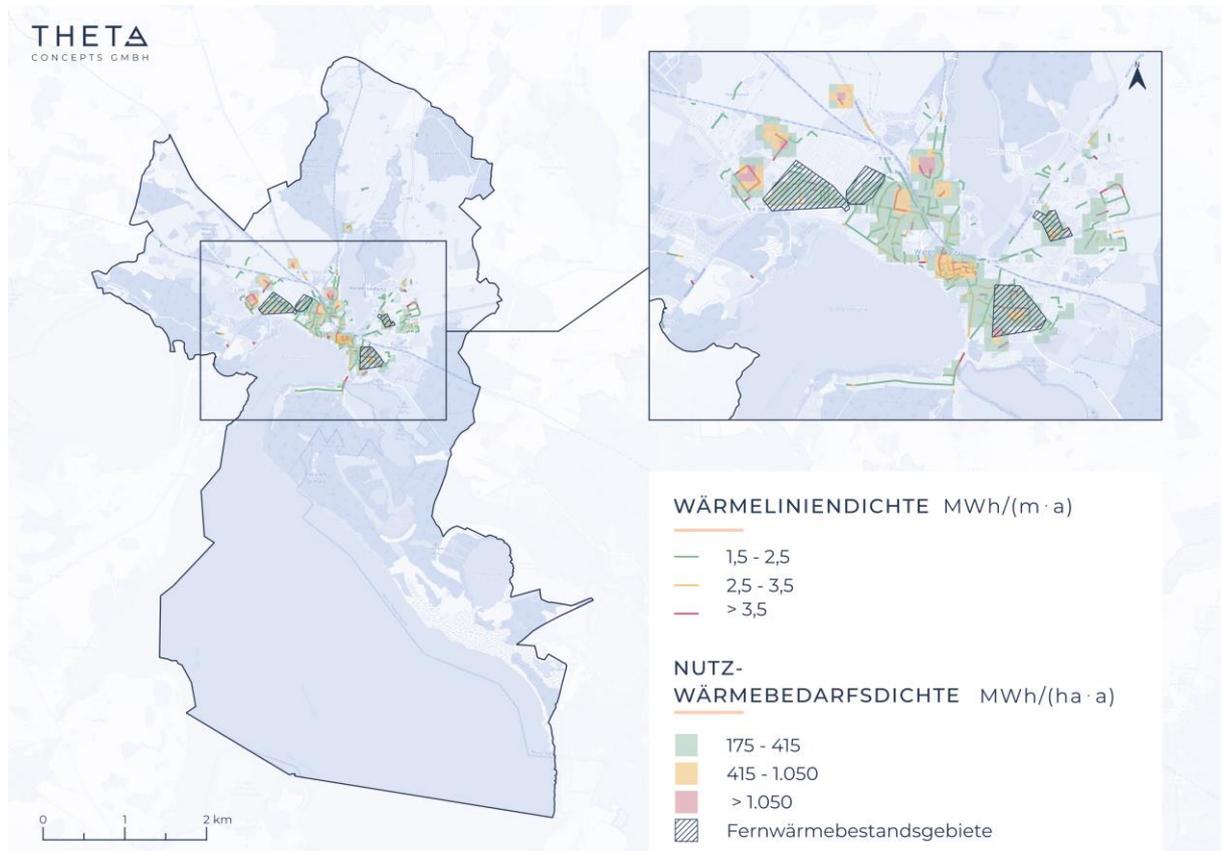


Abbildung 45: Wärmebedarfs- und Wärmelinien-dichte im Zieljahr zur Bewertung der Eignung von Fernwärme

Damit resultieren in der Kernstadt weite Bereiche, in denen Fernwärme auf Basis der aufgeführten Indikatoren geeignet für die Wärmeversorgung ist. Eine zentrale Überschneidung zwischen Versorgungslücken dezentraler Heizungssysteme und hoher Wärmebedarfs- und Wärmelinien-dichte ist vor allem in der Altstadt zu sehen. Außerhalb der Kernstadt existieren keine Bereiche mit hoher Wärmenetzeignung. Die einzige Ausnahme hierzu bildet das Areal um die Klinik am See.

Sämtliche Kenndaten zur Bewertung der Wärmenetzeignung wurden in eine kartografische Darstellung überführt. Hierbei werden die verschiedenen Blöcke des Planungsgebietes in Klassen unterteilt, von sehr wahrscheinlich für Fernwärme geeignet bis sehr wahrscheinlich ungeeignet. Dies ist in der nachfolgenden Abbildung 46 dargestellt.

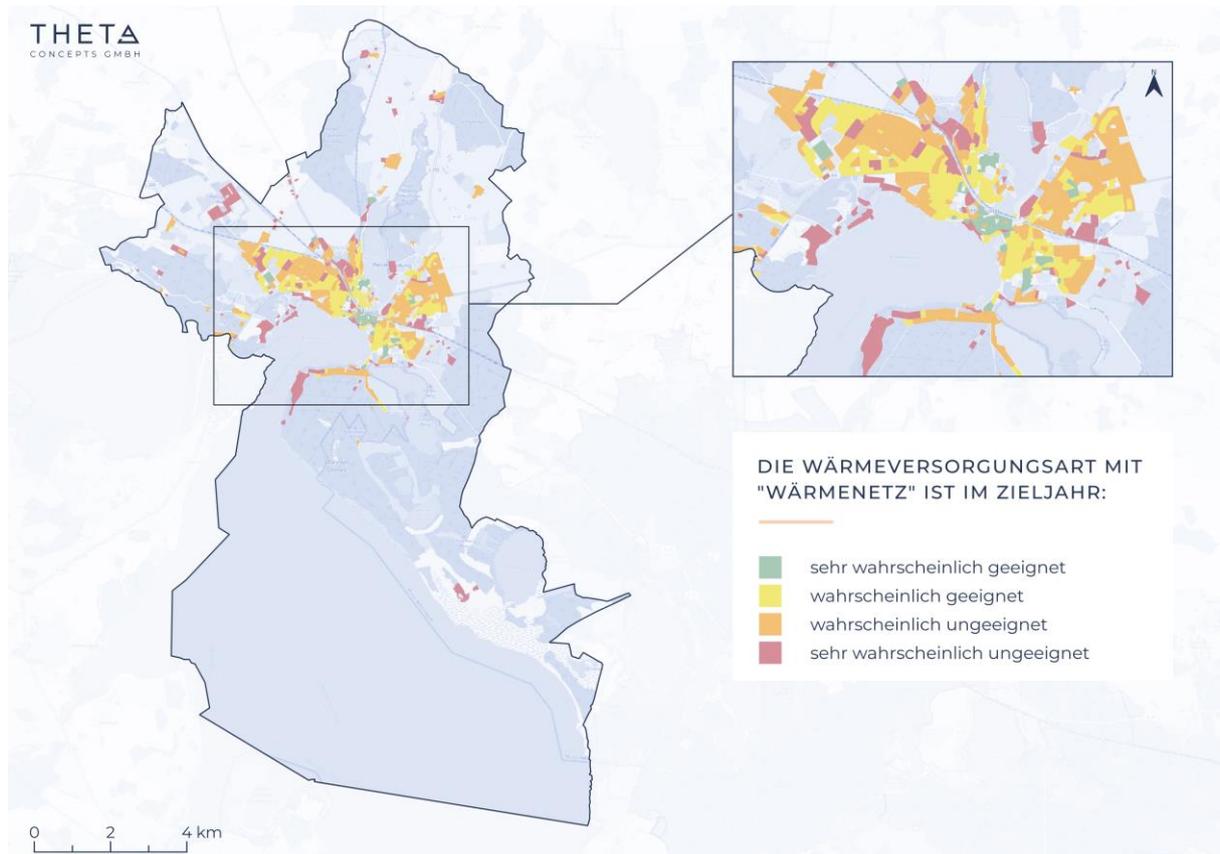


Abbildung 46: Eignung für Wärmenetze im Zieljahr

Anhand der vorangestellten Abbildung ist abzuleiten, dass neben der Altstadt weite Teile von Waren-Nord und dem Papenberg mindestens als wahrscheinlich geeignet für Fernwärme gelten.

6.2 ZIELSZENARIO 2040

Basierend auf den in Abschnitt 6.1.1 und Abschnitt 6.1.2 beschriebenen Indikatoren und Ergebnissen wurde das anzustrebende Zielszenario für das Zieljahr 2040 abgeleitet. Das Zielszenario stellt dar, wie die Wärmeversorgung in Waren (Müritz) im Jahr 2040 unter Gewährleistung von Klimaneutralität, Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit auszusehen hat. Zur Darstellung des Zielszenarios wird das Planungsgebiet räumlich in fünf Kategorien untergliedert, die nachfolgend kurz erläutert werden sollen.

Individualversorgung bzw. dezentrale Versorgung

Für diese Blöcke besteht keine oder nur eine geringe Eignung zum Anschluss an ein Fern- oder Nahwärmenetz. Die vorherrschende Bebauungsstruktur erlaubt in der Regel eine dezentrale Versorgung. Mögliche Versorgungslösungen können u.a. Luft- und Erdwärmepumpen, Pellet- und Hackschnitzelheizungen, Stromdirektheizungen oder Hybridheizungen sein. In diesem Zusammenhang sei auf die Anforderungen und Rahmenbedingungen des GEG verwiesen. Welches Heizungs-system für ein jeweiliges Gebäude die sinnvollste Lösung darstellt, ist im Einzelfall zu prüfen.

Fernwärme-Bestandsgebiet

In diesen Blöcken ist zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Planwerks bereits Fernwärme vorhanden, an welche ein wesentlicher Teil (nahezu alle) Gebäude angeschlossen sind. Aus technischer wie auch aus wirtschaftlicher Sicht lohnt sich die Erhaltung dieser Infrastruktur. Daher finden sich Bestandsgebiete auch im Zielszenario wieder.

Fernwärme-Ausbauggebiet

Alle Gebiete, die nach den in Abschnitt 6.1 beschriebenen qualitativen und quantitativen Indikatoren eine erhöhte Wärmenetzeignung aufweisen, werden als Fernwärme-Ausbauggebiet deklariert. Neben den auf Blockebene untersuchten Aspekten wurden auch mögliche Einspeisepunkte bzw. Potenzialflächen für die Wärmebereitstellung in die Gebietsdefinition einbezogen.

Fernwärme-Verdichtungsgebiet

Blöcke, in denen bereits Gebäude an ein Wärmenetz angeschlossen sind, allerdings noch weitere potenzielle Anschlussmöglichkeiten bestehen, sind im Zielszenario als Fernwärme-Verdichtungsgebiet gekennzeichnet. Durch eine Verdichtung lassen sich mit geringen Infrastrukturkosten neue Wärmeabnehmer akquirieren. Im Zielszenario wird für die betreffenden Baublöcke eine 100-prozentige Anschlussquote angenommen.

Fernwärme-Prüfgebiet & Gasnetz-Prüfgebiet

Gebiete, in denen aufgrund erwarteter zukünftiger Entwicklungen noch keine belastbare Aussage zur besten Versorgungslösung zum Zeitpunkt der Wärmeplanerstellung erbracht werden kann, werden als Prüfgebiet deklariert. Mögliche Gründe hierfür sind anstehende Bauvorhaben, Umstrukturierungen, die Notwendigkeit einer tiefergehenden Prüfung von Infrastruktur und möglichen Potenzialen zur Bedarfsdeckung. Prüfgebiete sind vor allem in Bezug auf einen möglichen Anschluss an ein Fernwärmenetz (Fernwärme-Prüfgebiet) sowie Versorgung durch ein Gasnetz für grüne Gase, wie Biomethan, Wasserstoff und dessen Derivate (Gasnetz-Prüfgebiet) zu sehen.

Die resultierende Gebietseinteilung für das Zieljahr 2040 ist in Abbildung 47 dargestellt. Daran ist gut erkennbar, dass weite Teile des Planungsgebietes im Zieljahr individuell zu versorgen sind. Dies trifft sowohl auf größere Teile der Kernstadt (Waren-West, Waren-Nord und Waren-Ost) sowie alle externen Ortslagen zu. Damit stellt die individuelle / dezentrale Wärmeversorgung den wesentlichen Teil der Wärme im Jahr 2040 bereit. In der Kernstadt finden sich verschiedene Gebiete mit Individualversorgung. Darüber hinaus weist die Kernstadt verschiedene Fernwärmebestands- und Verdichtungsgebiete auf. Neben den Bestands- und Verdichtungsgebieten finden sich im Zieljahr zahlreiche Blöcke, die als Fernwärmeausbauggebiet deklariert sind. Von übergeordnetem Interesse ist hierbei die Fernwärme-Versorgung der Warener Altstadt, die aufgrund der Flächensituation technisch und wirtschaftlich alternativlos ist.

Der Ausbau des Wärmenetzes ist so angedacht, dass eine thermische oder hydraulische Kopplung der Bestandsnetze Am Papenberg, Friedrich-Engels-Platz und Waren-West möglich ist. Dies erlaubt es, die Wärmebereitstellung für das gesamte Wärmenetzgebiet zukünftig ganzheitlich zu entwickeln und die so entstehenden Synergien zu nutzen. Das Wärmenetz Am Torfbruch ist hingegen zu peripher gelegen, sodass ein Anschluss an das sich entwickelnde Hauptnetz nicht wirtschaftlich darstellbar ist.

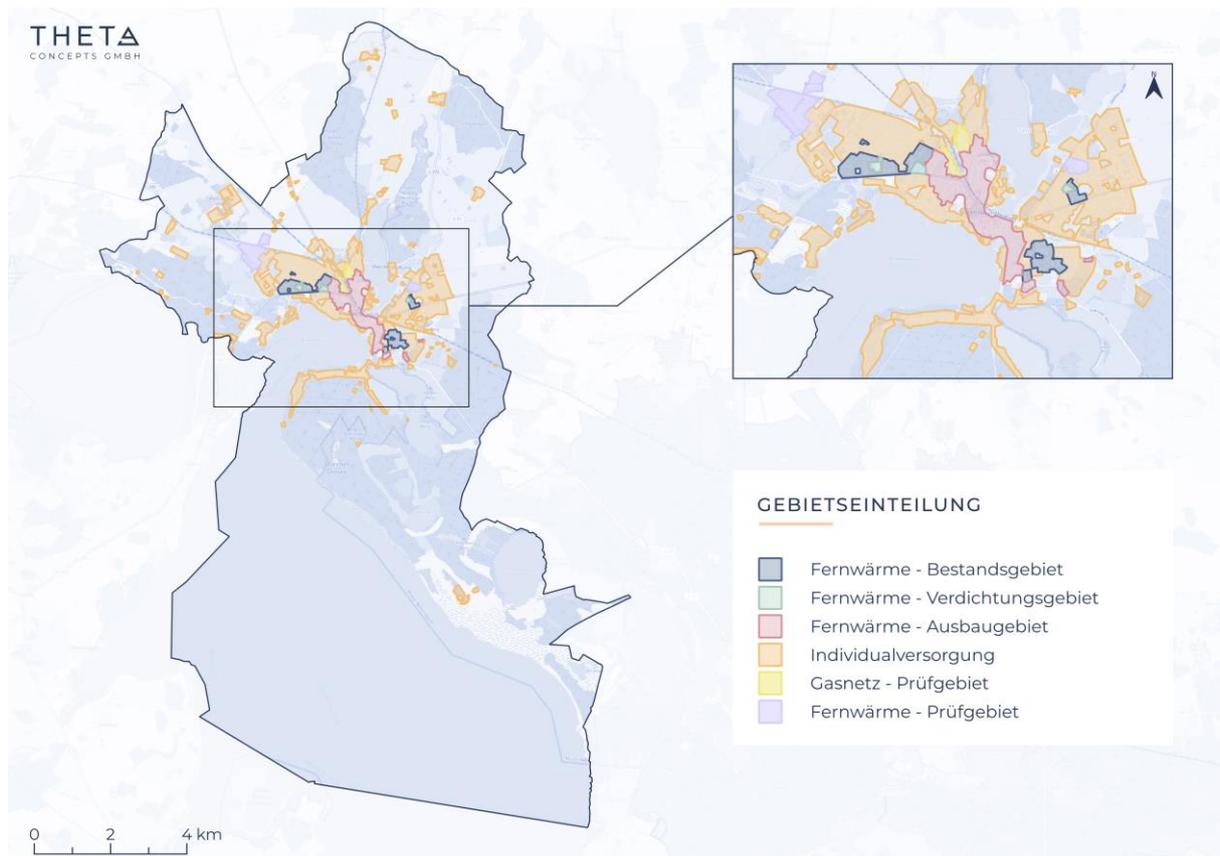


Abbildung 47: Gebieteinteilung der Stadt Waren (Müritz) im Zielszenario

Neben den Fernwärme Bestands- und Ausbau-Gebieten sind auch zwei Fernwärme-Prüfgebiete dargestellt. Dies gilt in Bezug auf den Ortsteil Warenhof sowie die Flächen gemäß B-Plan 46. Warenhof kann grundsätzlich dezentral versorgt werden. Gleichzeitig ergeben sich auch Möglichkeiten für eine Nah- bzw. Fernwärmeversorgung, da das Netz überschaubar ist und sich eine geeignete Potenzialfläche in unmittelbarer Nähe befindet. Sofern sich hinreichend Interessenten für eine zentrale Lösung finden und organisieren, sind das gute Voraussetzungen, um hier ein Nahwärmenetz entstehen zu lassen.

Das zweite Prüfgebiet befindet sich zw. Gievitzer Straße, F.-Wilhelm-Raiffeisen-Straße und Heinrich-Siedel-Straße. Hier soll zukünftig eine Umnutzung mit Wohn- und Gewerbeeinheiten stattfinden (BP 46), allerdings liegen keine Unterlagen vor, um die Bebauung und damit einhergehende Wärmebedarfe fachgerecht zu quantifizieren. Hier sind deshalb die angedachten Entwicklungen abzuwarten.

Der Bereich der Industriegebiete westlich und östlich der Teterower Straße ist als Gasnetz-Prüfgebiet deklariert. Hier ergeben sich Bedarfe an Prozesswärme, die nur bedingt zu elektrifizieren sind, oder gar durch Verbrennungstechnologien gedeckt werden müssen. Hier könnten sich Chancen durch grüne Gase ergeben. Da eine flächendeckende Umgestaltung des vorhandenen Gasnetzes zu diesem Zwecke und in Anbetracht der verfügbaren Potenziale als unwahrscheinlich eingestuft wird, könnte hier ein neuzubauendes, lokales Netz für grünen Wasserstoff eine Option darstellen. In diesem Kontext ist zu prüfen, inwiefern sich unter den ansässigen Unternehmen Synergien ergeben, um ein entsprechendes Netz umzusetzen. Grundsätzlich ist am Standort der MMG eine geeignete Fläche für einen Elektrolyseur vorhanden, der ein lokales Wasserstoffnetz versorgen könnte. Abwärme aus dem Elektrolyseur könnte außerdem für die Fernwärme interessant sein, vgl. hierzu die Ausführungen in Abschnitt 5.2.1. Es wird empfohlen, dass sich die betreffenden Unternehmen zusammenfinden, um den Bedarf an grünen Gasen zu konkretisieren und Möglichkeiten für die Umsetzung zu eruieren.

6.2.1 Transformationspfade für die Fernwärme

Im Ausgangsjahr leistet Fernwärme bereits einen wesentlichen Beitrag zur Wärmeversorgung der Kernstadt. Die heute vorhandenen vier Fernwärmenetze versorgen Wärmebedarfe von etwa 24 GWh/a, was einem Anteil an der Wärmeversorgung der Stadt Waren (Müritz) von etwa 12,5 % entspricht. Wie aus dem vorherigen Abschnitt zu entnehmen ist, wird der Fernwärme im Zieljahr eine noch zentralere Rolle in Bezug auf die Wärmeversorgung beigemessen. So beläuft sich der durch Fernwärme zu deckende Bedarf im Zieljahr auf ca. 54 GWh/a, was etwa 30,5 % des prognostizierten Wärmebedarfs entspricht. Unter Annahme von 15 % Verlusten bei der Wärmeverteilung ergibt sich ein jährlicher Einspeisebedarf von rund 60 GWh/a. Daher ist die Frage zu beantworten, wie die zukünftige Versorgung der Fernwärme aussehen kann. Nach derzeitiger Einschätzung wird es im Zielszenario zwei Fernwärmegebiete geben:

- **Fernwärmeversorgungsgebiet I:** Großflächiges Fernwärmenetz, ausgehend von Waren-West, über die Altstadt bis zum Papenberg
- **Fernwärmeversorgungsgebiet II:** Fernwärmenetz Am Torfbruch / Strelitzer Straße

Heute wird der Fernwärmebedarf weitgehend fossil gedeckt, vgl. Tabelle 3. Lediglich das bestehende Netz Am Papenberg wird im Ausgangsjahr anteilig durch Tiefengeothermie versorgt. Deshalb muss auch die Fernwärme eine Transformation von fossilen Energieträgern zu Erneuerbaren und unvermeidbarer Abwärme durchlaufen. Diesbezüglich gibt es durch das WPG konkrete Vorgaben. So müssen Wärmenetze bis zum Jahr 2030 bereits 30 % Wärme aus Erneuerbaren und Abwärme enthalten. Bis 2040 sind es laut WPG bereits 80 %. Da Waren (Müritz) Klimaneutralität bis 2040 anstrebt, muss die Fernwärme im Zieljahr 2040 bereits vollständig aus Erneuerbaren und unvermeidbarer Abwärme versorgt werden. Die Fernwärmetransformation ist deshalb von zentraler Bedeutung. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass bislang kein Transformationsplan für die Fernwärme vorliegt, oder in Erarbeitung ist. Dieser Abschnitt des Wärmeplans soll deshalb Wege aufzeigen, wie die vollständige Umstellung der Fernwärme auf Erneuerbare und unvermeidbare Abwärme unter Berücksichtigung der vorhandenen Potenziale gelingen kann.

6.2.1.1 Fernwärmeversorgungsgebiet I: Großflächiges Fernwärmenetz zw. Waren-West, Altstadt und dem Papenberg

Wie zuvor erläutert, geht das Zielszenario davon aus, dass die bestehenden Fernwärme-Netze in Waren-West, am Friedrichs-Engels-Platz und Am Papenberg durch ein großes Transportnetz thermisch oder sogar hydraulisch gekoppelt werden. Dieser Ansatz resultiert aus zwei Aspekten. Zum einen finden sich in der unmittelbaren Nähe mehrerer Bestandsnetze keine Potenzialflächen, um eine Transformation einzelner Bestandsnetze zu erwirken. Zum anderen finden sich im Westen und im Norden der Kernstadt sehr gute Flächen mit hinreichendem Potenzial, um die Bedarfe der Bestandsnetze und des erforderlichen Ausbaus ganzheitlich zu decken.

Anhand der Wärmebedarfsprognose aus Abschnitt 5.1.6 ergibt sich für das Fernwärmeversorgungsgebiet I im Zieljahr 2040 ein Wärmebedarf von ca.

52 GWh/a. Unter Berücksichtigung von 15 % Verlusten bei der Wärmeverteilung resultiert im Versorgungsgebiet ein jährlicher Einspeisebedarf von 60 GWh/a. Grundsätzlich stehen hinreichend Potenziale und Flächen für die Deckung dieses Bedarfs zur Verfügung. Sowohl Tiefengeothermie als auch Freiflächen-Solarthermie sind in diesem Zusammenhang als Leittechnologien zu nennen. Allerdings müssen die Anlagen mit entsprechenden Speichern, einer Besicherung sowie ggf. Mittel- und Spitzenlasterzeugern kombiniert werden. Dieser Abschnitt soll deshalb konkrete Technologiepfade für die klimaneutrale Gestaltung der Fernwärmeversorgung aufzeigen. Hierfür wurde zunächst die Jahresdauerlinie des Wärmenetzes basierend auf synthetisierten Heizlastverläufen für das Zieljahr ermittelt. Hierin ist, wie in Abbildung 48 dargestellt, die Höhe der benötigten Einspeiseleistung nach Jahresstunden aufgetragen, von links beginnend mit der Spitzen- bzw. Maximalleistung.

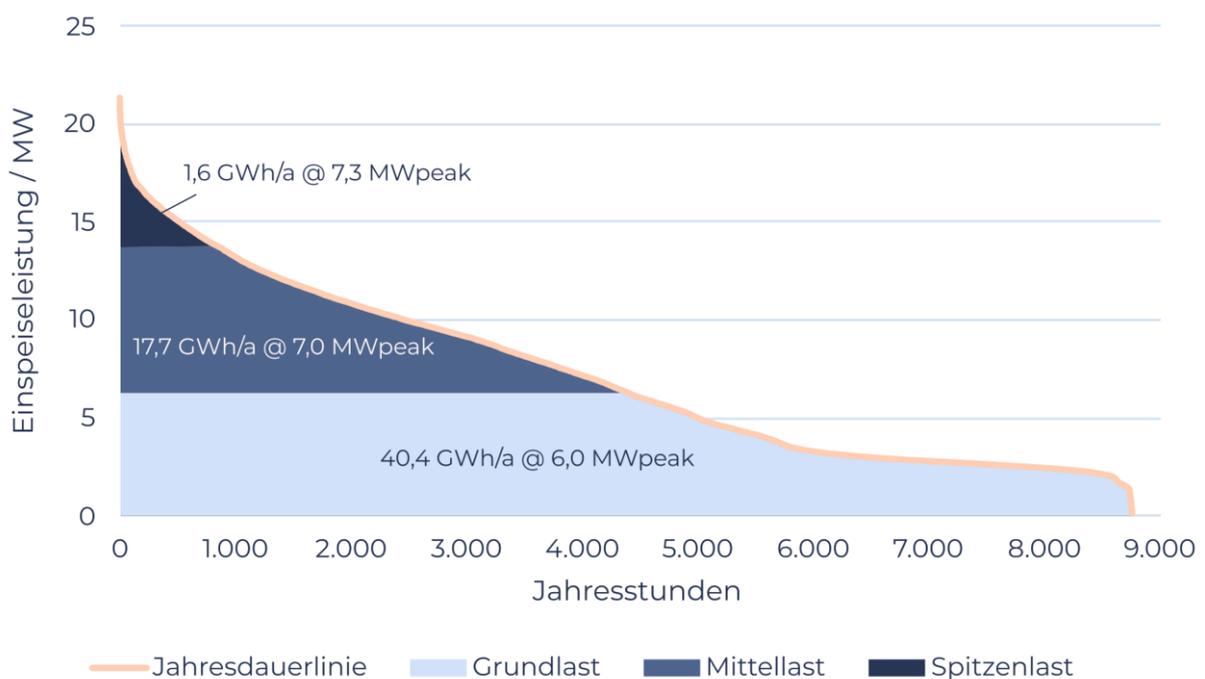


Abbildung 48: Synthetisierter geordneter Jahreslastgang für das im Zielszenario entwickelte Wärmenetz im Fernwärmeversorgungsgebiet I (Quelle: eigene Berechnungen)

Zur Deckung des Wärmebedarfs einer leitungsgebundenen Versorgung mittels Umweltwärmepotenzialen ist es aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll, die Anlagen-dimensionierung entsprechend der vorherrschenden Betriebsregime auszuführen. Aus diesem Grund wurde der Jahresheizlastverlauf in Abbildung 48 in Grund-,

Mittel- und Spitzenlast aufgeteilt. Diese Unterscheidung ermöglicht es, eine erste grundsätzliche Dimensionierung des nötigen Erzeugerparks auch unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte durchzuführen.

Grundlastanlagen sind gekennzeichnet durch viele Vollbenutzungsstunden im Jahr, das heißt vergleichsweise geringe Leistungen bezogen auf die insgesamt bereitgestellte Energiemenge. Hier rentieren sich daher Anlagen mit hohem CAPEX-zu-OPEX-Verhältnis.

Im Gegensatz dazu handelt es sich bei Spitzenlastern um Anlagen, die nur wenige Betriebsstunden im Jahr aufweisen. Die operativen Kosten, welche hauptsächlich durch Bereitstellung der Primärenergie gekennzeichnet sind, sind dabei von untergeordneter Bedeutung. Die Anlagen sollten allerdings möglichst geringe Investitionskosten mit sich bringen.

Das Bindeglied zwischen beiden sind die Mittellast-Erzeuger, die sowohl in Bezug auf die Betriebskosten als auch auf die Investitionskosten eine mittlere Position einnehmen. Sie sind darauf ausgelegt, Lastschwankungen auszugleichen und kommen häufig bei moderater Nachfrage zum Einsatz, wenn Grundlastanlagen bereits ausgelastet sind, aber Spitzenlastanlagen noch nicht benötigt werden. Mittellast-Erzeuger weisen oft eine moderate Anzahl an Betriebsstunden auf und bieten eine kosteneffiziente Ergänzung zur Versorgungssicherheit, indem sie flexibel auf Nachfrageänderungen reagieren können.

Für die Wärmebereitstellung des zukünftigen Wärmenetzes wurden zwei verschiedenen Szenarien bzw. Leittechnologien analysiert. Beide Technologien gehen von einer Deckung des Bedarfs von Grund- und Mittellast durch Nutzung von Umweltwärmequellen in Kombination mit saisonalen Speichern aus. Hierbei handelt es sich zum einen um Solarthermie und zum anderen um Tiefengeothermie. Als Spitzenlast-Anlage, zur Besicherung sowie zur Überbrückung von Wartungs- und Instandhaltungszeiträumen ist für beide Leittechnik-Szenarien ein strombasierter Heißwassererzeuger (Elektrodenkessel) berücksichtigt. Die nachfolgende Abbildung 49 illustriert die im Rahmen des Flächenscreenings als relevant eingestufteten Potenzialflächen um die Kernstadt, die für die Umgestaltung und Ausbau der Fernwärme herangezogen werden könnten.

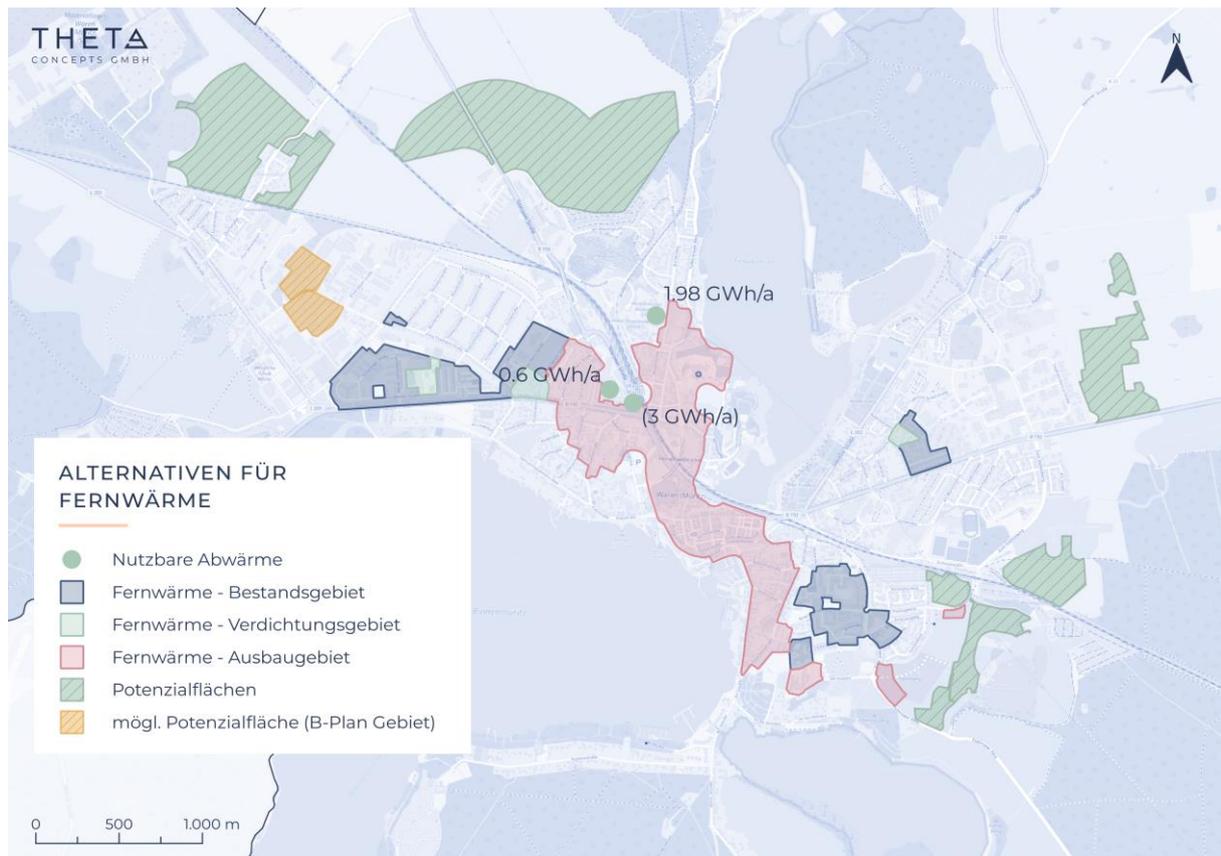


Abbildung 49: Relevante Potenzialflächen für Freiflächen-Anlagen zur Transformation der Fernwärme

Leittechnologie 1 basiert auf der primären Nutzung solarthermischer Energie. Die geeignetste Fläche zur Einbindung von Freiflächen-Solarthermie befindet sich im Norden des Stadtgebiets und ist als grün schraffierte Fläche in Abbildung 50 gekennzeichnet. Die Fläche bemisst sich auf etwa 67 ha und ist von ihrer Form und Lage (günstiger Flächenzuschnitt, keine Verschattung, Nähe zu Wärmenetz) gut für Solarthermie geeignet. Die Fläche bietet hinreichend Platz für sowohl die Freiflächen-Solarthermie als auch den erforderlichen Speicher. Zu den derzeitigen Eigentumsverhältnissen ist nichts bekannt.

Ausgehend von der Potenzialfläche im Norden könnte eine Haupttrasse die Versorgung des großen Verbundnetzes sicherstellen. Ein möglicher Netzverlauf unter Einbindung von Solarthermie ist in der nachfolgenden Abbildung 50 veranschaulicht.

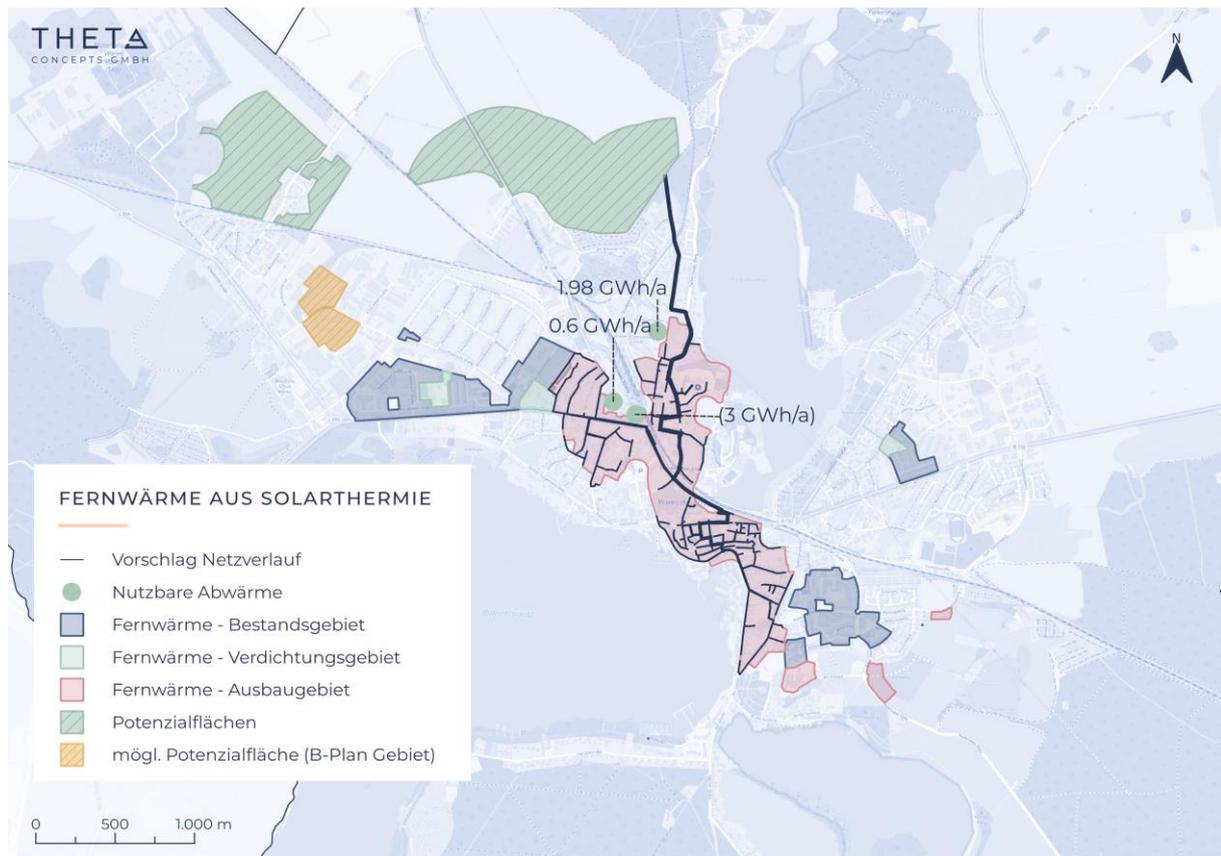


Abbildung 50: Wärmenetz im Zieljahr 2040 mit geeigneten Potenzialflächen für Solarthermie und Speicher nördlich der Stadt

Nach Abbildung 48 beträgt der jährliche Einspeisebedarf in Grund- und Mittellast etwa 57 GWh. Da die solaren Wärmeerträge dem Wärmebedarf prinzipbedingt zeitlich entgegenstehen, wird bei der Dimensionierung des saisonalen Speichers von einem Wärmebereitstellungsanteil von 70 % durch den Speicher und 30 % durch Direktnutzung der Solarthermie ausgegangen. Berücksichtigt man für den Speicheranteil die während der Speicherung entstehenden Wärmeverluste mit 30 %, ergibt sich für den primären solaren Einspeisebedarf eine jährliche Energiemenge von ca. 70 GWh. Bei einer angenommenen jährlichen Ausbeute von 500 kWh je m² Bruttokollektorfläche werden insgesamt 14 ha an Bruttokollektorfläche benötigt. Die meisten auf Freiflächen realisierten Kollektorfelder weisen einen Grundflächenbedarf auf, der das 2-fache bis 2,3-fache der Bruttokollektorfläche beträgt. Es ist daher davon auszugehen, dass für die Kollektoren eine Grundfläche von ca. 30 ha benötigt wird, wofür die Potenzialfläche im Norden ausreichend groß wäre.

Zur saisonalen Speicherung der solaren Wärmeenergie wird ein thermischer Energiespeicher mit einer Kapazität von ca. 54 GWh benötigt. Im Rahmen der weiterführenden Analysen wird dieser Speicher als Erdbeckenspeicher vorausgesetzt. Nach [10] wird hierfür unter der Annahme von 15 m Wassertiefe eine Fläche von etwa 7 ha benötigt.

Leittechnologie 2 verfolgt den Ansatz der Nutzung einer Tiefengeothermie-Dublette in Kombination mit einem saisonalen Speicher zur Deckung des Grund- und Mittellastbedarfs. Diese Erzeugerkonfiguration weist im Verhältnis zur Leittechnologie 1 deutlich weniger Platzbedarf auf. Deshalb kommen grundsätzlich verschiedene Technologiestandorte in Frage. Die nachfolgende Abbildung 51 gibt einen Überblick über mögliche Standorte für Tiefengeothermie, verteilt innerhalb und um die Kernstadt. Wie bereits unter Abschnitt 5.2.4 erläutert, bieten sich in Bezug auf die geologische Struktur insbesondere die im Westen und Norden gelegenen Potenzialflächen als Standorte für die Tiefengeothermie in der Kernstadt an. Hier kann das Reservoir im oberen Keuper adressiert werden, so dass Grund- und Mittellast des Fernwärmenetzes durch eine einzige Dublette und einen Saisonspeicher abgedeckt werden können. Die Flächen im Osten und Süd-Osten sind aufgrund der Mächtigkeiten sowie des bestehenden Standortes der Tiefengeothermie von untergeordneter Bedeutung.

Aus Sicht der Systemintegration sind insbesondere die gelb schraffierten Flächen in Abbildung 51 interessant. Unter Abschnitt 5.2.3 wurde bereits tiefergehend diskutiert, dass die Flächen dem B-Plan-Gebiet angehören und deshalb keine Prioritätsflächen darstellen. Allerdings ist die Lage der Flächen besonders günstig, da sie sowohl eine unmittelbare Nähe zum Standort der Stadtwerke als auch zum Bestandsnetz aufweisen. Zudem sind die Flächen mit 5 ha, respektive 6 ha hinreichend groß. Dies bietet entscheidende Standortvorteile für die Wärmewende. Daher sollte dringend in Erwägung gezogen werden, die Standorte für die Wärmewende zu sichern. Aus den genannten Gründen wird für das zweite Versorgungsszenario der Fernwärme auf Basis der Leittechnologie 2 von der Verwendung dieser Flächen ausgegangen. Ein möglicher Netzverlauf ist in der nachfolgenden Abbildung 51 illustriert.

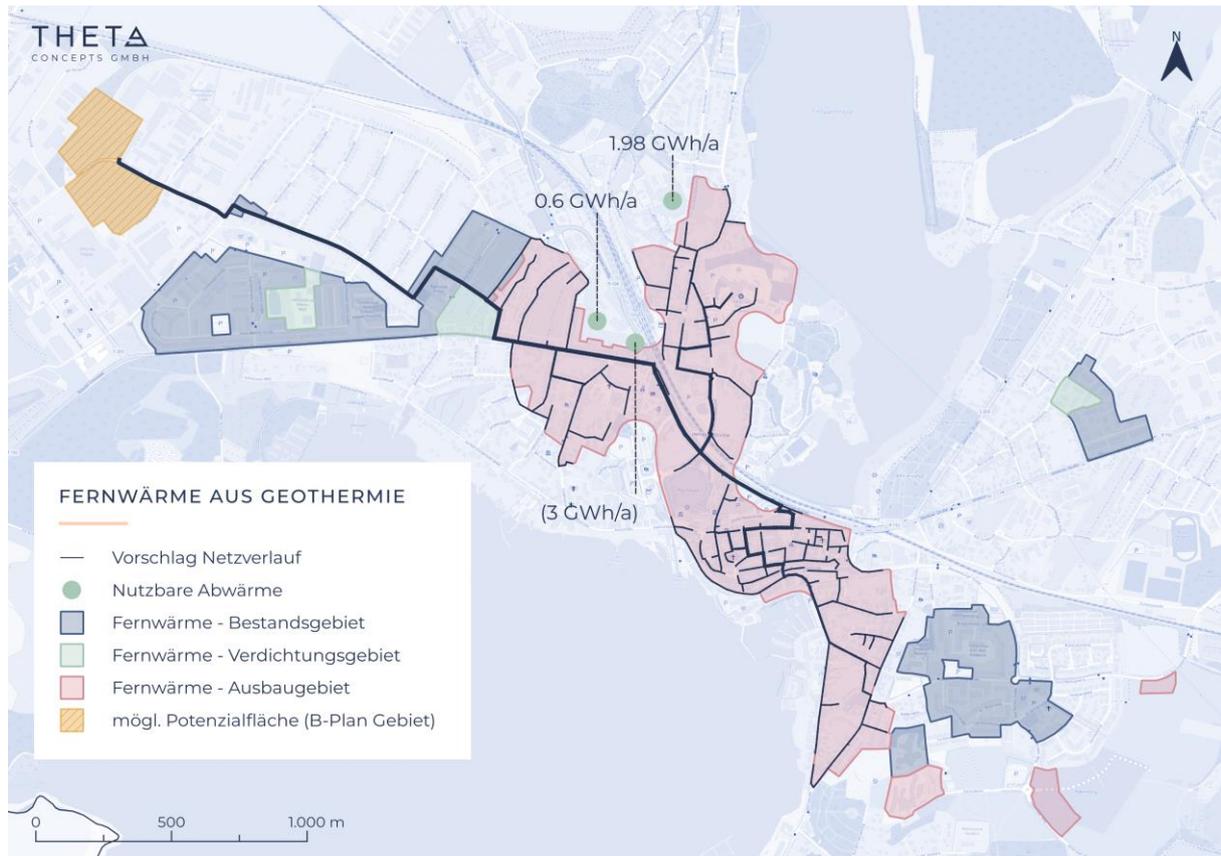


Abbildung 51: Wärmenetz im Zieljahr 2040 mit geeigneten Potenzialflächen für Tiefengeothermie und Speicher

In Analogie zur Leittechnologie 1 wurde auch die Tiefengeothermie-Anlage mit einer maximalen Einspeiseleistung von 6,7 MW so ausgelegt, dass sie in Kombination mit einem saisonalen Speicher die Grund- und Mittellastbedarfe decken kann. Das Sole-Temperaturniveau bemisst sich nach vorliegenden Daten auf 70 °C und muss vor Einspeisung bzw. Speicherung mittels Wärmepumpe auf Vorlauftemperaturniveau angehoben werden. Ein entsprechendes Aggregat ist daher bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu berücksichtigen.

Da die Wärmeleistung geothermischer Quellen im Gegensatz zur Solarthermie nicht fluktuierend, d.h. zeitlich nicht schwankend ist, steht die installierte Leistung bis auf Wartungs- und Instandhaltungsintervalle ganzjährig zur Verfügung. Damit ist der Speicherbedarf gegenüber der Leittechnik Solarthermie deutlich verringert. Insgesamt wird eine Speicherkapazität von etwa 11 GWh benötigt, was unter Annahme eines Erdbeckenspeichers einen Platzbedarf von 2,5 ha bedeutet. Dies inkludiert bereits das für die Geothermieanlage benötigte Baufeld (100 x 100 m). Es

ist deshalb davon auszugehen, dass bereits eine der beiden B-Plan-Flächen hinreichend Platz für den Technikstandort bietet. Sollten sich größere Hürden bei der Akquise der aufgezeigten Flächen ergeben, so finden sich nord-westlich in ca. 1 km geeignete Ausweichflächen für die Tiefengeothermie samt Speicher, siehe Abbildung 50.

Technologievergleich

Beiden Leittechnologien ist gemein, dass die Mittellastbedarfe, bzw. im Falle der Solarthermie auch große Teile der Grundlastbedarfe, durch einen saisonalen Speicher bereitgestellt werden müssen. Prinzipbedingt gehen dessen Wärmeverluste mit einer Verringerung der oberen Speichertemperatur (Soll: 95 °C) einher, weshalb eine mittlere Ausspeichertemperatur von 80 °C angenommen wird. Analog zum Ansatz der Temperaturanhebung bei der Tiefengeothermie ist daher auch für die beiden saisonalen Speicher eine nachgeschaltete Großwärmepumpe zu berücksichtigen, um die nötige Fernwärme-Vorlauftemperatur zu erreichen. Hierbei wird eine Netzvorlauftemperatur von 95 °C angestrebt. In der nachfolgenden Tabelle 10 sind die wesentlichen Kennwerte der beiden Leittechnologien zusammengefasst. Die Investitionskosten sind dabei als indikative Kosten in Anlehnung an [10] zu verstehen und sind im Rahmen einer Transformationsplanung zu präzisieren. Auch die Dimensionierung der saisonalen Speicher stellt in der kommunalen Wärmeplanung nur eine erste Abschätzung dar und sollte daher Gegenstand weiterführender Studien sein.

Weiterhin ist anzumerken, dass die skizzierten Transformationspfade für die Fernwärme ohne Anbindung der aufgezeigten Abwärmepotenziale auskommen. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass die zu erschließenden Leittechnologien ein hinreichendes Potenzial bieten, um die ermittelten Fernwärmebedarfe zu decken. Zum anderen sind die identifizierten Abwärmepotenziale im Verhältnis zum Bedarf als gering zu bewerten. Dennoch sind die in Abbildung 50 und Abbildung 51 dargestellten Netzverläufe grundsätzlich so gewählt, dass die Möglichkeit zum Anschluss besteht, um nachgelagert ggf. weiteren Fernwärmeausbau zu betreiben.

Tabelle 10: Vergleichende Kennwerte der beiden Leittechnologien für die Versorgung des Verbundnetzes im Zieljahr 2040 (indikative Kostenpositionen ohne Förderung)

Kennwert	Leittechnologie 1	Leittechnologie 2
Primäre Wärmequelle	Solarthermie	Tiefengeothermie
Quellentemperatur	95 °C	70 °C
Installierte Spitzenleistung	70 MW	6,7 MW
Hilfsstrombedarf Wärmequelle	1,4 GWh/a	4,8 GWh/a
Strombedarf Primär-Wärmepumpe	Nicht notwendig	6 GWh/a
Strombedarf Wärmepumpe saisonaler Speicher	2,8 GWh/a	0,8 GWh/a
Strombedarf gesamt	4,2 GWh/a	11,6 GWh/a
Investitionskosten saisonaler Speicher	13,3 Mio. €	4,4 Mio. €
Investitionskosten Wärmequelle	39 Mio. €	25 Mio. €
Investitionskosten gesamt	52 Mio. €	29 Mio. €
Flächenbedarf Erzeugeranlage	30 ha	1 ha
Flächenbedarf saisonaler Speicher	7 ha	1,5 ha
Flächenbedarf gesamt	37 ha	2,5 ha

Anhand der skizzierten Netztopologien wurden die Investitionskosten in das Netz indikativ ermittelt. Im Ergebnis sind, je nach tatsächlichem Verlauf, Fernwärmestrassen mit einer Länge von ca. 18 km (ohne Hausanschlussleitungen) zu errichten. Eine Grobabschätzung der Investitionskosten unter Berücksichtigung der benötigten Leitungsquerschnitte für eine Temperaturspreizung von 45 K und eine mittlere Strömungsgeschwindigkeit von 1,5 m/s ergibt sich zu etwa 22 Mio. €. Die Wahl der Leittechnologie und damit des zu bevorzugenden Standortes der Wärmebereitstellung ist für diese Kalkulation unerheblich, da die Potenzialflächen in

vergleichbaren Abständen zu den zukünftigen Ausbaugebieten liegen. Hinzu kommen etwa 900 Hausanschlüsse mit indizierten Kosten von ca. 7 Mio. €.

Für den Vergleich der beiden zentralen Versorgungsvarianten werden die Kostenstrukturen detailliert dargestellt, um deren Wirtschaftlichkeit im Kontext der kommunalen Wärmeversorgung zu bewerten. Die wesentlichen Kostenkomponenten und deren Beitrag zu den Gesamtkosten der Endkunden werden im Folgenden zusammengefasst. Beide Leittechnologien beinhalten identische Kostenpositionen, deren Höhe sich jedoch je nach spezifischer Technologie unterscheidet.

Die Investitionskosten umfassen die Bau- und Installationskosten der zentralen Anlagen sowie die Errichtung des Wärmenetzes. Um eine konsistente und transparente Darstellung der Kosten über die gesamte Nutzungsdauer zu gewährleisten, werden diese Investitionskosten linear umgelegt. Es handelt sich hierbei um barwertige Kosten, die keine zusätzlichen Aufschläge für Kapitaldienste oder ähnliche Faktoren enthalten.

Betriebs- und Wartungskosten fallen ebenfalls an, wobei deren Umfang aufgrund der unterschiedlichen technologischen Anforderungen variiert.

Ein weiterer wesentlicher Kostenfaktor sind die Stromkosten, da der Strombedarf der Technologien unterschiedlich ist und jeweils unterschiedliche Anteile über den externen Strommarkt gedeckt werden. Die Preisindikationen für Strom basieren auf den Quellen [10] und [21]. Es ist anzumerken, dass der Strompreis durch Ausbau von Freiflächen-PV und Windkraft zur Eigennutzung erheblich reduziert werden kann.

Zur Kompensation von Wärmeverlusten im Netz wird für beide Technologien ein pauschaler Aufschlag des Wärmebedarfs von 15 % angesetzt. Diese Netzverluste sind bereits in den Gesamtkosten, die den Endkunden in Rechnung gestellt werden, enthalten und werden nicht separat ausgewiesen. Die Netzvorlauftemperatur wird mit 95 °C angenommen und ist damit konform zu den derzeitigen technischen Anforderungen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW).

Förderungen sind bei der Aufstellung in Tabelle 10 zunächst außer Acht gelassen worden. Der Zeithorizont für die geplanten Maßnahmen ist sehr langfristig und die Förderlandschaft kann sich in einem derart langen Zeitraum dynamisch und teilweise grundlegend verändern. Förderprogramme unterliegen häufig politischen, wirtschaftlichen und technologischen Entwicklungen, die ihre Verfügbarkeit, Konditionen oder Förderhöhe beeinflussen.

Dennoch bietet die aktuelle Förderlandschaft mit der BEW ein sehr attraktives Förderinstrument, um die hohen Investitionen in neue Fernwärmenetze oder Bestandsnetze abzufedern. Dies gilt sowohl für Einzelmaßnahmen als auch systemische Maßnahmen und schließt zum einen Maßnahmen zur Ertüchtigung sowie den Ausbau des Netzes und zum anderen die Implementierung neuer Erzeuger- und Speichertechnologien ein. Darüber hinaus sind auch die operativen Kosten von Solarthermie und Wärmepumpen förderfähig. Gemäß Abbildung 52 gliedert sich die BEW in 4 Module, die stufenweise zugänglich sind.

<p>MODUL 1 Transformationspläne & Machbarkeitsstudien</p> <p>50 % der förderfähigen Kosten, Max. 2 Mio. €</p>	<p>MODUL 2 Systemische Förderung für Neubau- und Bestandsnetze</p> <p>Bis zu 40 % der förderfähigen Kosten, Max. 100 Mio. €</p>
<p>MODUL 3 Einzelmaßnahmen</p> <p>Bis zu 40 % der förderfähigen Kosten, Max. 100 Mio. €</p>	<p>MODUL 4 Betriebskostenförderung für Solarthermie-Anlagen und Wärmepumpen</p>

Abbildung 52: Schematische Darstellung der Module 1-4 nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

So ist zur Erschließung der Förderung zunächst ein Transformationsplan für Bestandsnetze bzw. eine Machbarkeitsstudie für neuzubauende Netze nach Modul 1 zu erarbeiten. Dabei identifizierte Maßnahmen sind nach Modul 2 und 3 als systemische Maßnahmen bzw. Einzelmaßnahmen förderfähig, sofern sie den

Anforderungen der Förderrichtlinie entsprechen. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass die Investitionen in Tiefengeothermie nur nach Modul 2, nicht aber Modul 3 förderfähig sind. Solarthermieanlagen und Großwärmepumpen, deren Implementierung nach Modul 2 oder Modul 3 gefördert wurde, können zudem die Möglichkeit einer Betriebskostenförderung nach Modul 4 erhalten.

Grundsätzlich liegen die indikativen Kosten für die Umsetzung des Verbundnetzes bei beiden Leittechnologie-Varianten unterhalb von 100 Mio. €, so dass alle zentralen Maßnahmen durch Modul 2 ganzheitlich gefördert werden könnten. Je nach Leittechnologie können sich hierbei Förderungen von bis zu knapp 49 Mio. € ergeben. Eine Abschätzung der möglichen Förderung für beide Leittechnologie-Varianten gibt Tabelle 11.

Tabelle 11: Abschätzung der möglichen Förderhöhen nach BEW (Modul 2) auf Basis der zwei vorgestellten Leittechnologien

Kennwert	Leittechnologie 1	Leittechnologie 2
Primäre Wärmequelle	Solarthermie	Tiefengeothermie
Investitionskosten Erzeuger	52 Mio. €	29 Mio. €
Investitionskosten Netz (inkl. HAL)	29 Mio. €	29 Mio. €
Investitionsförderung (Modul 2)	max. 32,4 Mio. €	max. 23,2 Mio. €
Investitionskosten abzgl. Förderung	48,6 Mio. €	34,8 Mio. €
Betriebskostenförderung (Modul 4)	möglich, abh. vom Erzeugerpark und Strombedarf	möglich, abh. vom Erzeugerpark und Strombedarf

Eine Betriebskostenförderung gemäß Modul 4 ist ebenfalls denkbar. Dies gilt sowohl für die Solarthermie-Anlage sowie Großwärmepumpe zur Netztemperatur-anhebung in Leittechnologie 1 als auch für die Großwärmepumpen nach der Tiefengeothermie und dem Speicher in Leittechnologie 2. Die Höhe der Förderung wird primär durch den Strombedarf bestimmt. Dieser steht im Zusammenhang mit der Anlagenkonzeptionierung und dem Zusammenspiel der Grund- und Mittellasterzeuger mit vorhandenen Spitzenlasterzeugern. Zur Bezifferung der Förderhöhe ist deshalb innerhalb der Transformationsplanung der Strombedarf auf

Basis des Zusammenspiels der Erzeuger und Speicher zu analysieren. Eine konkrete Aussage zur Höhe der Betriebskostenförderung ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt deshalb nicht möglich.

Wärmegestehungskosten der Erzeugerparks

Für eine wirtschaftliche Vergleichbarkeit der Leittechnologien werden die spezifischen Wärmegestehungskosten für Erzeugung und Verteilung über die technische Nutzungsdauer bestimmt. Förderungen bleiben bei diesem Vergleich unberücksichtigt. Dies ist zum einen darin begründet, dass die operative Förderung nach BEW zum gegenwärtigen Zeitpunkt für beide Parks nicht korrekt bemessen werden kann. Zum anderen dienen die hier errechneten Wärmegestehungskosten der Fernwärme auch als Referenzwerte zum wirtschaftlichen Vergleich mit dezentralen Versorgungslösungen. Im Gebäudebereich existieren sowohl für Sanierungsmaßnahmen als auch den Heizungstausch verschiedene Förderinstrumente, die je nach Gebäude erheblich differieren. Daher kann die Förderung dezentraler Lösungen im Interessensgebiet nicht verallgemeinert werden. Beispielhaft ist hier die KfW-Förderung 458 zu nennen, die den Heizungstausch je nach Alter der bestehenden Anlage, dem Haushaltseinkommen oder der Wahl des Kältemittels zwischen 30 % und 70 % bezuschusst. Um etwaige Vergleiche konsistent zu führen, bleiben Förderungen deshalb außer Acht, auch wenn sie ein entscheidendes Mittel darstellen, um die zukünftige Wärmeversorgung wirtschaftlich darzustellen.

Wie bereits in Tabelle 10 zu erkennen, liegen die Investitionen für Leittechnologie 1 deutlich höher als für Leittechnologie 2. Demgegenüber sind die Strombedarfe von Leittechnologie 2 signifikant höher. Auf den Betrachtungshorizont der jeweils angesetzten technischen Nutzungsdauern bezogen gleichen sich beide Kostenpositionen aus. Zusammen mit den laufenden Kosten für Wartung, Instandhaltung sowie der Umlage von Infrastruktur- bzw. Leitungsbaukosten ergeben sich indikative kalkulatorische Vollkosten für Leittechnologie 1 in Höhe von 14,94 ct/kWh gegenüber 15,35 ct/kWh für Leittechnologie 2.

Tabelle 12: Indikative Vollkosten für das Verbundnetz

Kennwert	Leittechnologie 1	Leittechnologie 2
Primäre Wärmequelle	Solarthermie	Tiefengeothermie
Vollkosten* in ct/kWh	14,94	15,35

*Förderung zur Wahrung der Vergleichbarkeit nicht enthalten. Auflistung der einzelnen Kostenpositionen des Vollkostenvergleichs ist der Tabelle im Anhang A.3 zu entnehmen.

Anhand der Vollkosten-Rechnung ist zu erkennen, dass sich beide Leittechnologien preislich nur geringfügig unterscheiden. Aufgrund des erheblich geringeren Platzbedarfs, der guten geologischen Voraussetzungen sowie der bereits bestehenden Erfahrungen im Bereich der Tiefengeothermie wird diese Technologie als Leittechnologie für das Verbundnetz empfohlen. Diese Empfehlung fügt sich auch in die Wünsche und Anregungen der Bürger bzgl. eines weiteren Ausbaus der in Waren (Müritz) bereits genutzten Tiefengeothermie, vgl. Abschnitt 2. Alle weiterführenden Betrachtungen basieren daher auf der Annahme von Tiefengeothermie als Leittechnologie zur Transformation und zum Ausbau der Fernwärme.

Als eine zentrale Maßnahme sollte nach Abschluss des Wärmeplans eine Förderung für Modul 1 (BEW) beantragt werden, um beide Leittechnologien einer genaueren Analyse zu unterziehen und energie-systemisch im Zusammenspiel mit anderen Erzeugern / Speichern im Jahreslastgang zu bewerten. Dies ist eine zentrale Maßnahme, um den zukünftigen Erzeugerpark genauer auszuarbeiten und die Förderung der nachgelagerten Module gemäß BEW zu realisieren. Wie Tabelle 12 darlegt, sind die Wärmegestehungskosten auf Basis von Tiefengeothermie auch ohne Förderung moderat. Dennoch ist die BEW-Förderung ein entscheidender Baustein, um die Investitionshürde zu nehmen und die Kostenstruktur zu senken. Die wird einen entscheidenden Beitrag leisten, um sozialverträgliche Preise der Fernwärme wirtschaftlich darzustellen.

Abschließend ist zu erwähnen, dass Potenziale an unvermeidbarer Abwärme bislang unberücksichtigt blieben, sich bei zusätzlichem Bedarf aber günstig in das geplante Wärmenetz integrieren ließen. Diese Integration sollte im Rahmen der

Transformationsplanung hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit, Umsetzbarkeit und Versorgungssicherheit ebenfalls geprüft werden.

6.2.1.2 Fernwärmeversorgungsgebiet II: Fernwärmenetz Am Torfbruch

Wie bereits ausgeführt, ist eine Anbindung des Fernwärmenetzes Am Torfbruch an das große Verbundnetz nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht darstellbar. Der recht geringe Absatz rechtfertigt die Investitionen in die Trassen zur hydraulischen oder thermischen Kopplung mit dem zentralen Netz zw. Papenberg, Altstadt und Waren-West wahrscheinlich nicht.

Auch wenn es sich bei der Fernwärme Am Torfbruch um ein kleines Fernwärmenetz handelt (aktueller Bedarf 1,5 GWh/a), so stellt dessen Transformation aufgrund der Flächensituation und Verfügbarkeit an erneuerbaren Potenzialen eine Herausforderung dar. Weder im Bestands- noch im Verdichtungsgebiet des Netzes oder deren unmittelbarer Nähe lassen sich hinreichende Freiflächen für erneuerbare Energien identifizieren. Daher sind die Optionen zur klimaneutralen Umgestaltung des Netzes begrenzt. Sowohl Solarthermie als auch Tiefengeothermie scheiden in der Konstellation aus Flächenverfügbarkeit und Netzgröße aus. Neben der Nutzung einer großen Luftwärmepumpe oder eines Biogas- oder Biomasseheizwerks wurde als weitere Option die Nutzung von Seethermie im Tiefwareensee identifiziert, um das Wärmenetz klimaneutral zu versorgen.

In Bezug auf Biogas ist anzumerken, dass derzeit kein entsprechendes Potenzial im Planungsgebiet vorhanden ist, so dass der Energieträger importiert werden müsste. Da dies Einfluss auf die THG-Bilanz nimmt, stellt die Umstellung auf Biogas aus Sicht der Klimaneutralität zunächst kein Vorzugsszenario dar. Zudem steht Biogas unter hohem Nutzungsdruck, da die Potenziale bundesweit begrenzt sind. Es ist daher fraglich, inwiefern Versorgungssicherheit und ein sozialverträglicher Preis durch Biogas realisierbar sind. Die Umgestaltung des vorhandenen Heizwerks ist technisch wahrscheinlich möglich. Die Inselversorgung mit Biogas setzt allerdings einen Speicher mit entsprechendem Platzbedarf voraus. Ein geeigneter Aufstellort konnte bislang nicht identifiziert werden.

Feste Bioenergieträger sind innerhalb des Planungsgebietes in hinreichendem Maße vorhanden. Allerdings ist zu hinterfragen, inwiefern ein entsprechendes

Heizwerk mit dem Status der Stadt Waren (Müritz) als Luftkurort vereinbar ist und ob die Bebauungsstrukturen hinreichenden Platz für ein Heizwerk bieten. Hier ist vor allem der hohe Platzbedarf des Speichers (Silos) zu sehen. Nach derzeitiger Datenlage ist ein entsprechendes Heizwerk auf Basis der Flächensituation nicht realisierbar.

In Bezug auf die Seethermie findet sich ein Standort zur Entnahme und Rückführung in den Tiefwareensee, der nord-westlich des Fernwärmenetzes gelegen ist. Hierbei handelt es sich um die Badestelle im Bereich der Werdersiedlung. Der Standort ist in der nachfolgenden Abbildung 53 samt einer möglichen Trassenführung zum Fernwärmenetz illustriert. Die Trassenlänge beläuft sich hierbei auf 1,2 km.

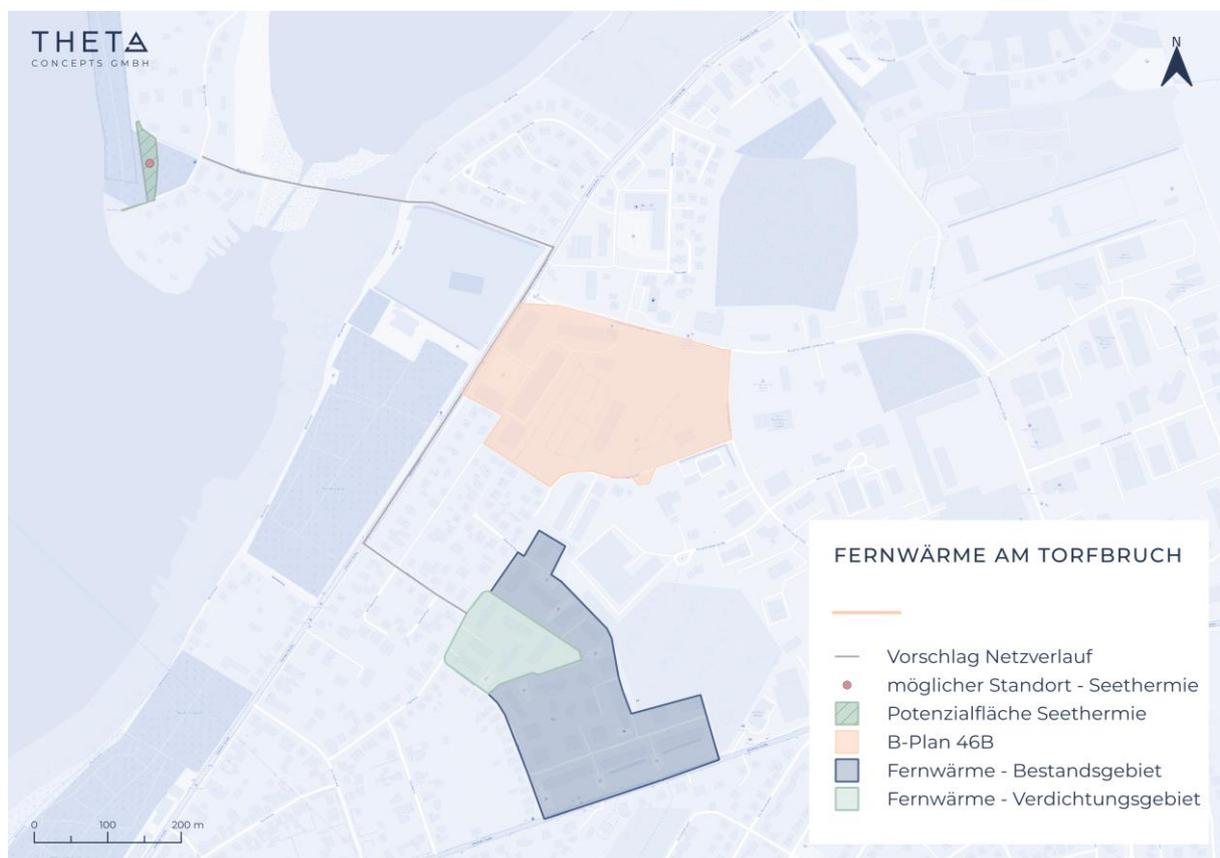


Abbildung 53: Transformationspotenziale für das Fernwärmebestandsgebiet Am Torfbruch

Das Potenzial der Seethermie im Tiefwareensee ist wahrscheinlich für die Versorgung des Netzes ausreichend. Dennoch stellt die Flächensituation auch hier eine Herausforderung dar. Die Seethermie ist höchst wahrscheinlich mit einem

thermischen Speicher zu versehen, dessen Größe in Abhängigkeit der technischen Lösung (konventionelle Entnahmen vs. Vakuum-Eis-Anlage) steht. Es ist daher zu prüfen, ob sich ein Technikstandort im Bereich der Entnahmestelle umsetzen lässt, der hinreichend Platz für die Seewasser-Wärmepumpe samt Speicher bietet. Das Wohngebiet, das mit dem Wärmenetz versorgt wird, bietet voraussichtlich keinen ausreichenden Platz für die Integration eines passenden Speichers.

In Bezug auf die Flächensituation ist weiterhin der Bebauungsplans 46 B zu erwähnen, der eine Umnutzung der aprikot-farbenen Fläche in Abbildung 53 adressiert. Auf der Fläche zwischen F.-Wilhelm-Raiffeisen-Straße, Gievitzer Straße und Heinrich-Seidel-Straße erfolgt eine Umnutzung von Gewerbeflächen und Brache hin zu einer Mischnutzung aus Gewerbe- und Wohnbebauung. Es ist zu prüfen, inwiefern hier zum Vorrang des Klimaschutzes ein Technikstandort für ein Heizwerk oder eine Seethermie samt Speicher untergebracht werden kann, um neben dem Bestandsnetz Am Torfbruch auch die neue Bebauung auf den Gewerbeflächen zu versorgen. Diesbezüglich könnten sich Synergien ergeben.

Aufgrund der limitierten Informationsverfügbarkeit bzgl. der angestrebten Bebauung 46 B und der herausfordernden Flächensituation hinsichtlich des Netzes Am Torfbruch ist der Bereich als Prüfgebiet deklariert. Um ein fundiertes Konzept für die Umgestaltung des Fernwärmenetzes Am Torfbruch zu erhalten, werden weiterführende Untersuchungen empfohlen. Zum einen sind mögliche Synergien mit der neuen Bebauung (46 B) zu eruieren, zum anderen ist ein Transformationsplan für das Bestandsnetz zu erstellen, der ein geeignetes Erzeugerkonzept auf Basis der verfügbaren Flächen entwickelt. In dem Zusammenhang wird eine Detailstudie zur Seethermie am Tiefwareensee empfohlen.

Sollten sich keine Lösungen für eine zentrale Versorgung der Fernwärme Am Torfbruch identifizieren lassen, so ist ebenfalls eine Stilllegung des Netzes in Betracht zu ziehen. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Versorgung des Gebietes dezentral erfolgen kann, vgl. Abbildung 43. Dies gilt insbesondere, wenn hier in den nächsten Jahren verstärkt auf energetische Sanierungsmaßnahmen gesetzt wird.

6.2.2 Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen individueller Versorgung und Fernwärme in der Kernstadt

Im vorgeschlagenen Fernwärmenetz-Gebiet befinden sich, wie in den Abschnitten 6.1.1 und 6.1.2 dargestellt, Blöcke mit unterschiedlicher Eignung für Wärmenetze und dezentrale Versorgung. In einigen Baublöcken ist Fernwärme unter technischen Gesichtspunkten unabdingbar, weil dezentrale Lösungen keine Versorgungssicherheit bieten. In anderen Blöcken ist aus technischer Perspektive sowohl eine dezentrale als auch zentrale Versorgung denkbar. Zur weiteren Begründung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsarten in den einzelnen Gebieten wurde aus diesem Grund ein Wirtschaftlichkeitsvergleich aus Sicht des Wärmeendkunden bzw. Nutzers durchgeführt. Die zugehörigen Ergebnisse für die zentrale bzw. netzgebundene Versorgung wurde bereits im vorherigen Abschnitt diskutiert und ergibt sich für die gewählte Leittechnologie Tiefengeothermie zu 15,35 ct/kWh ohne Förderung.

Für die Indikation der bei einer rein dezentralen Wärmeversorgung entstehenden Kosten wurde eine Analyse auf Gebäude-Ebene anhand der vorliegenden Daten und des für das Zielszenario prognostizierten Wärmebedarfs durchgeführt. Hierbei wurden in Analogie zur zentralen Versorgung die Vollkosten in Anlehnung an [10] und [21] bestimmt.

Wie bereits erklärt, wird in den dezentral zu versorgenden Gebieten ein komplexerer Technologiemix mit hohem Anteil Wärmepumpentechnologien erwartet. Der Technologiemix wirkt sich direkt auf die mittlere Kostenstruktur der dezentralen Wärmebereitstellung und damit auf den Vergleichswert zur Fernwärme aus. Zur genaueren Beschreibung und Untersetzung des Technologiemies wurde die Heizungsmarktanalyse des Bundesverbands für Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) [22] herangezogen. Die für die Zukunft prognostizierten Technologieanteile sind in Abbildung 54 dargestellt.

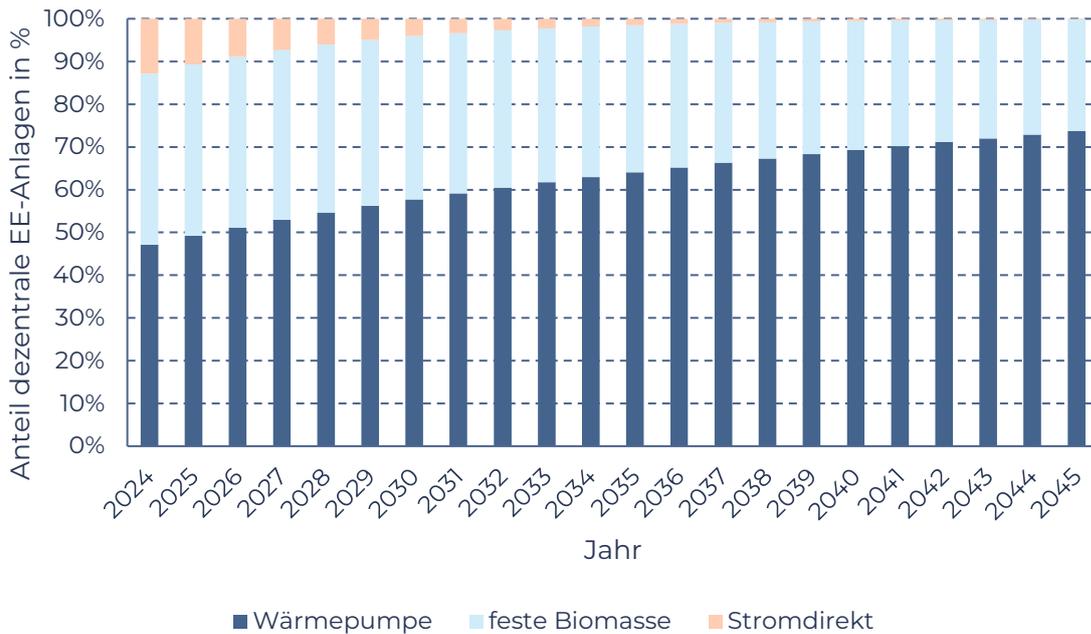


Abbildung 54: Prognostizierter Verlauf der Anteile EE-basierter dezentraler Heizungssysteme; abgeleitet anhand von Daten aus [22]; bezogen auf die Anzahl der Wohngebäude

In 2045 liegt der prognostizierte Anteil von Wärmepumpen knapp unterhalb von 74 %. Der Anteil Biomasse-basierter Heizungen liegt bei etwa 26 %, der Anteil von Stromdirektheizungen bei fast 0 %.

Für das Zieljahr 2040 wurde aus der Prognose ein Anteil von etwa 69 % Wärmepumpen-, 0,5 % Stromdirekt- und etwas mehr als 30 % Biomasseversorgung abgeleitet. Für das gesamte in Abbildung 47 definierte voraussichtliche Wärmenetzgebiet ergeben sich im Zielszenario auf Basis der vorgenannten Randbedingung mittlere nutzerbezogene Wärmebezugsvollkosten für dezentrale Versorgungsoptionen / Individualversorgung von 15,2 ct/kWh, siehe Tabelle 13

Tabelle 13: Wirtschaftlichkeitsvergleich von Fernwärme und Individualversorgung im Fernwärmegebiet I (Daten für das Zieljahr 2040)

	Einheit	Fernwärme	Individualversorgung
Wärmebezugs-Vollkosten*	ct / kWh	15,35	15,20

*Vollkosten ohne Berücksichtigung derzeit gültiger Förderinstrumente sowohl in Bezug auf Fernwärme als auch individuelle Versorgung

Damit liegt der Wert der Individualversorgung in der gleichen Größenordnung wie der nach Abschnitt 6.2.1 ermittelte Wert für die wärmenetzbasierte Versorgung. Die

Fernwärme ist auf Basis der vorliegenden Wärmebezugsvollkosten demnach wirtschaftlich konkurrenzfähig zu dezentralen Versorgungslösungen. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass minimal investive energetische Ertüchtigungsmaßnahmen wie ein Heizkörpertausch bei Wärmepumpen oder Ertüchtigung des Schornsteins und Einbau eines Silos bei Biomasseheizungen bereits in den Berechnungen berücksichtigt wurden. Durch derartige Maßnahmen sind etwaige Technologien in einem Großteil der Bestandsgebäude integrierbar und kosteneffizient zu betreiben. Größere Sanierungsmaßnahmen sind von der Berechnung jedoch exkludiert. Dies ist vor allem damit zu erklären, dass die Sanierungskosten in direktem Zusammenhang zum spezifischen Gebäude und sich daran orientierenden, sinnvollen Maßnahmen stehen. Die Notwendigkeit dieser Maßnahmen ist im Einzelfall zu prüfen und kann nicht flächendeckend durch den Wärmeplan erarbeitet und vorgegeben werden. In die Kosten für dezentrale Lösungen fließt jedoch der Strombezug ein, der in unmittelbarem Zusammenhang zum COP der Wärmepumpe steht. Der COP wird entsprechend des Gebäudestandards beziffert, sodass höhere Kosten durch einen schlechteren initialen Gebäudestandard in der Vollkostenberechnung berücksichtigt sind.

6.2.3 Zielszenario 2040 in den externen Ortsteilen

In den vorangegangenen Abschnitten dieses Kapitels wurde vor allem die zukünftige Wärmeversorgung in der Kernstadt thematisiert, insbesondere weil sich hier ein hoher Bedarf an Fernwärme ergibt. In diesem Abschnitt soll das Zielszenario mit Bezug auf die externen Ortsteile diskutiert werden.

Auf Basis der durchgeführten Analysen konnte festgestellt werden, dass sich leitungsgebundene Wärme in nahezu keinem der Ortsteile aus technischen oder wirtschaftlich Gründen darstellen lässt. Nahezu alle Baublöcke der Ortsteile sind nach Abbildung 46 als wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich ungeeignet für Fernwärme kategorisiert. Dies ist zum einen auf die Siedlungsstrukturen und moderaten Wärmebedarfe und zum anderen auf die Verfügbarkeit von geeigneten Potenzialflächen zurückzuführen. Ein Wärmenetz ist unter den gegebenen Bedingungen sehr wahrscheinlich nicht in eine Wirtschaftlichkeit zu überführen. Um dies abzusichern, wurde für jede Ortslage ein Wirtschaftlichkeitsvergleich zw.

dezentralen Lösungen und einer zentralen Fernwärmeversorgung vorgenommen. Hierbei wurden folgende Technologien für die zentrale Versorgung berücksichtigt:

- Freiflächen-Solarthermie (Flachkollektor & Vakuum-Röhren-Kollektor)
- Biogas-BHKW
- Ggf. vorhandene Abwärmepotenziale
- Kalte Nahwärme auf Basis von Erdwärmesonden

In diesem Zusammenhang wurden für jeden Ortsteil ein Niedertemperaturnetz (75 °C Vorlauftemperatur) sowie ein kaltes Nahwärmenetz (20 °C Vorlauftemperatur) ausgelegt. Auf dieser Grundlage fußt ein Vollkostenvergleich zwischen zentraler und dezentraler Versorgung. Die nachfolgende Abbildung 55 enthält Darstellungen von Netzverläufen als Berechnungsgrundlage am Beispiel der Ortsteile Warenhof und Jägerhof.



Abbildung 55: Beispielhafte Netzverläufe in den Ortsteilen Warenhof (links) und Jägerhof (rechts)

Anhand der durchgeführten Untersuchungen kann festgestellt werden, dass sich die Investitionen in die Netzinfrastruktur aufgrund der Siedlungsstrukturen in nahezu keinem Ortsteil lohnen. Die individuelle Versorgung via Wärmepumpe ist in der Regel deutlich günstiger. Die einzige Ausnahme hierzu bildet Warenhof. Hier könnten sich Möglichkeiten durch ein Wärmenetz auf Basis von Solarthermie ergeben. Die Wärmelinien-dichte ist zwar verhältnismäßig gering, allerdings kann

die Trassenführung sehr effizient erfolgen. Zudem ist eine Potenzialfläche mit hinreichender Größe für Solarthermie und Erdbeckenspeicher in unmittelbarer Nähe vorhanden. Ob ein solches Fernwärmenetz in die Umsetzung kommt, ist in erster Linie davon abhängig, ob sich eine Interessensgemeinschaft sowie ein Akteur zur Umsetzung finden. Daher ist Warenschhof zunächst als Prüfgebiet deklariert. Lassen sich weder hinreichend Abnehmer vereinen noch ein Investor für die Umsetzung finden, so ist auch Warenschhof dezentral zu versorgen.

Für einen Überblick zu den angestellten Untersuchungen und zur Verbesserung der Ergebniskommunikation wurden Steckbriefe für die externen Ortsteile erarbeitet, die die zentralen Erkenntnisse zusammenfassen. Diese sind für alle Ortsteile im Anhang A.5 zusammengefasst.

6.3 ZWISCHENZIELSZENARIOS 2030 UND 2035

Entsprechend WPG § 18 (3) ist in diesem Abschnitt der Transformationspfad des Planungsgebiets über die Wegmarken 2030 und 2035 hin zum Zielszenario 2040 dargestellt. Der Transformationspfad überlagert mehrere Entwicklungen. Neben dem Ausbau und der Umgestaltung der Fernwärme beinhaltet der Transformationspfad auch einen Rückgang der Erdgasversorgung zu Gunsten einer Zunahme von dezentralen Versorgungslösungen, wie bspw. Luft- und Erdwärmepumpen. Nach aktueller Gesetzeslage ist eine Versorgung mit Erdgas ab dem Jahr 2045 ausgeschlossen, vgl. GEG § 72. Die Transformation des Erdgasnetzes ist jedoch nicht geregelt und richtet sich nach den lokalen Gegebenheiten. Aufgrund des selbst auferlegten Ziels der Klimaneutralität bis 2040 muss der Erdgas-Ausstieg in der Stadt Waren (Müritz) bis zum Jahr 2040 gelingen. Bisher liegt kein konkreter Gasnetztransformationsplan der Stadtwerke vor. Innerhalb des Planungsgebietes gibt es keine Potenziale für Biomethan. Zudem steht Biomethan auf dem freien Markt unter einem steigenden Nutzungsdruck, was sowohl die mittel- bis langfristige Versorgungssicherheit und Sozialverträglichkeit infrage stellt. Grüner sowie blauer Wasserstoff sind für den Gebäudesektor auszuschließen, vgl. Abschnitte 5.2.8 und 5.2.9. Die Transformation des Erdgasnetzes zu anderen Energieträgern ist daher sehr unwahrscheinlich. Gleichzeitig existieren bisher keine konkreten Pläne, das Erdgasnetz stillzulegen. Nach aktueller Sachlage ist

vielmehr davon auszugehen, dass das Erdgasnetz die Stadt Waren (Müritz) noch bis mindestens 2040 mit Erdgas versorgt. Der Absatz des Erdgasnetzes wird jedoch als stark rückläufig erwartet. In diesem Zusammenhang werden steigende CO₂-Preise sowie umverlagerte Netzentgelte zu einer Preisdynamik führen, die alternative Versorgungslösungen begünstigt. Diese Entwicklungen treffen wahrscheinlich auf das gesamte Planungsgebiet gleichermaßen zu, sodass die Rückläufigkeit der Erdgasversorgung nur im Hinblick auf den Fernwärmeausbau einer räumlichen Differenzierung unterliegt. Der Ausstieg aus der Erdgasversorgung ist damit vorrangig durch die beschriebene Preisdynamik, den Ausbau der Fernwärme sowie das Lebensalter derzeit verbauter Heizungsanlagen getrieben. In diesem Zusammenhang sind sowohl die Aufnahme des Wärmesektors in den europäischen Emissionshandel im Jahr 2027 als auch die die Erfüllung der 65 %-Regel in Bestandsgebäuden ab 30.06.2028 als zentrale Wegmarken für den Rückgang der erdgas-basierten Wärme zu sehen.

Bezogen auf den Nutzwärmebedarf ergibt sich erwartungsgemäß durch den Wärmenetzausbau ein steigender Fernwärme-Anteil, siehe Abbildung 56. Gleichzeitig fällt der Anteil erdgasbasierter Versorgung.

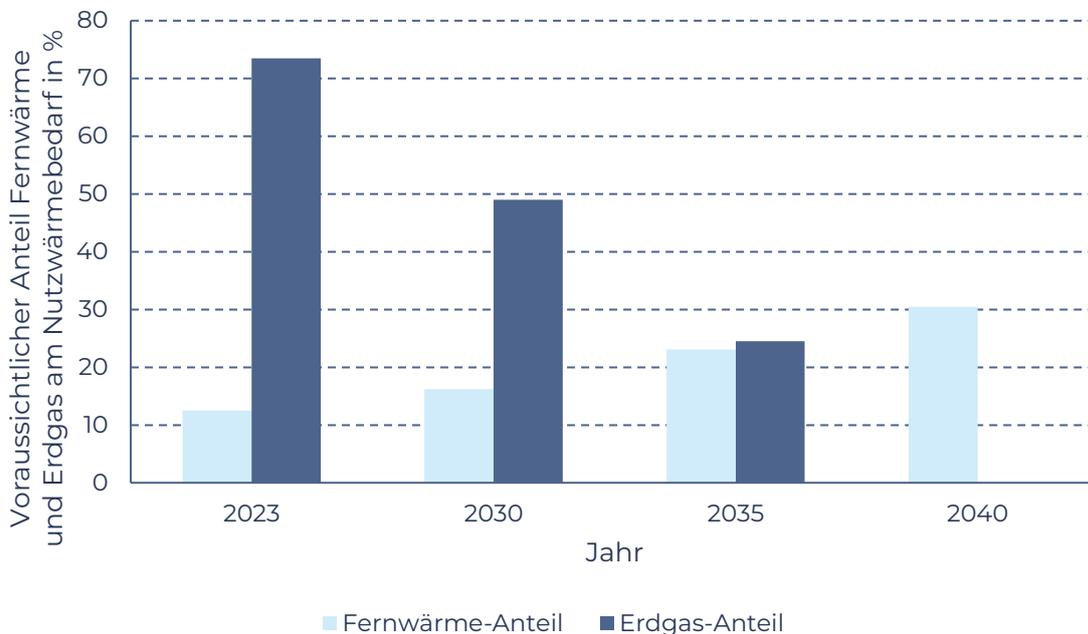


Abbildung 56: Voraussichtliche Entwicklung der Fernwärme- und Erdgas-Anteile am Nutzwärmebedarf vom Ausgangsjahr zum Zielszenario nach Leittechnologie 2

Kurzfristig finden eine Ertüchtigung der bestehenden Tiefengeothermie am Papenberg sowie eine moderate Erweiterung des dort vorhandenen Fernwärmenetzes statt. Hier liegt der Fokus auf der MFH-Bebauung im neuen Wohngebiet süd-östlich des Papenbergs. Ebenso existieren erste Ansätze zum Anschluss der MFH am Nesselberg. Allerdings gibt es hier noch keinen hinreichenden Planungsstand, um den Anschluss explizit innerhalb des Wärmeplans zu berücksichtigen.

In der ersten Phase vom Bau des Verbundnetzes durlaufen die Bestandsnetze Waren-West sowie am Friedrich-Engels-Platz eine Transformation. Im Rahmen der anstehenden BEW-Transformationsplanung für das Fernwärmenetz ist zu prüfen, inwiefern auf die Infrastruktur der Bestandsnetze als Verteilnetze zurückgegriffen werden kann, oder ob ggf. ertüchtigt werden muss. Zu Beginn der Transformation müssen die entsprechenden Flächen akquiriert, die Tiefengeothermie erschlossen und eine Trasse zur Versorgung der Bestandsnetze im Westen gezogen werden. Von hier aus erfolgt der kontinuierliche Ausbau der Fernwärme. In der ersten Ausbauphase sind bis 2030 die Bereiche um die Mozartstraße, Goethestraße sowie Fritz-Reuter-Straße anzuschließen.

In der zweiten Ausbauphase folgen die Verdichtung im Bestand sowie der Aufbau des Fernwärmenetzes in der Altstadt. Diese Bauphase erstreckt sich voraussichtlich bis zum Jahr 2035. In der letzten Ausbauphase folgen der Bau und Anschluss des Netzes in Waren-Nord sowie die Anbindung des Netzes am Papenberg. Der zeitliche Verlauf des Fernwärmeausbaus geht aus der nachfolgenden Abbildung 57 hervor.

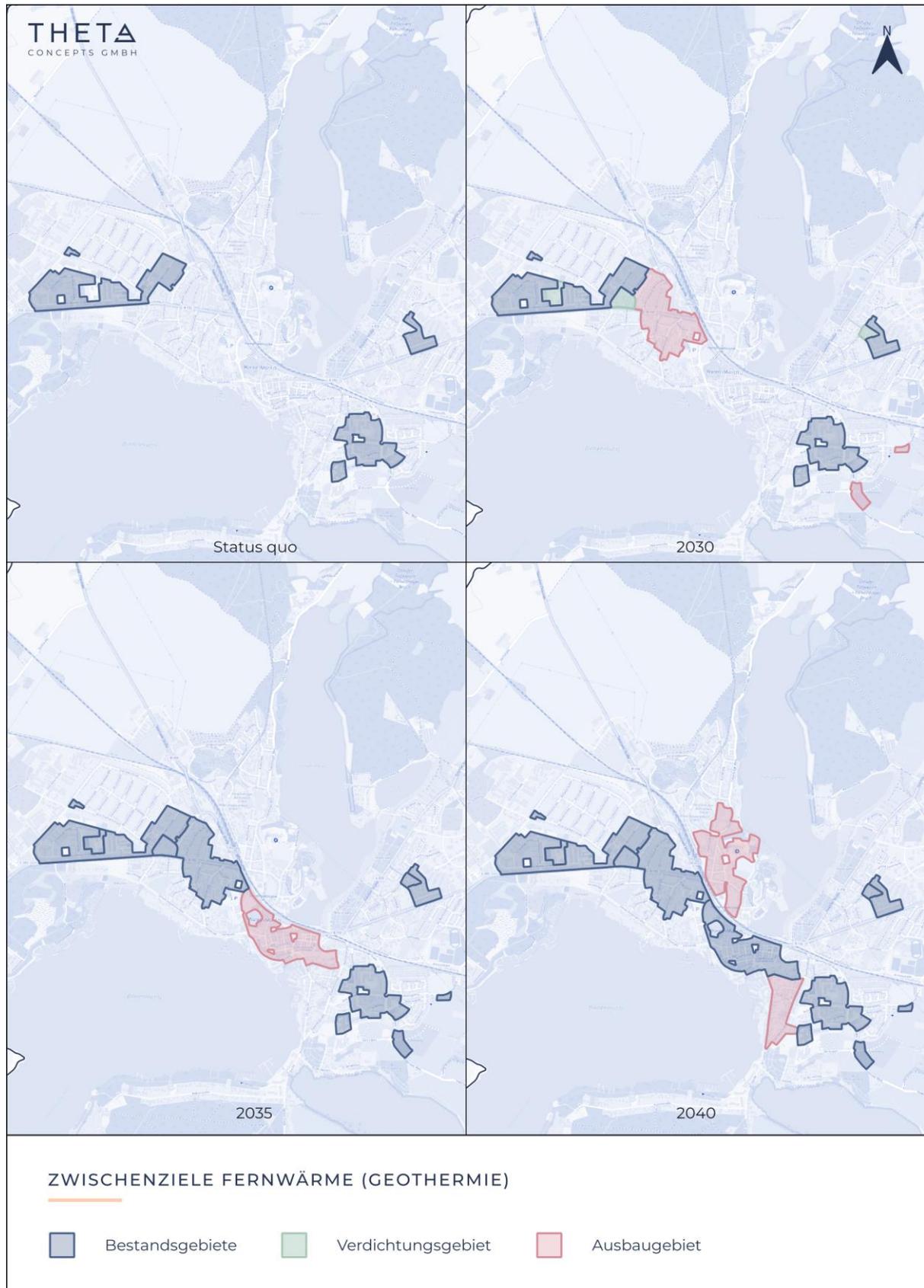


Abbildung 57: Entwicklung der Wärmenetzgebiete über die Wegmarken 2030, 2035 und 2040 auf Basis der Leittechnologie Tiefengeothermie

Unter der Annahme eines konstanten Transformationsverhaltens der Gas- und Individualversorgungsgebiete hin zu klimaneutralen Technologien und dem in der vorhergehenden Abbildung aufgezeigten Entwicklungsplan für die Wärmenetzgebiete nach Leittechnologie 2 ergibt sich der in Abbildung 58 dargestellte Verlauf der THG-Emissionen. Dabei wird davon ausgegangen, dass die bereits im Ausgangsjahr bestehenden Fernwärmegebiete nach thermischer oder hydraulischer Kopplung mit den Ausbaugebieten ebenfalls klimaneutral versorgt werden.

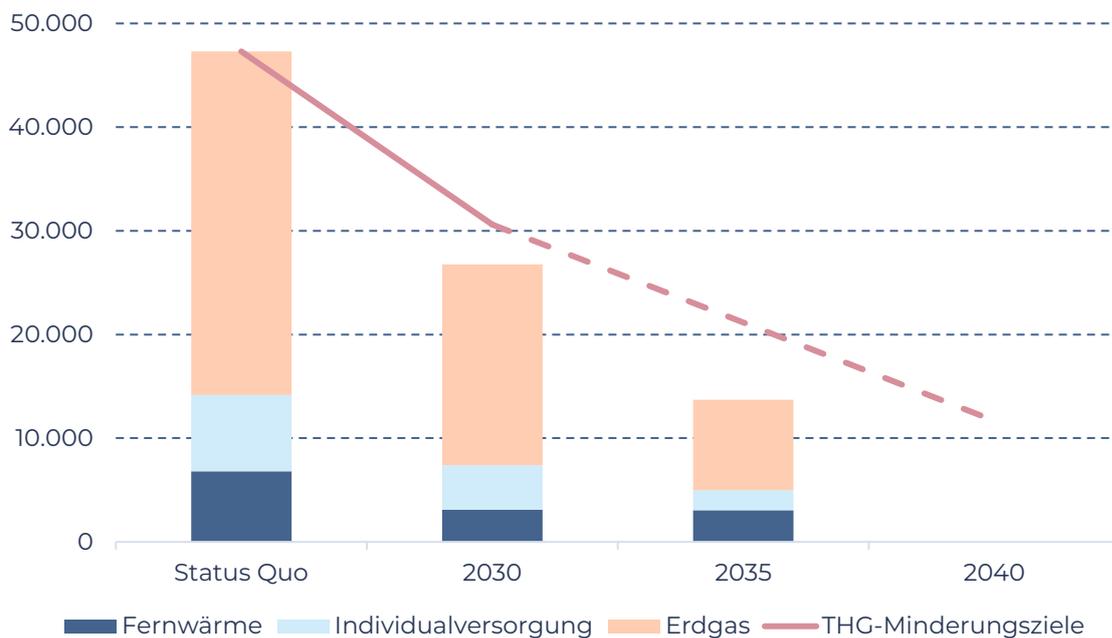


Abbildung 58: Voraussichtliche Entwicklung der wärmebezogenen THG-Emissionen der Stadt Waren (Müritz) über die Wegmarken 2030, 2035 und 2040 verglichen mit den THG-Minderungszielen des Klimaschutzgesetzes [3] (ab 2030 aktuell nur Gesamtprojektion, nicht separat für Wärmesektor)

Aufgrund der ambitionierten Zielstellung von Klimaneutralität im Jahr 2040 werden die THG-Minderungsziele der Bundesregierung eingehalten. Werden die vorgenannten Maßnahmen innerhalb der vorgegebenen Zeitintervalle erfüllt, so liegt der Trend der Stadt Waren (Müritz) sogar unterhalb der Bundesvorgabe. Die Zielerreichung ist dabei sehr eng mit dem ambitionierten Ausbaupfad der Fernwärme verknüpft. Ohne den zielgerichteten Fernwärmeausbau und die Transformation der Erzeugerstruktur sind die Minderungsziele nicht einzuhalten.

7 WÄRMEWENDESTRATEGIE

Die Wärmewendestrategie ist das zentrale Element des Wärmeplans. Durch Sie wird der Wärmeplan zu einem strategischen Instrument für die Umgestaltung der Wärmeversorgung. Die Wärmewendestrategie formuliert einen klaren Handlungsleitfaden und Maßnahmenkatalog, um das Zielszenario einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Zieljahr 2040 zu erreichen. Ziel ist es, die Aktivitäten aller zentralen Akteure zu koordinieren, zu bündeln und mit weiteren ggf. vorzunehmenden Infrastrukturmaßnahmen zu überlagern, um eine effiziente Transformation der Wärmeversorgung zu erreichen. Hierfür werden die Maßnahmen entsprechend ihrer Dringlichkeit vier Zeitkategorien zugeordnet:

- **Kurzfristig:** Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 2-3 Jahre vorzunehmen sind.
- **Mittelfristig:** Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 5-10 Jahre vorzunehmen sind.
- **Langfristig:** Maßnahmen, die bis zum Zieljahr vorzunehmen sind.
- **Kontinuierlich:** Maßnahmen, die fortwährend und begleitend über die Jahre der Transformation ergriffen werden sollten.

Die Wärmewendestrategie der Stadt Waren (Müritz) umfasst dabei drei Säulen, die entscheidend sind, um Klimaneutralität im Zieljahr 2040 zu erreichen:

1. Der Nutzwärmebedarf der Gebäude ist durch koordinierte energetische Sanierung deutlich zu reduzieren. Als Zielparameter dient eine Sanierungsquote von 1 % der Gebäude pro Jahr.
2. Innerhalb der Kernstadt ist ein konsequenter Ausbau der Fernwärme voranzutreiben. Von zentraler Bedeutung ist hierbei die Versorgung der Altstadt.
3. Die Fernwärme ist einer Transformation und einem Ausbau zu unterziehen. Hierbei sollen regionale Potenziale, wie Tiefengeothermie oder Solarthermie ausgebaut bzw. erschlossen werden.

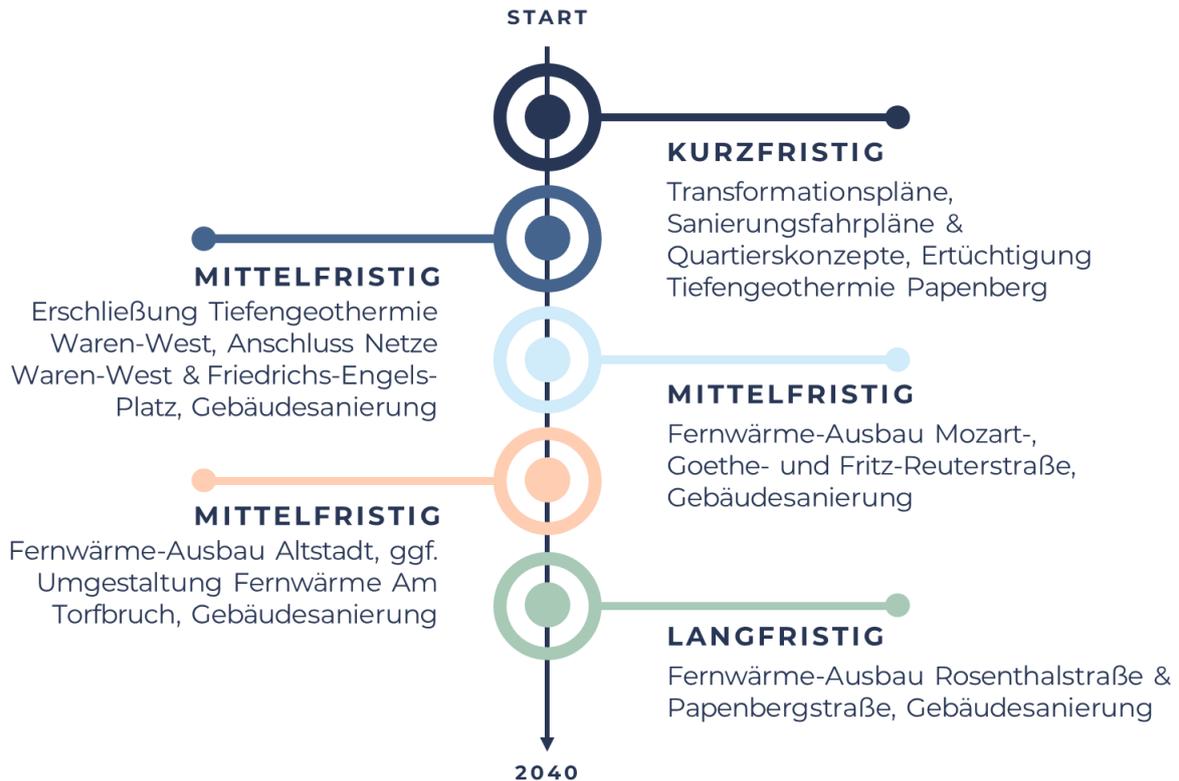


Abbildung 59: Wärmewendestrategie der Stadt Waren (Müritz) mit zeitlicher Staffelung

Kurzfristige Maßnahmen

Kurzfristig sind zur Abfederung der Investitionsentscheidungen sowie zur Sicherung von Fördermitteln weitere Analysen bzw. Konzeptpapiere auf Basis des Wärmeplans anzufertigen. In diesem Zusammenhang wird dringend empfohlen mindestens eine, wenn nicht sogar zwei Förderungen nach BEW für einen Transformationsplan / Machbarkeitsstudie (Modul 1) zu beantragen. Die BEW-Förderung dient in erster Linie dazu, weitere Fachgutachten bspw. zum Thema Seethermie oder Erdbeckenspeicher erarbeiten zu lassen, den Zielerzeugerpark festzulegen und hinsichtlich CAPEX, OPEX und Resilienz zu optimieren, eine leistungsorientierte Auslegung vorzunehmen und eine thermo-hydraulische Analyse des Fernwärmenetzes zu erarbeiten. Hierbei liegt der Fokus auf dem Verbundnetz zwischen Waren-West und Papenberg. Darüber hinaus sollte auch Förderung auf einen BEW-Transformationsplan für das Fernwärmenetz Am Torfbruch beantragt werden. Alternativ kann hierfür ein Quartierskonzept geeignete Versorgungslösungen aufzeigen.

Auf Basis eines BEW-konformen Transformationsplanes bzw. einer Machbarkeitsstudie können nach BEW-Modul 2, 3 und 4 sowohl Investitionskosten in das Netz und die Erzeuger / Speicher als auch operative Kosten des Netzbetriebs gefördert werden. Daher sollte die Förderung für Modul 1 so schnell wie möglich durch die Stadtwerke beantragt werden. Darüber hinaus besteht eine zentrale Aufgabe der Stadtwerke in den ersten Jahren darin, die bestehende Geothermieanlage Am Papenberg für die kommenden Jahrzehnte zu ertüchtigen. Sie wird einen entscheidenden Beitrag für den Dekarbonisierungspfad leisten und dafür sorgen, dass das Bestandsnetz Am Papenberg die gesetzlich geforderten Anteile Erneuerbarer in den Transformationsjahren erreicht. Zudem bietet die Tiefengeothermie die Grundlage für moderaten Netzausbau in der MFH-Bebauung des neuen Wohngebietes.

Die Energiewende muss stärker in den Fokus der städtischen Ausrichtung rücken. In diesem Zusammenhang ist eine zentrale Maßnahme, den Klimaschutz zu verstetigen und Synergien zu bündeln. Städtebauliche Maßnahmen sollten ab sofort aus energetischer Sicht und unter Beachtung von Klimaschutz betrachtet werden. Infrastrukturelle Maßnahmen sind in Ihrer Durchführung auf energie-technische Maßnahmen, wie den Ausbau der Fernwärme abzustimmen, um eine hohe Effizienz der Umsetzung zu erreichen. Eine weitere wesentliche Maßnahme stellt die Aufnahme der identifizierten, relevanten Potenzialflächen in die Flächennutzung dar. Der Flächennutzungsplan ist diesbezüglich zu aktualisieren.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist die möglichst frühzeitige Hebung von Sanierungspotenzialen, um den Wärmebedarf über die Transformationsjahre zu senken. Hierzu sollten sowohl die Wohnungsunternehmen als auch die Stadt ihre Gebäude analysieren und Maßnahmen der energetischen Sanierung priorisieren. Der erste Schritt liegt hierbei in der Aufstellung von Sanierungsfahrplänen, um Potenziale abzuschätzen und ggf. Fördermöglichkeiten zu aktivieren. Zum anderen sollten einfach erschließbare Einsparpotenziale im Bestand umgehend gehoben werden. Hier ist beispielsweise eine Effizienzsteigerung der Fernwärme durch einen hydraulischen Abgleich der Gebäudesysteme aufzuführen.

Mittelfristige Maßnahmen

Nach Abschluss der Konzeptphase sollten identifizierte Flächen entweder durch die Stadt oder die Stadtwerke akquiriert werden. Zudem ist die Detailplanung für den Aufbau des Technologiestandortes sowie die Netzplanung abzuschließen. Fördermittel für den Aufbau des Technologieparks und den Umbau / Ausbau der Fernwärme sollten durch die Stadtwerke beantragt werden. Von zentraler Bedeutung sind dann der Aufbau des Technologiestandortes, der Anschluss der Bestandsnetze in Waren-West und am Engelsplatz sowie der Ausbau der Fernwärme in Richtung Altstadt. Die Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand sind fortzuführen.

Langfristige Maßnahmen

Langfristig ist die Altstadt vollständig an die Fernwärme anzuschließen, gefolgt von einer Erweiterung des Netzes in Richtung Papenberg, um das dortige Bestandsnetz zu integrieren. Der Ausbau des Technologiestandortes mit Tiefengeothermie, ggf. Erdbeckenspeicher und Spitzenlasterzeuger ist auf die Bedarfsentwicklung des Netzes abzustimmen und muss zum Zieljahr 2040 abgeschlossen sein. Bis zum Zieljahr sollten die wesentlichen Sanierungspotenziale gehoben sein, um den Wärmebedarf entsprechend dem aufgestellten Szenario zu entwickeln.

Kontinuierliche Maßnahmen

Um sämtliche Aktivitäten zu bündeln, sollte das Konzept der Lenkungsgruppe fortgeführt werden. Diese sollte sich turnusmäßig, wenigstens halbjährig treffen und die Transformation diskutieren. Die Steuerung der Lenkungsgruppe obliegt der Stadt. Zudem wird empfohlen, dass die Stadt ein Mal pro Jahr einen kurzen Statusbericht zur Wärmewende verfasst, um die Fortschritte der Transformation zu dokumentieren und zu bewerten.

Eine weitere Aufgabe der Stadt liegt in der kontinuierlichen Information der Bevölkerung zu den Entwicklungen der Wärmewende. Die Stadt sollte im Zusammenwirken mit den Wohnungsunternehmen und den Stadtwerken einen transparenten Prozess ermöglichen und die Bevölkerung regelmäßig durch Öffentlichkeitsarbeit einbinden. Zudem ist der Wärmeplan mind. alle fünf Jahre fortzuschreiben, um neue Entwicklungen einfließen zu lassen und Planungssicherheit für die Bevölkerung sicherzustellen.

7.1 MAßNAHMENKATALOG

Um die ambitionierte Zielstellung der Klimaneutralität bis 2040 zu erreichen, müssen umfassende Maßnahmen ergriffen werden. Hierbei kommt jedem Akteur eine wesentliche Rolle zu. In diesem Abschnitt werden die vorgenannten Maßnahmen deshalb detaillierter dargestellt und konkreten Akteursgruppen zugewiesen. Aufgrund der ihrer Schlüsselrolle in der Koordination der Aktivitäten werden zunächst die erforderlichen Maßnahmen der Stadt Waren (Müritz) dargestellt.

Tabelle 14: Maßnahmenkatalog für die Stadt Waren (Müritz) / Verwaltung und Ämter – Teil 1

Maßnahme	Horizont	Zweck
Beschluss des Wärmeplans und Diskussion einer möglichen Fernwärmesatzung	kurzfristig	Etablierung des Wärmeplans als Strategiepapier für die Wärmewende in Waren (Müritz)
Sicherung des Klimamanagements	kurzfristig	Implementierung des Klimamanagements als erste Anlaufstelle für Klimafragen und zur Koordination und Bündelung der Aktivitäten
Installation eines Wärmebeirates	kurzfristig	Fortführung der Lenkungsgruppe aus Verwaltung, Stadtwerken Wohnungswirtschaft über den Prozess der Transformation, um Synergien zu bündeln und den Prozess zu kontrollieren
Erstellung von Sanierungsfahrplänen	kurzfristig	Energetische Sanierung der kommunalen Gebäude, Vorbild- und Vorreiterfunktion bei der Energieeinsparung sicherstellen
Flächensicherung	kurzfristig	Sicherung von Flächen für EE-Anlagen, zur Transformation der Wärmewende
Aufbau eines Klimaportals	kurzfristig, kontinuierlich	Zusammenführung sämtlicher Informationen in ein Klimaportal, das Bürgerinnen und Bürgern einen barrierefreien Zugriff auf die Informationen des Wärmeplans bietet
Einberufung des Wärmebeirates	kontinuierlich	Controlling der Wärmewende und ggf. Ableitung von Gegenmaßnahmen bei Verfehlung der Zielstellung

Tabelle 14: Maßnahmenkatalog für die Stadt Waren (Müritz) / Verwaltung und Ämter – Teil 2

Maßnahme	Horizont	Zweck
Jährlicher Sachstandbericht	kontinuierlich	Controlling der Wärmewende und ggf. Ableitung von Gegenmaßnahmen bei Verfehlung der Zielstellung
Bürgerinformationsveranstaltung	kontinuierlich, mind. alle 2 Jahre	Organisation und Durchführung einer Bürgerinformationsveranstaltung zum Fortschritt der Wärmewende
Einrichtung einer Bürgerfragestunde	kontinuierlich, optional	Erhöhung des Angebotes an Beratungsleistungen der Stadt zur Begleitung der Bevölkerung zu Fragen der Wärmewende / des Heizungstauschs und zur Fördermittelberatung
Fortschreibung des Wärmeplans	kontinuierlich, mind. alle 5 Jahre	Aktualisierung des Wärmeplans gemäß neuer Erkenntnisse und Entwicklungen
Sanierung der kommunalen Gebäude	mittel- bis langfristig	Senkung der Nutzwärmebedarfe

Der Maßnahmenkatalog der Stadtwerke Waren (Müritz) ist in der nachfolgenden Tabelle 15 dargestellt. Die Stadtwerke verantworten im Wesentlichen die Transformation der Bestandsnetze sowie den Ausbau der Fernwärme.

Tabelle 15: Maßnahmenkatalog für die Stadtwerke – Teil 1

Maßnahme	Horizont	Zweck
Beantragung von Fördermitteln für BEW-Studien (Modul 1)	kurzfristig	Sicherung von aktuellen Fördermitteln für die Erarbeitung von Transformationsplänen für das Verbundnetz sowie das Bestandsnetz Am Torfbruch
Aufstellung der Transformationspläne	kurzfristig	Erstellung von Gutachten für Erdbeckenspeicher, ggf. Geothermie und Seethermie sowie Optimierung des Erzeugerportfolios in Bezug auf CAPEX, OPEX und Versorgungssicherheit, Analyse Netzhydraulik, energetische Optimierung sowie Sicherung der Förderung nach Modul 2, 3 & 4 für Investitionen und Betrieb
Flächenakquise	kurzfristig	Sicherung von Flächen nach Abschluss der Transformationspläne

Tabelle 15: Maßnahmenkatalog für die Stadtwerke – Teil 2

Maßnahme	Horizont	Zweck
Ertüchtigung der Tiefengeothermie Am Papenberg	kurzfristig	Ertüchtigung der Bestandsanlage inkl. Großwärmepumpe zur Einhaltung der EE-Vorgaben
Erschließung von Tiefengeothermie (alternativ Solarthermie) am neuen Technologiestandort	mittelfristig	Erschließung eines erneuerbaren Potenzials zur Umgestaltung der Bestandsnetze und als Basis des Netzausbaus
Aufbau eines Technologiestandortes inkl. Leittechnologie, Speicher und Spitzenlastherzeuger / Backup	mittelfristig	Ausbau der Erzeuger- und Speicherkapazitäten in Abh. des sich entwickelnden Bedarfs durch den Ausbau des Verbundnetzes
Bau der Haupttrasse zum Anschluss der Bestandsnetze	mittelfristig	Dekarbonisierung der Bestandsnetze Waren-West und Friedrich-Engels-Platz
Bau des Verteilnetzes Altstadt / Waren-Nord	mittelfristig	Anschluss des Verteilnetzes
Bau Haupttrasse zur Versorgung des Netzes Am Papenberg	langfristig	Ablösung der bestehenden Geothermieanlage, Anschluss an das Verbundnetz
Information der Bevölkerung	kontinuierlich	Einbindung der Öffentlichkeit in Planungs- und Bauphasen zur Sicherstellung von Planungssicherheit

Der Maßnahmenkatalog der Wohnungswirtschaft ist in der nachfolgenden Tabelle 16 dargestellt. Die Wohnungswirtschaft verantwortet den größten Gebäudebestand und besitzt danach das größte Potenzial für die Einsparung von Raumwärme und Warmwasser.

Tabelle 16: Maßnahmenkatalog für die Wohnungswirtschaft

	Horizont	Zweck
Erstellung von Sanierungsfahrplänen	kurzfristig	Identifikation von Handlungsbedarf im Gebäudebestand und zur Sicherung von Fördermöglichkeiten
Priorisierung von Maßnahmen zur Effizienzsteigerung im Bestand	kurzfristig	Identifikation geeigneter Maßnahmen, Priorisierung der Maßnahmen / Aufstellung des Investitionsbedarfs
Realisierung einfacher Maßnahmen („low hanging fruits“)	kurzfristig	Analyse der Maßnahmen hinsichtlich einer schnellen Umsetzbarkeit, frühzeitige Ergreifung einfacher Maßnahmen, wie bspw. ein hydraulischer Abgleich zur Effizienzsteigerung
Sanierung des Gebäudebestands (angestrebte Sanierungsquote 1%/a)	kontinuierlich	Senkung des Wärmebedarfs durch kontinuierliche Sanierung, Vorbildfunktion in Bezug auf den Gebäudestandard
Umgestaltung der Wärmeversorgung	kontinuierlich	Umgestaltung der Wärmeversorgung in Gebäuden, die aller Voraussicht nach keine Fernwärme erhalten, ggf. durch Individualversorgung / Contracting-Lösungen
Energieeffizienter Neubau	kontinuierlich	Erneuerbare Energien und Wärmebedarfe bekommen höheren Stellenwert bei neuen Bauvorhaben, um den Wärmebedarf und THG-Emissionen zu begrenzen
Information der Bevölkerung	kontinuierlich	Einbindung der Öffentlichkeit in Planungs- und Bauphasen zur Sicherstellung von Planungssicherheit

Der vorangestellte Maßnahmenkatalog stellt Handlungsempfehlungen für die zentralen Akteure der Wärmewende dar. Damit die Wärmewende gelingt, müssen die Aktivitäten gebündelt und abgestimmt werden. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund des ambitionierten Ziels von Klimaneutralität in 2040 entscheidend. Um eine Grundlage für die Schaffung von Synergien zu haben, werden nachfolgend Fokusgebiete skizziert, die im Sinne der Wärmewende Gebiete mit hohem Handlungsbedarf darstellen.

7.2 FOKUSGEBIETE

Im Rahmen der Planerstellung haben sich verschiedene Gebiete herauskristallisiert, deren zukünftige Wärmeversorgung unter verschiedenen Gesichtspunkten eine Herausforderung darstellt, oder dessen Planung im Anschluss an die Wärmeplanerstellung priorisiert bearbeitet werden sollte. In Abbildung 60 sind die Gebiete im Überblick dargestellt.

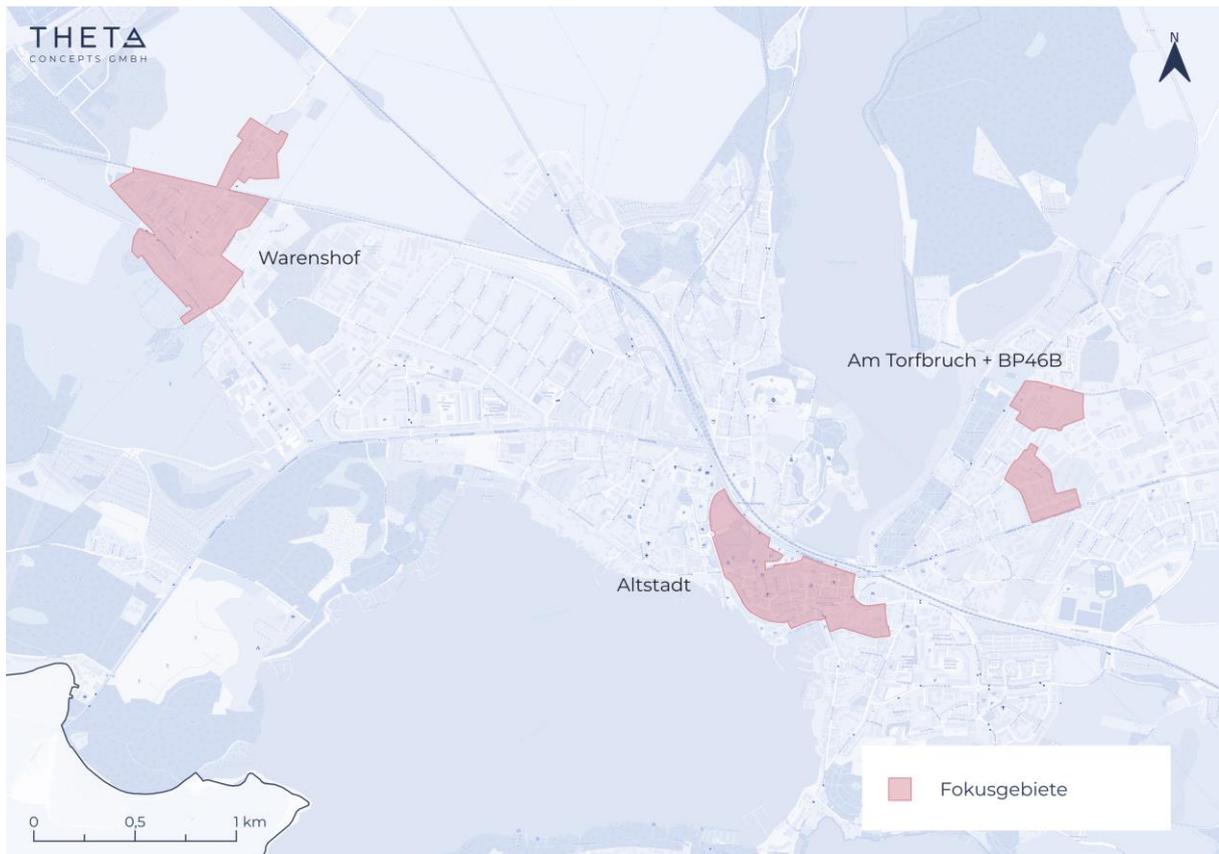


Abbildung 60: Definierte Fokusgebiete, deren Beplanung in der Umsetzung des Wärmeplans besonders priorisiert werden sollte

Hierunter fällt zum Beispiel die Altstadt, die aufgrund der touristischen Prägung von Waren (Müritz) von besonderer Bedeutung ist. Baumaßnahmen müssen hier besonders fein abgestimmt werden, um Synergien zu schaffen und die Anzahl und Dauer der Baumaßnahmen zu limitieren. Neben der Altstadt ist auch das Fernwärmenetz Am Torfbruch in Verbindung mit dem Flächen gemäß BP 46 ein Fokusgebiet. Dies ist damit zu begründen, dass die Umgestaltung des dortigen Fernwärmenetzes aufgrund der Flächensituation eine große Herausforderung

darstellt. Synergien könnten sich im Zusammenhang mit dem BP 46 ergeben, allerdings ist nach derzeitiger Datenlage zu wenig über die Umgestaltung bekannt. Das letzte Fokusgebiet stellt Warenhof dar. Hier könnten sich Chancen für eine zentrale Versorgung ergeben, wenn gleich auch eine dezentrale Versorgung möglich ist. Ob es zur Umsetzung einer zentralen Versorgung kommt, hängt von weiterführenden Analysen ab sowie der Frage, ob sich ein Akteur für die Umsetzung identifizieren lässt. Zur Bündelung der Aktivitäten wurden Steckbriefe für das jeweilige Fokusgebiet erarbeitet, die einige zentrale Daten und erste Schritte beinhalten. Diese sind auf den nachfolgenden Seiten zu finden.

FOKUSGEBIET ALTSTADT



BASISDATEN

Fläche <i>in</i> ha	27
Nutzwärmebedarf im Zielszenario <i>in</i> GWh/a	12,3
Mittlere Nutzwärmebedarfsdichte im Zielszenario <i>in</i> MWh/(ha·a)	502
Mittlere Wärmeliniedichte im Zielszenario <i>in</i> MWh/(m·a)	2,2

Versorgungsart im Zielszenario	Wärmenetz
Erwartete Trassenlänge <i>in</i> km	5,5
Erwartete Anzahl Hausanschlüsse	379

WARUM IST DIE ALTSTADT FOKUSGEBIET?

Aufgrund der hohen Wärmebedarfsdichte, hohen Anzahl an Baudenkmälern und der teils geringen Eignung für dezentrale Wärmeversorgung ist der Ausbau und Anschluss an die Fernwärmeversorgung in diesem Gebiet priorisierend zu behandeln und regelmäßig zu evaluieren. Insbesondere im Hinblick auf die Bedeutung des Stadtkerns für den Tourismus sind die Maßnahmen sorgfältig zu planen und abzustimmen.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

- Sorgfältige Planung des Fernwärmeausbaus mit hinreichend Vorlaufzeit, um Synergien mit anderen Baumaßnahmen zu schaffen, bspw. Stromnetzausbau für E-Mobilität, Wasser / Abwasser
- Beantragung von BEW-Fördermitteln zur Analyse der Versorgungsstrukturen und Netzplanung

FOKUSGEBIET WARENSHOF



BASISDATEN

Fläche <i>in</i> ha	37
Nutzwärmebedarf im Zielszenario <i>in</i> GWh/a	4,3
Mittlere Nutzwärmebedarfsdichte im Zielszenario <i>in</i> MWh/(ha·a)	116
Mittlere Wärmeliniedichte im Zielszenario <i>in</i> MWh/(m·a)	0,9

Versorgungsart im Zielszenario	t.b.d. / Wärmenetz-Prüfgebiet
Erwartete Trassenlänge <i>in</i> km	4,2
Erwartete Anzahl Hausanschlüsse	249

WARUM IST WARENSHOF FOKUSGEBIET?

Die vergleichende techno-ökonomische Analyse hat gezeigt, dass die Vollkosten für die individuelle dezentrale Wärmebereitstellung in einer ähnlichen Größenordnung liegen können wie die kalkulatorischen Wärmebezugskosten beim Aufbau eines Nahwärmenetzes. Im Nordosten des Gebiets befindet sich zudem eine Potenzialfläche zur möglichen Bereitstellung von Wärme aus erneuerbaren Energien, wie Solarthermie.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

- Aufstellung eines Quartierskonzeptes zur Bewertung von Möglichkeiten für eine zentrale Versorgung
- Ggf. Bildung einer Interessengemeinschaft für die Umsetzung einer zentralen Versorgung
- Ggf. Identifikation eines geeigneten Akteurs für die Umsetzung

FOKUSGEBIET BP 46 B + AM TORFBRUCH



BASISDATEN

Fläche <i>in</i> ha	13
Nutzwärmebedarf im Zielszenario <i>in</i> GWh/a	0,9 + x*
Mittlere Nutzwärmebedarfsdichte im Zielszenario <i>in</i> MWh/(ha·a)	t.b.d.
Mittlere Wärmelinienendichte im Zielszenario <i>in</i> MWh/(m·a)	t.b.d.

*durch die Umnutzung im B-Plan-Gebiet sind der zukünftige Wärmebedarf sowie davon abgeleitete Größen nicht zu beziffern

Versorgungsart im Zielszenario	t.b.d. / Prüfgebiet
Erwartete Trassenlänge <i>in</i> km	t.b.d.
Erwartete Anzahl Hausanschlüsse	t.b.d.

WARUM SIND DIE ZWEI GEBIETE FOKUSGEBIET?

Das Bestandswärmenetz „Am Torfbruch“ mit dem Heizhaus in der Strelitzer Straße ist aufgrund von geringen Freiflächen nur schwer zur Klimaneutralität zu transformieren, vgl. Abschnitt 6.2.1.2. Durch die räumliche Verknüpfung mit dem im Entwurf befindlichen B-Plan-Gebiet 46B bestünden Möglichkeiten einer gemeinsamen Energiezentrale. Selbiges gilt für das neue Quartier am Nordfriedhof. Hierfür sind weitere Analysen notwendig.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

- Aufstellung eines Quartierskonzeptes / Transformationsplans zur Analyse und Identifikation von geeigneten Versorgungsmöglichkeiten
- Abstimmung mit den Flächeneigentümern vom BP 46, Berücksichtigung der neuen Bebauung am Nordfriedhof zur Identifikation einer gemeinsamen Versorgungslösung

8 CONTROLLING- UND VERSTETIGUNGSSTRATEGIE

Im Ergebnis dieses Wärmeplans wurden Mechanismen und Transformationspfade skizziert, deren Umsetzung erheblich zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen beitragen. Unter Voraussetzung einer konsequenten Umsetzung der aufgeführten Maßnahmen kann die Transformation der vorhandenen Wärmeversorgungsstrukturen zu Erneuerbaren und unvermeidbarer Abwärme bis zum Zieljahr 2040 gelingen. Allerdings fordert die zum Zieljahr verbleibende Zeit konsequentes Handeln oder regelmäßiges Controlling aller Akteure. Dieser Abschnitt benennt daher klare Instrumente und Kontrollparameter.

Lenkungsgruppe / Wärmebeirat

Die Umsetzung der Wärmewende kann nur unter konsensuellem Zusammenwirken aller relevanten Akteure funktionieren. Hier sind insbesondere die Fachämter, die Stadtwerke sowie die großen Wohnungsunternehmen WOGewa und WWG zu nennen. Diese Akteure sollten sich regelmäßig zusammenfinden und die Wärmewende als eine Art „Beirat“ steuern und kontrollieren. Der Wärmebeirat soll Maßnahmen abstimmen, Planung und Umsetzung bündeln und trägt die Verantwortung dafür, Entscheidungen transparent an weitere Akteursgruppen und die Öffentlichkeit zu kommunizieren. Hierfür ist folgendes Vorgehen angedacht:

- Turnusmäßige Treffen des Wärmebeirates zur Abstimmung / Entscheidung
- Regelmäßige Verfassung eines Sachstandberichtes zur Selbstkontrolle und Information der Öffentlichkeit

Steigerung der Energieeffizienz

Von wesentlicher Bedeutung für die Wärmewende ist die Senkung der Wärmebedarfe. In Waren (Müritz) resultieren die höchsten Bedarfe aus dem Sektor der privaten Haushalte, gefolgt von GHD/Sonstige. Daher ist es besonders wichtig, den Bedarf an Warmwasser und Raumwärme zu reduzieren. Hier sind insbesondere die großen Wohnungsunternehmen in der Verantwortung. Sie

verfügen über einen großen Wohnungsbestand und müssen zur Erreichung der Sanierungsziele eine Vorreiterrolle einnehmen. Die durchgeführten Analysen unterliegen der Voraussetzung einer jährlichen Sanierungsquote um 1 % mit Fokus auf energetische Sanierung. Dieses Maß ist insbesondere von der WOGewa und WWG einzuhalten und im Rahmen des Wärmebeirates regelmäßig zu evaluieren.

Ausbau und Transformation der Fernwärme

Ohne den konsequenten Ausbau von Fernwärme wird die Wärmewende in Waren (Müritz) nicht zu schaffen sein. Dies ist insbesondere auf erhebliche Versorgungslücken durch dezentrale Lösungen innerhalb der Altstadt zurückzuführen. In der Kernstadt fehlt es zudem an geeigneten Potenzialflächen, so dass Ausbau und Transformation von einem exzentrischen Technikstandort ausgeführt werden müssen. In diesem Zusammenhang sind bis zum Zieljahr 2040 etwa 20 km Fernwärmeleitungen (ohne Hausanschlüsse) zu verlegen. Berücksichtigt man die zunächst durchzuführenden Konzeptions- und Planungsschritte, so sind den verbleibenden 12 Folgejahren im Schnitt 1,7 km Fernwärme (exkl. Hausanschlüsse) zu verlegen.

Ausbau dezentraler Versorgung

Um die Wärmewende zu schaffen, muss die Versorgung sich auch im dezentralen Bereich wandeln - weg von Erdgas und Heizöl hin zu Erneuerbaren. Da gemäß aktueller Gesetzgebung grundsätzlich eine Versorgung mit Erdgas bis zum Jahr 2045 denkbar ist, müssen Anreize geschaffen bzw. kommuniziert werden, um die Bevölkerung zum Heizungstausch zu motivieren. Dies gilt im vorwiegenden Maße für alte Heizungen. Obwohl neue und klimafreundliche Heizungen über die technische Nutzungsdauer mittlerweile sehr wirtschaftlich sind, sind es die Investitionskosten, die die Bevölkerung vor enorme Herausforderungen stellen. Hier schafft die aktuelle Förderkulisse umfassende Anreize durch bspw. zinslose Darlehen mit Tilgungszuschuss oder Förderungen zum Heizungswechsel (bis zu 70 %). Hier muss umfassende und regelmäßige Unterstützungs- und Beratungsarbeit geleistet werden. Dies ist sowohl in den Randbereichen der Kernstadt als auch in den Ortsteilen entscheidend, um die Wärmewende zu schaffen.

9 FAZIT & AUSBLICK

Der vorliegende Wärmeplan stellt Transformationspfade dar, wie es der Stadt Waren (Müritz) bis zum Zieljahr 2040 flächendeckend gelingen kann, eine klimaneutrale, bezahlbare Wärmeversorgung zu etablieren. Diese fügt sich in das Leitbild der Stadt und ihren Status als Luftkurort und Heilbad. Klimaneutrale Wärme steht deshalb in engem Zusammenhang zum Regionalmarketing und der touristischen Prägung der Stadt Waren (Müritz). Darüber hinaus schaffen erneuerbare Energien Standortvorteile und sind in der heutigen Zeit ein wesentliches Argument für die Ansiedlung neuer Unternehmen. Der Wärmeplan fügt sich damit in ein größeres Bild und bietet die Grundlage zur Schaffung neuer Synergien.

Die Bestandsanalyse des Wärmeplans zeigt, dass Wärmebedarfe und Treibhausgasemissionen in den einzelnen Sektoren korrelieren. Die höchsten Bedarfe und Emissionen finden sich heute im Bereich der Wohngebäude, gefolgt von GHD / Sonstiges. Hier müssen Maßnahmen ergriffen werden, um die Wärmebedarfe kontinuierlich zu reduzieren.

Die Wärmeversorgung ist derzeit vorrangig durch Erdgas bestimmt, sowohl über das weit ausgebaute Erdgasnetz als auch als zentraler Energieträger der Fernwärme. Die Wärmewende bedeutet daher vor allem eine schrittweise Abkehr vom Erdgas hin zu erneuerbaren Energien.

Waren (Müritz) besitzt ein Überangebot an geeigneten erneuerbaren Potenzialen, um die Wärmeversorgung klimafreundlich zu gestalten. Tiefengeothermie und Solarthermie können in diesem Kontext als Leittechnologien für die Umgestaltung der Fernwärme angesehen werden. Durch den weiteren Ausbau von Tiefengeothermie kann an eine jahrzehntelange Tradition und vorhandene Expertise angeknüpft werden.

Damit die Wärmewende gelingt, muss die Fernwärme signifikant ausgebaut werden. Dies soll Versorgungslücken durch dezentrale Heizungssysteme schließen und einen Großteil der Bevölkerung effizient mit Umweltwärme versorgen. Eine Vollkostenaufstellung zeigt, dass Ausbau und Umgestaltung der Fernwärme wirtschaftlich und sozialverträglich darstellbar sind. Selbiges gilt für neue

Heizungssysteme wie Luft- und Erdwärmepumpen für die dezentrale Versorgung. Außerhalb der Kernstadt wird die Wärmeversorgung im Zieljahr 2040 vorwiegend durch diese Heizungssysteme sichergestellt.

Der Wärmeplan der Stadt Waren (Müritz) ist ein strategisches Werkzeug, um die Aktivitäten der Wärmewende zu bündeln und Synergien zu schaffen. Der Wärmeplan markiert jedoch nur den Startschuss der nun anstehenden Transformation. In den Folgejahren wird der Wärmeplan sukzessive aktualisiert und den Entwicklungen entsprechend angepasst.

10 LITERATURVERZEICHNIS

- [1] (IPCC), The Intergovernmental Panel on Climate Change, [Online]. Available: [ipcc.ch](https://www.ipcc.ch). [Zugriff am 15 August 2024].
- [2] Europäische Kommission, „Der europäische Grüne Deal,“ [Online]. Available: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de. [Zugriff am 15 August 2024].
- [3] „Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG),“ 2019 (2024). [Online]. Available: <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/KSG.pdf>. [Zugriff am 15 August 2024].
- [4] (BMWK), Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz der Bundesrepublik Deutschland, [Online]. Available: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/erneuerbare-energien-in-de-tischvorlage.pdf?__blob=publicationFile&v=6. [Zugriff am 15 August 2024].
- [5] Stralsund, UmweltPlan GmbH, Integriertes Klimaschutzkonzept der Stadt Waren (Müritz) - 1. Fortschreibung, 2022.
- [6] Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern, „Statistische Berichte: Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung in Mecklenburg-Vorpommern,“ 2022. [Online]. Available: <https://www.laiv-mv.de/static/LAIV/Statistik/Dateien/Publikationen/A%20V%20Gebiet/C%20193/C193%202022%2000.pdf>. [Zugriff am 12 August 2024].
- [7] „Integriertes Klimaschutzkonzept 2022 - Leitlinie der Stadt Waren (Müritz) zur Erreichung der Klimaneutralität bis zum Jahr 2040,“ 2022. [Online]. Available: https://www.waren-mueritz.de/export/sites/waren/de/galleries/downloads/Amt-6/2022-11-08-AKTUELL-KSK_WAREN_2022.pdf. [Zugriff am 12 August 2024].

- [8] Statistische Ämter des Bundes und der Länder, „Gemeinsames Statistikportal,“ 30.06.24. [Online]. Available: <https://www.statistikportal.de/de/gemeindeverzeichnis>. [Zugriff am 12.08.2024].
- [9] Wikipedia.de, „Waren (Müritz),“ [Online]. Available: [https://de.wikipedia.org/wiki/Waren_\(M%C3%BCritz\)#Geschichte](https://de.wikipedia.org/wiki/Waren_(M%C3%BCritz)#Geschichte).
- [10] M. Dr. Peters, T. Steidle und H. Böhnisch, Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden, Stuttgart: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2023.
- [11] P. Seethermie, „Seethermie: Innovative Wärmeversorgung aus Tagebaurestseen,“ https://jena-geos.de/wp-content/uploads/2021/07/20210723_Schlussbericht-Seethermie-V1.1.pdf, 2021.
- [12] Aalborg CSP, „1, 2 MW Wärmepumpenanlage für Saltum Fjernvarme (DK),“ [Online]. Available: <https://www.aalborgcsp.de/projekte/fernwaerme/12-mw-waermepumpenanlage-fuer-saltum-fjernvarme-dk>. [Zugriff am 23. Oktober 2024].
- [13] iKWK-Konzept im Energiepark Pfaffengrund mit 3 Luftwärmepumpen (4, 5 MW), „Stadtwerke Heidelberg,“ [Online]. Available: <https://www.swhd.de/iKWK?ConsentReferrer=https%3A%2F%2Fwww.google.de%2F>. [Zugriff am 24. November 2024].
- [14] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, „Sechste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm),“ [Online]. Available: https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwwbund_26081998_IG19980826.htm. [Zugriff am 23. Oktober 2024].

- [15] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, „Waldbericht der Bundesregierung 2021,“ [Online]. Available: [bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/waldbericht2021.pdf?__blob=publicationFile&v=11](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/waldbericht2021.pdf?__blob=publicationFile&v=11). [Zugriff am 29. Oktober 24].
- [16] Bundesregierung, Gebäudeenergiegesetz, „Gesetze im Internet,“ [Online]. Available: https://www.gesetze-im-internet.de/geg/_71.html. [Zugriff am 29. Oktober 2024].
- [17] Verband kommunaler Unternehmen e.V., Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., „Gasnetzgebietstransformationsplan,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.h2vorort.de/fileadmin/Redaktion/Bilder/Publikationen/Ergebnisbericht-2023-des-GTP.pdf>. [Zugriff am 29 Oktober 2024].
- [18] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS 2023),“ [Online]. Available: https://www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2023/230726-fortschreibung-nws.pdf?__blob=publicationFile&v=1. [Zugriff am 29 Oktober 2024].
- [19] Rechtsanwälte Günther, „Umweltinstitut,“ [Online]. Available: https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/06/Rechtsgutachten_Wasserstoffnetzgebiete.pdf. [Zugriff am 29. Oktober 2024].
- [20] Zeitung für kommunale Wirtschaft, „Strompreise: Habeck-Ministerium legt Prognose bis 2042 vor,“ 20.06.2023. [Online]. Available: [https://www.zfk.de/politik/deutschland/strompreis-prognose-2042-habeck-ministerium#:~:text=Am%20wenigsten%20w%C3%BCrde%20die%20Kilowattstunde,pro%20kWh%20im%20Jahr%202040](https://www.zfk.de/politik/deutschland/strompreis-prognose-2042-habeck-ministerium#:~:text=Am%20wenigsten%20w%C3%BCrde%20die%20Kilowattstunde,pro%20kWh%20im%20Jahr%202040.). [Zugriff am 11 November 2024].

- [21] M. Peters, B. Bartenstein, H. Hebisch, C. Kaiser und F. Anders, „Einführung in den Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg (Version 1.1),“ KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, Stuttgart, 2023.
- [22] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., „Wie heizt Deutschland? - Langfassung -,“ 2023.

A. ANHANG

A.1 DATENBASIS

DATEI / INFORMATION	VERSION / FORMAT
3D-Gebäudemodelle	LoD2
Airborne Laserscanning (ALS)	LAS
ALKIS-Auszug (ohne Eigentümer)	XML
Abwassernetz (Plan)	PDF
Abwassermengen (Abfluss Kläranlage) sowie Temperaturen	Excel
Datenerhebungsbögen für Prozesswärme und Abwärmepotenziale	PDF
Baudenkmale (Liste)	Excel
Digitales Landschaftsmodell (DLM)	Basis-DLM, XML
Digitales Geländemodell (DGM)	DGM2, Shape (Isolinien) und Tiff (Rasterdaten)
Digitales Oberflächenmodell (DOM)	DOM1, Geotiff
Einzelinterviewbögen Unternehmen (gemäß Screening)	PDF
Erdgasnetz (aggregierte Realverbrauchsdaten, GIS-Daten Netz)	Excel, Shape
Fernwärme (aggregierte Realverbrauchsdaten, Pläne der Netze, Heizhäuser und Erzeuger)	Excel, PDF
Geodaten der Stadt Waren (Müritz), Export für die Wärmeplanung	Shape
Flächennutzungsplan (Plan_1_26.01.2017, Plan_2_30.01.2017, Plan_3_30.01.2017 und Plan_4_30.01.2017)	PDF, 2017
Informationen zu EE-Anlagen (WKA, PV und BGA)	Energieatlas MV, Markstammdatenregister
Integriertes Klimaschutzkonzept 2022	1. Fortschreibung (2022), PDF

Integriertes Stadtentwicklungskonzept 2030	3. Fortschreibung (2015), PDF
Integriertes Stadtentwicklungskonzept 2035	4. Fortschreibung (2024), PDF
Landschafts- und Naturschutzgebiete	json
Lesefassung der Baugestaltungssatzung der Stadt Waren (Müritz)	PDF
Lesefassung der Baugestaltungssatzung der Stadt Waren (Müritz) für das Siedlungsgebiet Waren-West	PDF
Öffentliche Gebäude Heizungsanlagen	Excel
Übersichtsplan der Bauleitplanung	PDF, (Feb. 24)

A.2 WEITERE KARTENDARSTELLUNGEN

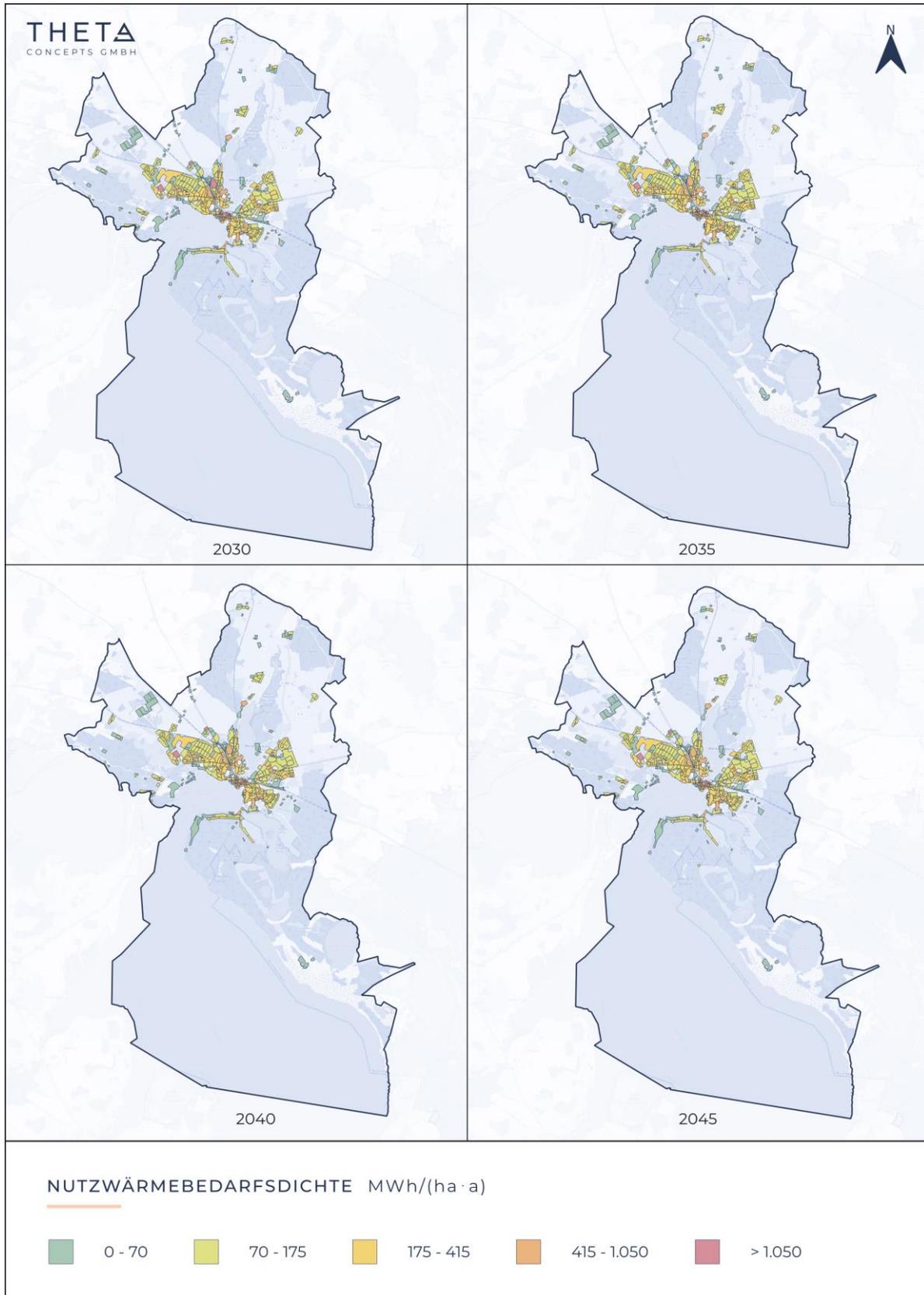


Abbildung 61: Entwicklung der Nutzwärmebedarfsdichte in den Ziel- und Zwischenzieljahren
XIV

A.3 WIRTSCHAFTLICHKEIT DER LEITTECHNOLOGIEN

Tabelle 17: Kalkulatorische Anteile der einzelnen Kostenpositionen an den nutzerbezogenen Wärmevollkosten (ohne Betreiberkosten/Marge) in ct/kWh. Investitionskosten werden hierbei auf die gewöhnliche technische Nutzungsdauer der Anlagentypen umgelegt.

	Position	Leittechnologie 1	Leittechnologie 2
Investition	Primäranlage	2,99	1,31
	Wärmepumpe Primäranlage	0	0,34
	Saisonaler Speicher	1,29	0,50
	Wärmepumpe saisonaler Speicher	0,61	0,31
	Spitzenlast-Anlage	0,59	0,59
	Gesamt	5,48	3,05
Energieträger	Primäranlage	0,51	1,71
	Wärmepumpe Primäranlage	0	2,19
	Wärmepumpe saisonaler Speicher	1,02	0,27
	Spitzenlast-Anlage	3,38	3,38
	Gesamt	4,91	7,55
Betrieb & Wartung	Primäranlage	0,45	0,59
	Wärmepumpe Primäranlage	0	0,25
	Wärmepumpe saisonaler Speicher	0,41	0,22
	Spitzenlast-Anlage	0,22	0,22
	Gesamt	1,08	1,28
Haupttrassen und Verteilnetz		3,47	3,47
Kalkulatorische Gesamtkosten		14,94	15,35

A.4 ALTERNATIVES AUSBAUSZENARIO AUF BASIS VON LEITTECHNOLOGIE 1 / SOLARTHERMIE

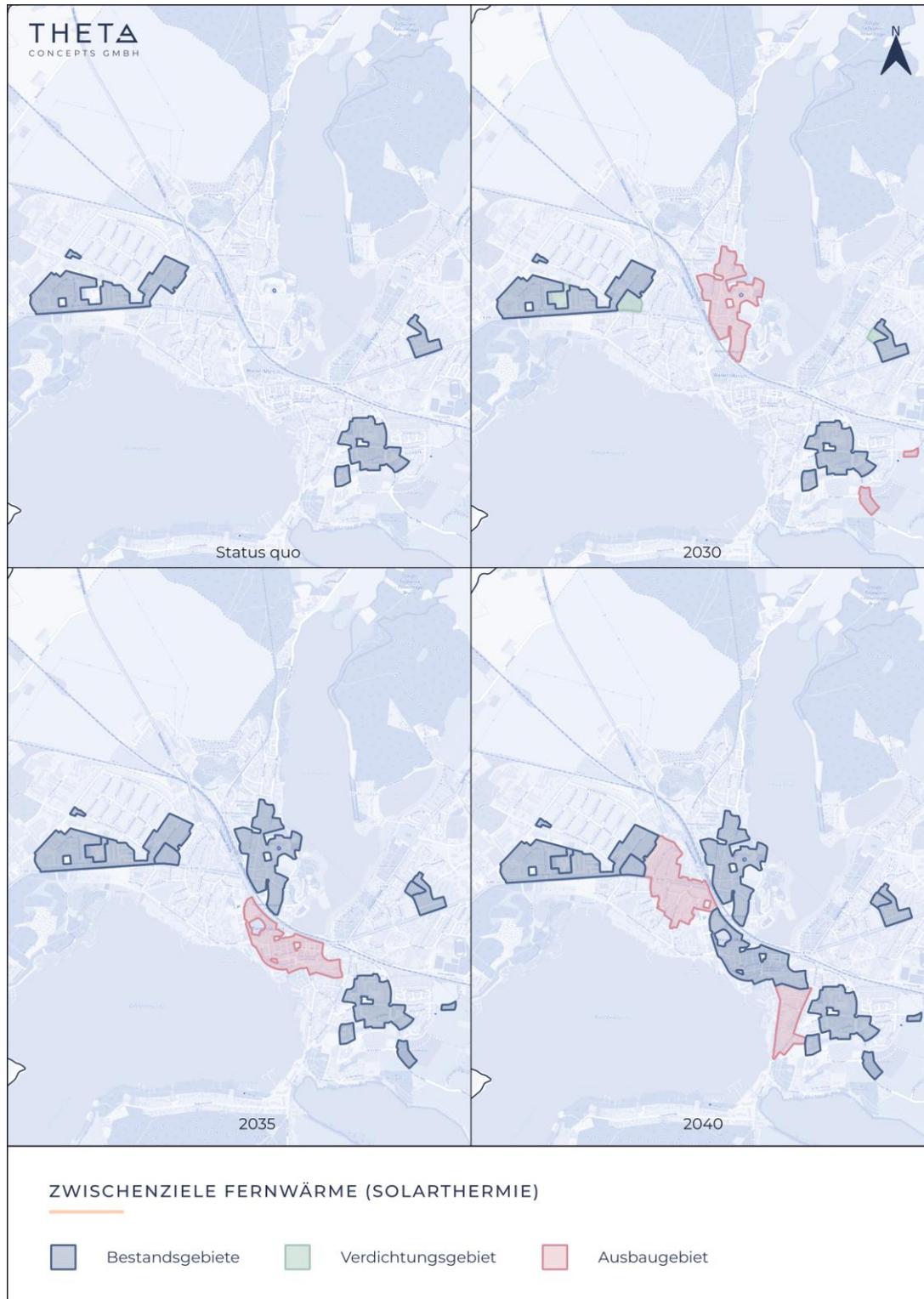


Abbildung 62: Entwicklung der Wärmenetzgebiete bei Handlung nach Leittechnologie 1 (Solarthermie)

A.5 ORTSTEIL-STECKBRIEFE

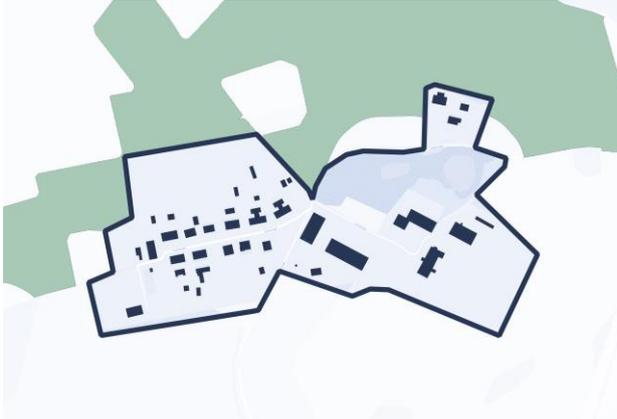
Auf den nachfolgenden Seiten finden sich Steckbriefe für die Ergebniskommunikation und zur Unterstützung der Wärmewende in den Ortsteilen. Die Steckbriefe sind alphabetisch geordnet:

- Alt Falkenhagen
- Amsee
- Eldenburg
- Eldenholz
- Jägerhof
- Neu Falkenhagen
- Rügeband
- Schwenzin
- Warenhof



KOMMUNALER WÄRMEPLAN

WAREN (MÜRITZ) | OT ALT FALKENHAGEN



BASISDATEN IM AUSGANGS- JAHR

Fläche <i>in</i> ha:	9
zu beheizende Gebäude:	25
Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	658
Mittlere Nutzwärmebe- darfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	73,2
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	1,09

Im Ausgangsjahr wird die Wärme im Ortsteil Alt Falkenhagen ausschließlich durch dezentrale Technologien bereitgestellt. Hierzu zählen u.a. Heizöl- und Flüssiggasthermen, Stromdirektheizungen sowie Biomasseheizungen. Fernwärme existiert bislang nicht.



BASISDATEN IM ZIELJAHR 2040

Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	605
Mittlere Nutzwärmebedarfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	67,4
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	1,00



TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE PARAMETER ZUR GEBIETSEINORDNUNG

Die Bewertung / Einordnung erfolgt auf Basis einer Vielzahl qualitativer und quantitativer Kriterien. Die nachstehende Tabelle soll die komplexen Zusammenhänge möglichst einfach und allgemeinverständlich darstellen. Deshalb wurde auf ein Ampelsystem zur Einordnung zurückgegriffen.

-  *Nicht vorhanden oder nicht geeignet*
-  *Teilweise vorhanden oder nur bedingt geeignet*
-  *Vorhanden oder gut geeignet*

KRITERIUM	BEWERTUNG / ANMERKUNG	
Wärmenetz vorhanden	<i>Nein</i>	
Wärmenetzeignung anhand der Basisdaten		
Mögliche Potenziale für Fern- oder Nahwärme-Versorgung vorhanden?		
Technische Abwärme		<i>keine Quellen vorhanden</i>
Freiflächen-Solarthermie		<i>kostenintensiv</i>
Erdwärme (kalte Nahwärme)		<i>kostenintensiv</i>
Mögliche Potenziale für dezentrale / individuelle Versorgung?		
Luftwärmepumpe		
Erdwärmepumpe		
Stromdirektheizung		<i>kostenintensiv</i>
Pellet- oder Hackschnitzelkessel		
Brennwerttherme (Wasserstoff oder andere grüne Gase)		<i>hohes Umsetzungsrisiko</i>
Wahrscheinlich günstigste Versorgungsoption ¹⁾	Dezentrale Erdwärmesonden	



Fazit:

DEZENTRALE VERSORGUNG

Im Ortsteil Alt Falkenhagen existiert bislang kein Wärmenetz. Sowohl die Wärmedichte als auch die Wärmeliniedichte sind aufgrund der baulichen Struktur als *niedrig* zu bewerten. Geeignete Abwärmepotenziale zur Versorgung von Fernwärme existieren nicht. Potenzialflächen für Freiflächen-Anlagen sind zwar vorhanden, die entsprechenden Anlagen stellen sich im Zusammenspiel mit dem Netzbau aber als preisintensiv oder nicht ausreichend dar. Vor diesem Hintergrund ist der Betrieb eines Fern- oder Nahwärmenetzes als sehr wahrscheinlich unwirtschaftlich einzustufen.

Da bislang kein Gasnetztransformationsplan vorliegt und die preislichen Strukturen für grüne Gase nicht absehbar sind, stellt sich die Versorgung über ein Wasserstoff- oder Biomethanetz mit hohem Umsetzungsrisiko dar und kann für den Gebäudesektor nicht empfohlen werden.

Gleichzeitig können die Gebäude im Ortsteil technisch und wirtschaftlich dezentral versorgt werden. Mögliche Optionen sind: u.a. Erdwärmepumpe, Luftwärmepumpe, Stromdirekt-, Pellet- und Hackschnitzelheizung. Die optimale Versorgungsart ist im Einzelfall zu prüfen.

WAS BEDEUTET DAS FÜR MICH ALS ANWOHNER?

Die Wahl einer für Sie geeigneten Wärmeversorgungsart obliegt Ihnen. Der zukünftige Aufbau einer Wärme- oder Gasnetzinfrastruktur ist an Ihrem Wohnort derart auszuschließen. Im Falle eines anstehenden Heizungstausches gelten die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes, die Ihnen verschiedene Optionen für das zukünftige Heizen erlauben. Welche Heizung für Sie infrage kommt, ist im Einzelfall unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu prüfen. Wir empfehlen Ihnen daher, weitergehende Beratung in Anspruch zu nehmen.

Weiterführende Links:

[Novelle des Gebäudeenergiegesetzes \(GEG\)](#)

[Verbraucherzentrale Waren \(Müritz\)](#)



ANSPRECHPARTNER STADT WAREN (MÜRITZ)

Für Fragen zum Wärmeplan, diesem Steckbrief oder dem weiteren Vorgehen im Ortsteil wenden Sie sich bitte an den nachstehenden Kontakt.

Hr. Karsten Schmidt
Energie- und Klimabeauftragter
Tel.: 03991 177-670
Mail: umwelt-forsten@waren-mueritz.de

DISCLAIMER

Dieser Steckbrief wurde durch die Theta Concepts GmbH im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Waren (Müritz) erarbeitet. Die hier bereitgestellten Informationen basieren auf technischen Methoden, die nach bestem Wissen und Gewissen sowie unter Beachtung etablierter Fachstandards angewendet wurden. Trotz sorgfältiger Prüfung der Daten können wir keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität sämtlicher Daten übernehmen.

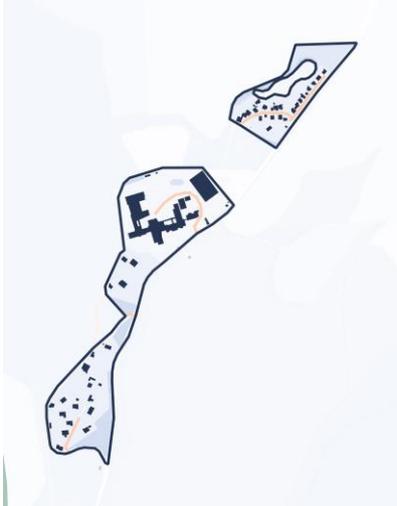
Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Steckbrief bei Personenbezeichnungen in der Regel das generische Maskulin verwendet. Die gewählten Personenbezeichnungen beziehen sich jedoch gleichermaßen auf alle Geschlechter.

1) Diese Aussage basiert auf den vorhandenen Daten und stellt einen Mittelwert für alle Gebäude auf Basis einer volkswirtschaftlichen Betrachtung dar. Dies ist jedoch keine Empfehlung für eine bestimmte Technologie. Welche Heizungsart für Ihr Gebäude am sinnvollsten ist, muss durch eine detaillierte Analyse im Einzelfall geprüft werden.



KOMMUNALER WÄRMEPLAN

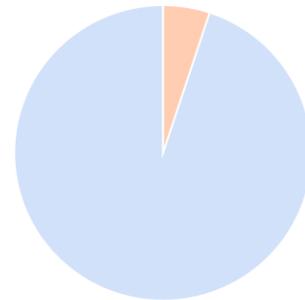
WAREN (MÜRITZ) | OT AMSEE



BASISDATEN IM AUSGANGS- JAHR

Fläche <i>in</i> ha:	11
zu beheizende Gebäude:	53
Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	4.151
Mittlere Nutzwärmebe- darfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	377,1
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	2,13

Im Ausgangsjahr wird die Wärme im Ortsteil Amsee vorwiegend durch Erdgas bereitgestellt. Darüber hinaus werden Gebäude durch dezentrale Technologien versorgt. Hierzu zählen u.a. Heizöl- und Flüssiggasthermen, Stromdirektheizungen sowie Biomasseheizungen. Fernwärme existiert bislang nicht.



■ Fernwärme ■ Erdgas ■ Dezentrale

BASISDATEN IM ZIELJAHR 2040

Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	3.351
Mittlere Nutzwärmebedarfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	304,4
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	1,72



TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE PARAMETER ZUR GEBIETSEINORDNUNG

Die Bewertung / Einordnung erfolgt auf Basis einer Vielzahl qualitativer und quantitativer Kriterien. Die nachstehende Tabelle soll die komplexen Zusammenhänge möglichst einfach und allgemeinverständlich darstellen. Deshalb wurde auf ein Ampelsystem zur Einordnung zurückgegriffen.

-  *Nicht vorhanden oder nicht geeignet*
-  *Teilweise vorhanden oder nur bedingt geeignet*
-  *Vorhanden oder gut geeignet*

KRITERIUM	BEWERTUNG / ANMERKUNG	
Wärmenetz vorhanden		<i>Nein</i>
Wärmenetzsignung anhand der Basisdaten		
Mögliche Potenziale für Fern- oder Nahwärme-Versorgung vorhanden?		
Technische Abwärme		<i>keine Quellen vorhanden</i>
Freiflächen-Solarthermie		<i>kostenintensiv</i>
Erdwärme (kalte Nahwärme)		<i>kostenintensiv</i>
Mögliche Potenziale für dezentrale / individuelle Versorgung?		
Luftwärmepumpe		
Erdwärmepumpe		<i>technische Eignung prüfen</i>
Stromdirektheizung		<i>kostenintensiv</i>
Pellet- oder Hackschnitzelkessel		
Brennwerttherme (Wasserstoff oder andere grüne Gase)		<i>hohes Umsetzungsrisiko</i>
Wahrscheinlich günstigste Versorgungsoption ¹⁾		Dezentrale Erdwärmesonden



Fazit:

DEZENTRALE VERSORGUNG

Im Ortsteil Amsee existiert bislang kein Wärmenetz. Sowohl die Wärmedichte als auch die Wärmelinien- und die Wärmeflächendichte sind aufgrund der baulichen Struktur als *moderat* zu bewerten. Geeignete Abwärmepotenziale zur Versorgung von Fernwärme existieren nicht. Potenzialflächen für Freiflächen-Anlagen sind zwar vorhanden, die entsprechenden Anlagen stellen sich im Zusammenspiel mit dem Netzbau aber als preisintensiv oder nicht ausreichend dar. Vor diesem Hintergrund ist der Betrieb eines Fern- oder Nahwärmenetzes als sehr wahrscheinlich unwirtschaftlich einzustufen.

Da bislang kein Gasnetztransformationsplan vorliegt und die preislichen Strukturen für grüne Gase nicht absehbar sind, stellt sich die Versorgung über ein Wasserstoff- oder Biomethanetz mit hohem Umsetzungsrisiko dar und kann für den Gebäudesektor nicht empfohlen werden.

Gleichzeitig können die Gebäude im Ortsteil technisch und wirtschaftlich dezentral versorgt werden. Mögliche Optionen sind: u.a. Erdwärmepumpe, Luftwärmepumpe, Stromdirekt-, Pellet- und Hackschnitzelheizung. Die optimale Versorgungsart ist im Einzelfall zu prüfen.

WAS BEDEUTET DAS FÜR MICH ALS ANWOHNER?

Die Wahl einer für Sie geeigneten Wärmeversorgungsart obliegt Ihnen. Der zukünftige Aufbau einer Wärme- oder Gasnetzinfrastruktur ist an Ihrem Wohnort derart auszuschließen. Im Falle eines anstehenden Heizungstausches gelten die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes, die Ihnen verschiedene Optionen für das zukünftige Heizen erlauben. Welche Heizung für Sie infrage kommt, ist im Einzelfall unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu prüfen. Wir empfehlen Ihnen daher, weitergehende Beratung in Anspruch zu nehmen.

Weiterführende Links:

[Novelle des Gebäudeenergiegesetzes \(GEG\)](#)

[Verbraucherzentrale Waren \(Müritz\)](#)



ANSPRECHPARTNER STADT WAREN (MÜRITZ)

Für Fragen zum Wärmeplan, diesem Steckbrief oder dem weiteren Vorgehen im Ortsteil wenden Sie sich bitte an den nachstehenden Kontakt.

Hr. Karsten Schmidt
Energie- und Klimabeauftragter
Tel.: 03991 177-670
Mail: umwelt-forsten@waren-mueritz.de

DISCLAIMER

Dieser Steckbrief wurde durch die Theta Concepts GmbH im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Waren (Müritz) erarbeitet. Die hier bereitgestellten Informationen basieren auf technischen Methoden, die nach bestem Wissen und Gewissen sowie unter Beachtung etablierter Fachstandards angewendet wurden. Trotz sorgfältiger Prüfung der Daten können wir keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität sämtlicher Daten übernehmen.

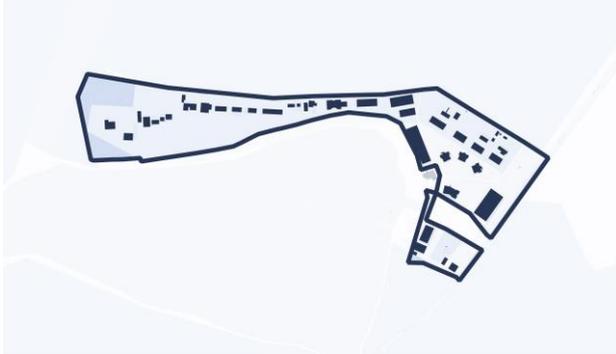
Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Steckbrief bei Personenbezeichnungen in der Regel das generische Maskulin verwendet. Die gewählten Personenbezeichnungen beziehen sich jedoch gleichermaßen auf alle Geschlechter.

1) Diese Aussage basiert auf den vorhandenen Daten und stellt einen Mittelwert für alle Gebäude auf Basis einer volkswirtschaftlichen Betrachtung dar. Dies ist jedoch keine Empfehlung für eine bestimmte Technologie. Welche Heizungsart für Ihr Gebäude am sinnvollsten ist, muss durch eine detaillierte Analyse im Einzelfall geprüft werden.



KOMMUNALER WÄRMEPLAN

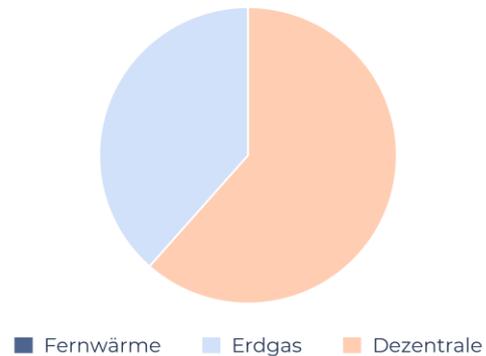
WAREN (MÜRITZ) | OT ELDENBURG



BASISDATEN IM AUSGANGS- JAHR

Fläche <i>in</i> ha:	5
zu beheizende Gebäude:	40
Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	561
Mittlere Nutzwärmebe- darfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	106,3
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	0,51

Im Ausgangsjahr wird die Wärme im Ortsteil Eldenburg vorwiegend durch dezentrale Technologien bereitgestellt. Hierzu zählen u.a. Heizöl- und Flüssig-gasthermen, Stromdirektheizungen sowie Biomasseheizungen. Darüber hinaus werden Gebäude durch Erdgas versorgt. Fernwärme existiert bislang nicht.



BASISDATEN IM ZIELJAHR 2040

Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	529
Mittlere Nutzwärmebedarfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	100,1
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	0,47



TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE PARAMETER ZUR GEBIETSEINORDNUNG

Die Bewertung / Einordnung erfolgt auf Basis einer Vielzahl qualitativer und quantitativer Kriterien. Die nachstehende Tabelle soll die komplexen Zusammenhänge möglichst einfach und allgemeinverständlich darstellen. Deshalb wurde auf ein Ampelsystem zur Einordnung zurückgegriffen.

-  *Nicht vorhanden oder nicht geeignet*
-  *Teilweise vorhanden oder nur bedingt geeignet*
-  *Vorhanden oder gut geeignet*

KRITERIUM	BEWERTUNG / ANMERKUNG	
Wärmenetz vorhanden	<i>Nein</i>	
Wärmenetzsignung anhand der Basisdaten		
Mögliche Potenziale für Fern- oder Nahwärme-Versorgung vorhanden?		
Technische Abwärme		<i>keine Quellen vorhanden</i>
Freiflächen-Solarthermie		<i>Potenziale nicht ausreichend</i>
Erdwärme (kalte Nahwärme)		<i>Potenziale nicht ausreichend</i>
Mögliche Potenziale für dezentrale / individuelle Versorgung?		
Luftwärmepumpe		
Erdwärmepumpe		
Stromdirektheizung		<i>kostenintensiv</i>
Pellet- oder Hackschnitzelkessel		
Brennwerttherme (Wasserstoff oder andere grüne Gase)		<i>hohes Umsetzungsrisiko</i>
Wahrscheinlich günstigste Versorgungsoption ¹⁾	Dezentrale Erdwärmesonden	



Fazit:

DEZENTRALE VERSORGUNG

Im Ortsteil Eldenburg existiert bislang kein Wärmenetz. Sowohl die Wärmedichte als auch die Wärmelinien- und die Flächenwärmedichte sind aufgrund der baulichen Struktur als *niedrig* zu bewerten. Geeignete Abwärmepotenziale zur Versorgung von Fernwärme existieren nicht. Potenzialflächen für Freiflächen-Anlagen sind zwar vorhanden, die entsprechenden Anlagen stellen sich im Zusammenspiel mit dem Netzbau aber als preisintensiv oder nicht ausreichend dar. Vor diesem Hintergrund ist der Betrieb eines Fern- oder Nahwärmenetzes als sehr wahrscheinlich unwirtschaftlich einzustufen.

Da bislang kein Gasnetztransformationsplan vorliegt und die preislichen Strukturen für grüne Gase nicht absehbar sind, stellt sich die Versorgung über ein Wasserstoff- oder Biomethanetz mit hohem Umsetzungsrisiko dar und kann für den Gebäudesektor nicht empfohlen werden.

Gleichzeitig können die Gebäude im Ortsteil technisch und wirtschaftlich dezentral versorgt werden. Mögliche Optionen sind: u.a. Erdwärmepumpe, Luftwärmepumpe, Stromdirekt-, Pellet- und Hackschnitzelheizung. Die optimale Versorgungsart ist im Einzelfall zu prüfen.

WAS BEDEUTET DAS FÜR MICH ALS ANWOHNER?

Die Wahl einer für Sie geeigneten Wärmeversorgungsart obliegt Ihnen. Der zukünftige Aufbau einer Wärme- oder Gasnetzinfrastruktur ist an Ihrem Wohnort derart auszuschließen. Im Falle eines anstehenden Heizungstausches gelten die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes, die Ihnen verschiedene Optionen für das zukünftige Heizen erlauben. Welche Heizung für Sie infrage kommt, ist im Einzelfall unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu prüfen. Wir empfehlen Ihnen daher, weitergehende Beratung in Anspruch zu nehmen.

Weiterführende Links:

[Novelle des Gebäudeenergiegesetzes \(GEG\)](#)

[Verbraucherzentrale Waren \(Müritz\)](#)



ANSPRECHPARTNER STADT WAREN (MÜRITZ)

Für Fragen zum Wärmeplan, diesem Steckbrief oder dem weiteren Vorgehen im Ortsteil wenden Sie sich bitte an den nachstehenden Kontakt.

Hr. Karsten Schmidt
Energie- und Klimabeauftragter
Tel.: 03991 177-670
Mail: umwelt-forsten@waren-mueritz.de

DISCLAIMER

Dieser Steckbrief wurde durch die Theta Concepts GmbH im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Waren (Müritz) erarbeitet. Die hier bereitgestellten Informationen basieren auf technischen Methoden, die nach bestem Wissen und Gewissen sowie unter Beachtung etablierter Fachstandards angewendet wurden. Trotz sorgfältiger Prüfung der Daten können wir keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität sämtlicher Daten übernehmen.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Steckbrief bei Personenbezeichnungen in der Regel das generische Maskulin verwendet. Die gewählten Personenbezeichnungen beziehen sich jedoch gleichermaßen auf alle Geschlechter.

1) Diese Aussage basiert auf den vorhandenen Daten und stellt einen Mittelwert für alle Gebäude auf Basis einer volkswirtschaftlichen Betrachtung dar. Dies ist jedoch keine Empfehlung für eine bestimmte Technologie. Welche Heizungsart für Ihr Gebäude am sinnvollsten ist, muss durch eine detaillierte Analyse im Einzelfall geprüft werden.



KOMMUNALER WÄRMEPLAN

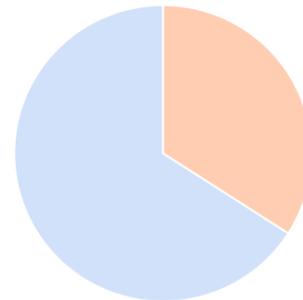
WAREN (MÜRITZ) | OT ELDENHOLZ



BASISDATEN IM AUSGANGS- JAHR

Fläche <i>in</i> ha:	9
zu beheizende Gebäude:	87
Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	1.348
Mittlere Nutzwärmebe- darfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	151,5
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	1,61

Im Ausgangsjahr wird die Wärme im Ortsteil Eldenholz vorwiegend durch Erdgas bereitgestellt. Darüber hinaus werden Gebäude durch dezentrale Technologien versorgt. Hierzu zählen u.a. Heizöl- und Flüssiggasthermen, Stromdirektheizungen sowie Biomasseheizungen. Fernwärme existiert bislang nicht.



■ Fernwärme ■ Erdgas ■ Dezentrale

BASISDATEN IM ZIELJAHR 2040

Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	1.217
Mittlere Nutzwärmebedarfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	136,8
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	1,44



TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE PARAMETER ZUR GEBIETSEINORDNUNG

Die Bewertung / Einordnung erfolgt auf Basis einer Vielzahl qualitativer und quantitativer Kriterien. Die nachstehende Tabelle soll die komplexen Zusammenhänge möglichst einfach und allgemeinverständlich darstellen. Deshalb wurde auf ein Ampelsystem zur Einordnung zurückgegriffen.

-  *Nicht vorhanden oder nicht geeignet*
-  *Teilweise vorhanden oder nur bedingt geeignet*
-  *Vorhanden oder gut geeignet*

KRITERIUM	BEWERTUNG / ANMERKUNG	
Wärmenetz vorhanden		<i>Nein</i>
Wärmenetzsignung anhand der Basisdaten		
Mögliche Potenziale für Fern- oder Nahwärme-Versorgung vorhanden?		
Technische Abwärme		<i>keine Quellen vorhanden</i>
Freiflächen-Solarthermie		<i>Potenziale nicht ausreichend</i>
Erdwärme (kalte Nahwärme)		<i>Potenziale nicht ausreichend</i>
Mögliche Potenziale für dezentrale / individuelle Versorgung?		
Luftwärmepumpe		
Erdwärmepumpe		<i>technische Eignung prüfen</i>
Stromdirektheizung		<i>kostenintensiv</i>
Pellet- oder Hackschnitzelkessel		
Brennwerttherme (Wasserstoff oder andere grüne Gase)		<i>hohes Umsetzungsrisiko</i>
Wahrscheinlich günstigste Versorgungsoption ¹⁾		Dezentrale Erdwärmesonden



Fazit:

DEZENTRALE VERSORGUNG

Im Ortsteil Eldenholz existiert bislang kein Wärmenetz. Sowohl die Wärmedichte als auch die Wärmelinien- und die Wärmeflächendichte sind aufgrund der baulichen Struktur als *niedrig* zu bewerten. Geeignete Abwärmepotenziale zur Versorgung von Fernwärme existieren nicht. Potenzialflächen für Freiflächen-Anlagen sind zwar vorhanden, die entsprechenden Anlagen stellen sich im Zusammenspiel mit dem Netzbau aber als preisintensiv oder nicht ausreichend dar. Vor diesem Hintergrund ist der Betrieb eines Fern- oder Nahwärmenetzes als sehr wahrscheinlich unwirtschaftlich einzustufen.

Da bislang kein Gasnetztransformationsplan vorliegt und die preislichen Strukturen für grüne Gase nicht absehbar sind, stellt sich die Versorgung über ein Wasserstoff- oder Biomethanetz mit hohem Umsetzungsrisiko dar und kann für den Gebäudesektor nicht empfohlen werden.

Gleichzeitig können die Gebäude im Ortsteil technisch und wirtschaftlich dezentral versorgt werden. Mögliche Optionen sind: u.a. Erdwärmepumpe, Luftwärmepumpe, Stromdirekt-, Pellet- und Hackschnitzelheizung. Die optimale Versorgungsart ist im Einzelfall zu prüfen.

WAS BEDEUTET DAS FÜR MICH ALS ANWOHNER?

Die Wahl einer für Sie geeigneten Wärmeversorgungsart obliegt Ihnen. Der zukünftige Aufbau einer Wärme- oder Gasnetzinfrastruktur ist an Ihrem Wohnort derart auszuschließen. Im Falle eines anstehenden Heizungstausches gelten die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes, die Ihnen verschiedene Optionen für das zukünftige Heizen erlauben. Welche Heizung für Sie infrage kommt, ist im Einzelfall unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu prüfen. Wir empfehlen Ihnen daher, weitergehende Beratung in Anspruch zu nehmen.

Weiterführende Links:

[Novelle des Gebäudeenergiegesetzes \(GEG\)](#)

[Verbraucherzentrale Waren \(Müritz\)](#)



ANSPRECHPARTNER STADT WAREN (MÜRITZ)

Für Fragen zum Wärmeplan, diesem Steckbrief oder dem weiteren Vorgehen im Ortsteil wenden Sie sich bitte an den nachstehenden Kontakt.

Hr. Karsten Schmidt
Energie- und Klimabeauftragter
Tel.: 03991 177-670
Mail: umwelt-forsten@waren-mueritz.de

DISCLAIMER

Dieser Steckbrief wurde durch die Theta Concepts GmbH im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Waren (Müritz) erarbeitet. Die hier bereitgestellten Informationen basieren auf technischen Methoden, die nach bestem Wissen und Gewissen sowie unter Beachtung etablierter Fachstandards angewendet wurden. Trotz sorgfältiger Prüfung der Daten können wir keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität sämtlicher Daten übernehmen.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Steckbrief bei Personenbezeichnungen in der Regel das generische Maskulin verwendet. Die gewählten Personenbezeichnungen beziehen sich jedoch gleichermaßen auf alle Geschlechter.

1) Diese Aussage basiert auf den vorhandenen Daten und stellt einen Mittelwert für alle Gebäude auf Basis einer volkswirtschaftlichen Betrachtung dar. Dies ist jedoch keine Empfehlung für eine bestimmte Technologie. Welche Heizungsart für Ihr Gebäude am sinnvollsten ist, muss durch eine detaillierte Analyse im Einzelfall geprüft werden.



KOMMUNALER WÄRMEPLAN

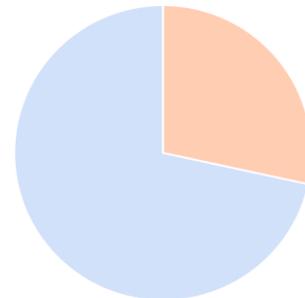
WAREN (MÜRITZ) | OT JÄGERHOF



BASISDATEN IM AUSGANGS- JAHR

Fläche <i>in</i> ha:	10
zu beheizende Gebäude:	49
Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	775
Mittlere Nutzwärmebe- darfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	74,7
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	0,54

Im Ausgangsjahr wird die Wärme im Ortsteil Jägerhof vorwiegend durch Erdgas bereitgestellt. Darüber hinaus werden Gebäude durch dezentrale Technologien versorgt. Hierzu zählen u.a. Heizöl- und Flüssiggasthermen, Stromdirektheizungen sowie Biomasseheizungen. Fernwärme existiert bislang nicht.



■ Fernwärme ■ Erdgas ■ Dezentrale

BASISDATEN IM ZIELJAHR 2040

Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	746
Mittlere Nutzwärmebedarfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	71,9
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	0,52



TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE PARAMETER ZUR GEBIETSEINORDNUNG

Die Bewertung / Einordnung erfolgt auf Basis einer Vielzahl qualitativer und quantitativer Kriterien. Die nachstehende Tabelle soll die komplexen Zusammenhänge möglichst einfach und allgemeinverständlich darstellen. Deshalb wurde auf ein Ampelsystem zur Einordnung zurückgegriffen.

-  *Nicht vorhanden oder nicht geeignet*
-  *Teilweise vorhanden oder nur bedingt geeignet*
-  *Vorhanden oder gut geeignet*

KRITERIUM	BEWERTUNG / ANMERKUNG
Wärmenetz vorhanden	<i>Nein</i>
Wärmenetzsignung anhand der Basisdaten	
Mögliche Potenziale für Fern- oder Nahwärme-Versorgung vorhanden?	
Technische Abwärme	 <i>keine Quellen vorhanden</i>
Freiflächen-Solarthermie	 <i>kostenintensiv</i>
Erdwärme (kalte Nahwärme)	 <i>kostenintensiv</i>
Mögliche Potenziale für dezentrale / individuelle Versorgung?	
Luftwärmepumpe	
Erdwärmepumpe	 <i>technische Eignung prüfen</i>
Stromdirektheizung	 <i>kostenintensiv</i>
Pellet- oder Hackschnitzelkessel	
Brennwerttherme (Wasserstoff oder andere grüne Gase)	 <i>hohes Umsetzungsrisiko</i>
Wahrscheinlich günstigste Versorgungsoption ¹⁾	Dezentrale Erdwärmesonden



Fazit:

DEZENTRALE VERSORGUNG

Im Ortsteil Jägerhof existiert bislang kein Wärmenetz. Sowohl die Wärmedichte als auch die Wärmeliniedichte sind aufgrund der baulichen Struktur als *niedrig* zu bewerten. Geeignete Abwärmepotenziale zur Versorgung von Fernwärme existieren nicht. Potenzialflächen für Freiflächen-Anlagen sind zwar vorhanden, die entsprechenden Anlagen stellen sich im Zusammenspiel mit dem Netzbau aber als preisintensiv oder nicht ausreichend dar. Vor diesem Hintergrund ist der Betrieb eines Fern- oder Nahwärmenetzes als sehr wahrscheinlich unwirtschaftlich einzustufen.

Da bislang kein Gasnetztransformationsplan vorliegt und die preislichen Strukturen für grüne Gase nicht absehbar sind, stellt sich die Versorgung über ein Wasserstoff- oder Biomethanetz mit hohem Umsetzungsrisiko dar und kann für den Gebäudesektor nicht empfohlen werden.

Gleichzeitig können die Gebäude im Ortsteil technisch und wirtschaftlich dezentral versorgt werden. Mögliche Optionen sind: u.a. Erdwärmepumpe, Luftwärmepumpe, Stromdirekt-, Pellet- und Hackschnitzelheizung. Die optimale Versorgungsart ist im Einzelfall zu prüfen.

WAS BEDEUTET DAS FÜR MICH ALS ANWOHNER?

Die Wahl einer für Sie geeigneten Wärmeversorgungsart obliegt Ihnen. Der zukünftige Aufbau einer Wärme- oder Gasnetzinfrastruktur ist an Ihrem Wohnort derart auszuschließen. Im Falle eines anstehenden Heizungstausches gelten die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes, die Ihnen verschiedene Optionen für das zukünftige Heizen erlauben. Welche Heizung für Sie infrage kommt, ist im Einzelfall unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu prüfen. Wir empfehlen Ihnen daher, weitergehende Beratung in Anspruch zu nehmen.

Weiterführende Links:

[Novelle des Gebäudeenergiegesetzes \(GEG\)](#)

[Verbraucherzentrale Waren \(Müritz\)](#)



ANSPRECHPARTNER STADT WAREN (MÜRITZ)

Für Fragen zum Wärmeplan, diesem Steckbrief oder dem weiteren Vorgehen im Ortsteil wenden Sie sich bitte an den nachstehenden Kontakt.

Hr. Karsten Schmidt
Energie- und Klimabeauftragter
Tel.: 03991 177-670
Mail: umwelt-forsten@waren-mueritz.de

DISCLAIMER

Dieser Steckbrief wurde durch die Theta Concepts GmbH im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Waren (Müritz) erarbeitet. Die hier bereitgestellten Informationen basieren auf technischen Methoden, die nach bestem Wissen und Gewissen sowie unter Beachtung etablierter Fachstandards angewendet wurden. Trotz sorgfältiger Prüfung der Daten können wir keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität sämtlicher Daten übernehmen.

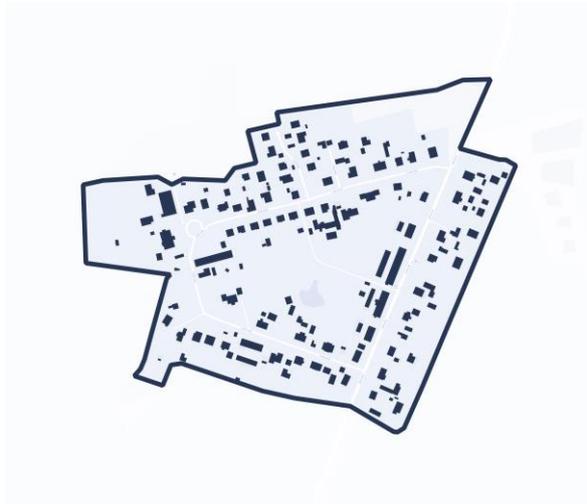
Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Steckbrief bei Personenbezeichnungen in der Regel das generische Maskulin verwendet. Die gewählten Personenbezeichnungen beziehen sich jedoch gleichermaßen auf alle Geschlechter.

1) Diese Aussage basiert auf den vorhandenen Daten und stellt einen Mittelwert für alle Gebäude auf Basis einer volkswirtschaftlichen Betrachtung dar. Dies ist jedoch keine Empfehlung für eine bestimmte Technologie. Welche Heizungsart für Ihr Gebäude am sinnvollsten ist, muss durch eine detaillierte Analyse im Einzelfall geprüft werden.



KOMMUNALER WÄRMEPLAN

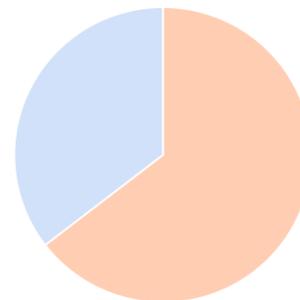
WAREN (MÜRITZ) | OT NEU FALKENHAGEN



BASISDATEN IM AUSGANGS- JAHR

Fläche <i>in</i> ha:	15
zu beheizende Gebäude:	99
Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	1.497
Mittlere Nutzwärmebe- darfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	99,1
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	0,84

Im Ausgangsjahr wird die Wärme im Ortsteil Neu Falkenhagen vorwiegend durch dezentrale Technologien bereitgestellt. Hierzu zählen u.a. Heizöl- und Flüssiggasthermen, Stromdirektheizungen sowie Biomasseheizungen. Darüber hinaus werden Gebäude durch Erdgas versorgt. Fernwärme existiert bislang nicht.



■ Fernwärme ■ Erdgas ■ Dezentrale

BASISDATEN IM ZIELJAHR 2040

Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	1.410
Mittlere Nutzwärmebedarfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	93,3
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	0,78



TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE PARAMETER ZUR GEBIETSEINORDNUNG

Die Bewertung / Einordnung erfolgt auf Basis einer Vielzahl qualitativer und quantitativer Kriterien. Die nachstehende Tabelle soll die komplexen Zusammenhänge möglichst einfach und allgemeinverständlich darstellen. Deshalb wurde auf ein Ampelsystem zur Einordnung zurückgegriffen.

-  *Nicht vorhanden oder nicht geeignet*
-  *Teilweise vorhanden oder nur bedingt geeignet*
-  *Vorhanden oder gut geeignet*

KRITERIUM	BEWERTUNG / ANMERKUNG	
Wärmenetz vorhanden	<i>Nein</i>	
Wärmenetzeignung anhand der Basisdaten		
Mögliche Potenziale für Fern- oder Nahwärme-Versorgung vorhanden?		
Technische Abwärme		<i>keine Quellen vorhanden</i>
Freiflächen-Solarthermie		<i>Potenziale nicht ausreichend</i>
Erdwärme (kalte Nahwärme)		<i>Potenziale nicht ausreichend</i>
Mögliche Potenziale für dezentrale / individuelle Versorgung?		
Luftwärmepumpe		
Erdwärmepumpe		
Stromdirektheizung		<i>kostenintensiv</i>
Pellet- oder Hackschnitzelkessel		
Brennwerttherme (Wasserstoff oder andere grüne Gase)		<i>hohes Umsetzungsrisiko</i>
Wahrscheinlich günstigste Versorgungsoption ¹⁾	Dezentrale Erdwärmesonden	



Fazit:

DEZENTRALE VERSORGUNG

Im Ortsteil Neu Falkenhagen existiert bislang kein Wärmenetz. Sowohl die Wärmedichte als auch die Wärmeliniedichte sind aufgrund der baulichen Struktur als *niedrig* zu bewerten. Geeignete Abwärmepotenziale zur Versorgung von Fernwärme existieren nicht. Potenzialflächen für Freiflächen-Anlagen sind zwar vorhanden, die entsprechenden Anlagen stellen sich im Zusammenspiel mit dem Netzbau aber als preisintensiv oder nicht ausreichend dar. Vor diesem Hintergrund ist der Betrieb eines Fern- oder Nahwärmenetzes als sehr wahrscheinlich unwirtschaftlich einzustufen.

Da bislang kein Gasnetztransformationsplan vorliegt und die preislichen Strukturen für grüne Gase nicht absehbar sind, stellt sich die Versorgung über ein Wasserstoff- oder Biomethanetz mit hohem Umsetzungsrisiko dar und kann für den Gebäudesektor nicht empfohlen werden.

Gleichzeitig können die Gebäude im Ortsteil technisch und wirtschaftlich dezentral versorgt werden. Mögliche Optionen sind: u.a. Erdwärmepumpe, Luftwärmepumpe, Stromdirekt-, Pellet- und Hackschnitzelheizung. Die optimale Versorgungsart ist im Einzelfall zu prüfen.

WAS BEDEUTET DAS FÜR MICH ALS ANWOHNER?

Die Wahl einer für Sie geeigneten Wärmeversorgungsart obliegt Ihnen. Der zukünftige Aufbau einer Wärme- oder Gasnetzinfrastruktur ist an Ihrem Wohnort derart auszuschließen. Im Falle eines anstehenden Heizungstausches gelten die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes, die Ihnen verschiedene Optionen für das zukünftige Heizen erlauben. Welche Heizung für Sie infrage kommt, ist im Einzelfall unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu prüfen. Wir empfehlen Ihnen daher, weitergehende Beratung in Anspruch zu nehmen.

Weiterführende Links:

[Novelle des Gebäudeenergiegesetzes \(GEG\)](#)

[Verbraucherzentrale Waren \(Müritz\)](#)



ANSPRECHPARTNER STADT WAREN (MÜRITZ)

Für Fragen zum Wärmeplan, diesem Steckbrief oder dem weiteren Vorgehen im Ortsteil wenden Sie sich bitte an den nachstehenden Kontakt.

Hr. Karsten Schmidt
Energie- und Klimabeauftragter
Tel.: 03991 177-670
Mail: umwelt-forsten@waren-mueritz.de

DISCLAIMER

Dieser Steckbrief wurde durch die Theta Concepts GmbH im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Waren (Müritz) erarbeitet. Die hier bereitgestellten Informationen basieren auf technischen Methoden, die nach bestem Wissen und Gewissen sowie unter Beachtung etablierter Fachstandards angewendet wurden. Trotz sorgfältiger Prüfung der Daten können wir keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität sämtlicher Daten übernehmen.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Steckbrief bei Personenbezeichnungen in der Regel das generische Maskulin verwendet. Die gewählten Personenbezeichnungen beziehen sich jedoch gleichermaßen auf alle Geschlechter.

1) Diese Aussage basiert auf den vorhandenen Daten und stellt einen Mittelwert für alle Gebäude auf Basis einer volkswirtschaftlichen Betrachtung dar. Dies ist jedoch keine Empfehlung für eine bestimmte Technologie. Welche Heizungsart für Ihr Gebäude am sinnvollsten ist, muss durch eine detaillierte Analyse im Einzelfall geprüft werden.



KOMMUNALER WÄRMEPLAN

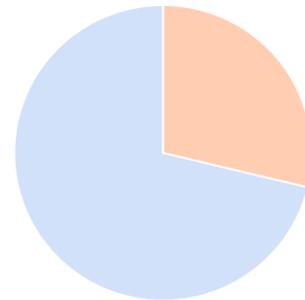
WAREN (MÜRITZ) | OT RÜGEBAND



BASISDATEN IM AUSGANGS- JAHR

Fläche <i>in</i> ha:	6
zu beheizende Gebäude:	47
Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	771
Mittlere Nutzwärmebe- darfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	120,6
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	1,29

Im Ausgangsjahr wird die Wärme im Ortsteil Rügeband vorwiegend durch Erdgas bereitgestellt. Darüber hinaus werden Gebäude durch dezentrale Technologien versorgt. Hierzu zählen u.a. Heizöl- und Flüssiggasthermen, Stromdirektheizungen sowie Biomasseheizungen. Fernwärme existiert bislang nicht.



■ Fernwärme ■ Erdgas ■ Dezentrale

BASISDATEN IM ZIELJAHR 2040

Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	705
Mittlere Nutzwärmebedarfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	110,3
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	1,18



TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE PARAMETER ZUR GEBIETSEINORDNUNG

Die Bewertung / Einordnung erfolgt auf Basis einer Vielzahl qualitativer und quantitativer Kriterien. Die nachstehende Tabelle soll die komplexen Zusammenhänge möglichst einfach und allgemeinverständlich darstellen. Deshalb wurde auf ein Ampelsystem zur Einordnung zurückgegriffen.

-  *Nicht vorhanden oder nicht geeignet*
-  *Teilweise vorhanden oder nur bedingt geeignet*
-  *Vorhanden oder gut geeignet*

KRITERIUM	BEWERTUNG / ANMERKUNG	
Wärmenetz vorhanden	<i>Nein</i>	
Wärmenetzsignung anhand der Basisdaten		
Mögliche Potenziale für Fern- oder Nahwärme-Versorgung vorhanden?		
Technische Abwärme		<i>keine Quellen vorhanden</i>
Freiflächen-Solarthermie		<i>Potenziale nicht ausreichend</i>
Erdwärme (kalte Nahwärme)		<i>Potenziale nicht ausreichend</i>
Mögliche Potenziale für dezentrale / individuelle Versorgung?		
Luftwärmepumpe		
Erdwärmepumpe		<i>technische Eignung prüfen</i>
Stromdirektheizung		<i>kostenintensiv</i>
Pellet- oder Hackschnitzelkessel		
Brennwerttherme (Wasserstoff oder andere grüne Gase)		<i>hohes Umsetzungsrisiko</i>
Wahrscheinlich günstigste Versorgungsoption ¹⁾	Dezentrale Erdwärmesonden	



Fazit:

DEZENTRALE VERSORGUNG

Im Ortsteil Rügeband existiert bislang kein Wärmenetz. Sowohl die Wärmedichte als auch die Wärmelinien-dichte sind aufgrund der baulichen Struktur als *niedrig* zu bewerten. Geeignete Abwärmepotenziale zur Versorgung von Fernwärme existieren nicht. Potenzialflächen für Freiflächen-Anlagen sind zwar vorhanden, die entsprechenden Anlagen stellen sich im Zusammenspiel mit dem Netzbau aber als preisintensiv oder nicht ausreichend dar. Vor diesem Hintergrund ist der Betrieb eines Fern- oder Nahwärmenetzes als sehr wahrscheinlich unwirtschaftlich einzustufen.

Da bislang kein Gasnetztransformationsplan vorliegt und die preislichen Strukturen für grüne Gase nicht absehbar sind, stellt sich die Versorgung über ein Wasserstoff- oder Biomethanetz mit hohem Umsetzungsrisiko dar und kann für den Gebäudesektor nicht empfohlen werden.

Gleichzeitig können die Gebäude im Ortsteil technisch und wirtschaftlich dezentral versorgt werden. Mögliche Optionen sind: u.a. Erdwärmepumpe, Luftwärmepumpe, Stromdirekt-, Pellet- und Hackschnitzelheizung. Die optimale Versorgungsart ist im Einzelfall zu prüfen.

WAS BEDEUTET DAS FÜR MICH ALS ANWOHNER?

Die Wahl einer für Sie geeigneten Wärmeversorgungsart obliegt Ihnen. Der zukünftige Aufbau einer Wärme- oder Gasnetzinfrastruktur ist an Ihrem Wohnort derart auszuschließen. Im Falle eines anstehenden Heizungstausches gelten die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes, die Ihnen verschiedene Optionen für das zukünftige Heizen erlauben. Welche Heizung für Sie infrage kommt, ist im Einzelfall unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu prüfen. Wir empfehlen Ihnen daher, weitergehende Beratung in Anspruch zu nehmen.

Weiterführende Links:

[Novelle des Gebäudeenergiegesetzes \(GEG\)](#)

[Verbraucherzentrale Waren \(Müritz\)](#)



ANSPRECHPARTNER STADT WAREN (MÜRITZ)

Für Fragen zum Wärmeplan, diesem Steckbrief oder dem weiteren Vorgehen im Ortsteil wenden Sie sich bitte an den nachstehenden Kontakt.

Hr. Karsten Schmidt
Energie- und Klimabeauftragter
Tel.: 03991 177-670
Mail: umwelt-forsten@waren-mueritz.de

DISCLAIMER

Dieser Steckbrief wurde durch die Theta Concepts GmbH im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Waren (Müritz) erarbeitet. Die hier bereitgestellten Informationen basieren auf technischen Methoden, die nach bestem Wissen und Gewissen sowie unter Beachtung etablierter Fachstandards angewendet wurden. Trotz sorgfältiger Prüfung der Daten können wir keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität sämtlicher Daten übernehmen.

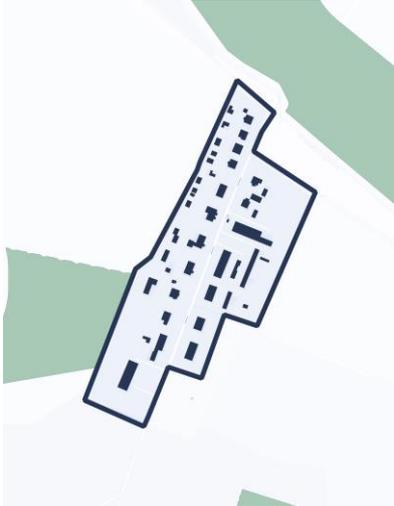
Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Steckbrief bei Personenbezeichnungen in der Regel das generische Maskulin verwendet. Die gewählten Personenbezeichnungen beziehen sich jedoch gleichermaßen auf alle Geschlechter.

1) Diese Aussage basiert auf den vorhandenen Daten und stellt einen Mittelwert für alle Gebäude auf Basis einer volkswirtschaftlichen Betrachtung dar. Dies ist jedoch keine Empfehlung für eine bestimmte Technologie. Welche Heizungsart für Ihr Gebäude am sinnvollsten ist, muss durch eine detaillierte Analyse im Einzelfall geprüft werden.



KOMMUNALER WÄRMEPLAN

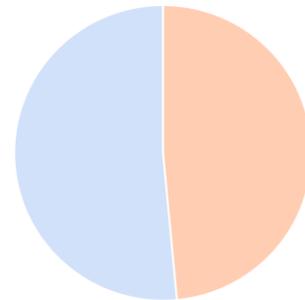
WAREN (MÜRITZ) | OT SCHWENZIN



BASISDATEN IM AUSGANGS- JAHR

Fläche <i>in</i> ha:	5
zu beheizende Gebäude:	27
Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	527
Mittlere Nutzwärmebe- darfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	106,3
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	1,07

Im Ausgangsjahr wird die Wärme im Ortsteil Schwenzin vorwiegend durch Erdgas bereitgestellt. Darüber hinaus werden Gebäude durch dezentrale Technologien versorgt. Hierzu zählen u.a. Heizöl- und Flüssiggasthermen, Stromdirektheizungen sowie Biomasseheizungen. Fernwärme existiert bislang nicht.



■ Fernwärme ■ Erdgas ■ Dezentrale

BASISDATEN IM ZIELJAHR 2040

Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	515
Mittlere Nutzwärmebedarfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	103,9
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	1,04



TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE PARAMETER ZUR GEBIETSEINORDNUNG

Die Bewertung / Einordnung erfolgt auf Basis einer Vielzahl qualitativer und quantitativer Kriterien. Die nachstehende Tabelle soll die komplexen Zusammenhänge möglichst einfach und allgemeinverständlich darstellen. Deshalb wurde auf ein Ampelsystem zur Einordnung zurückgegriffen.

-  *Nicht vorhanden oder nicht geeignet*
-  *Teilweise vorhanden oder nur bedingt geeignet*
-  *Vorhanden oder gut geeignet*

KRITERIUM	BEWERTUNG / ANMERKUNG	
Wärmenetz vorhanden	<i>Nein</i>	
Wärmenetzsignung anhand der Basisdaten		
Mögliche Potenziale für Fern- oder Nahwärme-Versorgung vorhanden?		
Technische Abwärme		<i>keine Quellen vorhanden</i>
Freiflächen-Solarthermie		<i>Potenziale nicht ausreichend</i>
Erdwärme (kalte Nahwärme)		<i>Potenziale nicht ausreichend</i>
Mögliche Potenziale für dezentrale / individuelle Versorgung?		
Luftwärmepumpe		
Erdwärmepumpe		
Stromdirektheizung		<i>kostenintensiv</i>
Pellet- oder Hackschnitzelkessel		
Brennwerttherme (Wasserstoff oder andere grüne Gase)		<i>hohes Umsetzungsrisiko</i>
Wahrscheinlich günstigste Versorgungsoption ¹⁾	Dezentrale Erdwärmesonden	



Fazit:

DEZENTRALE VERSORGUNG

Im Ortsteil Schwenzin existiert bislang kein Wärmenetz. Sowohl die Wärmedichte als auch die Wärmelinien-dichte sind aufgrund der baulichen Struktur als *niedrig* zu bewerten. Geeignete Abwärmepotenziale zur Versorgung von Fernwärme existieren nicht. Potenzialflächen für Freiflächen-Anlagen sind zwar vorhanden, die entsprechenden Anlagen stellen sich im Zusammenspiel mit dem Netzbau aber als preisintensiv oder nicht ausreichend dar. Vor diesem Hintergrund ist der Betrieb eines Fern- oder Nahwärmenetzes als sehr wahrscheinlich unwirtschaftlich einzustufen.

Da bislang kein Gasnetztransformationsplan vorliegt und die preislichen Strukturen für grüne Gase nicht absehbar sind, stellt sich die Versorgung über ein Wasserstoff- oder Biomethanetz mit hohem Umsetzungsrisiko dar und kann für den Gebäudesektor nicht empfohlen werden.

Gleichzeitig können die Gebäude im Ortsteil technisch und wirtschaftlich dezentral versorgt werden. Mögliche Optionen sind: u.a. Erdwärmepumpe, Luftwärmepumpe, Stromdirekt-, Pellet- und Hackschnitzelheizung. Die optimale Versorgungsart ist im Einzelfall zu prüfen.

WAS BEDEUTET DAS FÜR MICH ALS ANWOHNER?

Die Wahl einer für Sie geeigneten Wärmeversorgungsart obliegt Ihnen. Der zukünftige Aufbau einer Wärme- oder Gasnetzinfrastruktur ist an Ihrem Wohnort derart auszuschließen. Im Falle eines anstehenden Heizungstausches gelten die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes, die Ihnen verschiedene Optionen für das zukünftige Heizen erlauben. Welche Heizung für Sie infrage kommt, ist im Einzelfall unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu prüfen. Wir empfehlen Ihnen daher, weitergehende Beratung in Anspruch zu nehmen.

Weiterführende Links:

[Novelle des Gebäudeenergiegesetzes \(GEG\)](#)

[Verbraucherzentrale Waren \(Müritz\)](#)



ANSPRECHPARTNER STADT WAREN (MÜRITZ)

Für Fragen zum Wärmeplan, diesem Steckbrief oder dem weiteren Vorgehen im Ortsteil wenden Sie sich bitte an den nachstehenden Kontakt.

Hr. Karsten Schmidt
Energie- und Klimabeauftragter
Tel.: 03991 177-670
Mail: umwelt-forsten@waren-mueritz.de

DISCLAIMER

Dieser Steckbrief wurde durch die Theta Concepts GmbH im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Waren (Müritz) erarbeitet. Die hier bereitgestellten Informationen basieren auf technischen Methoden, die nach bestem Wissen und Gewissen sowie unter Beachtung etablierter Fachstandards angewendet wurden. Trotz sorgfältiger Prüfung der Daten können wir keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität sämtlicher Daten übernehmen.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Steckbrief bei Personenbezeichnungen in der Regel das generische Maskulin verwendet. Die gewählten Personenbezeichnungen beziehen sich jedoch gleichermaßen auf alle Geschlechter.

1) Diese Aussage basiert auf den vorhandenen Daten und stellt einen Mittelwert für alle Gebäude auf Basis einer volkswirtschaftlichen Betrachtung dar. Dies ist jedoch keine Empfehlung für eine bestimmte Technologie. Welche Heizungsart für Ihr Gebäude am sinnvollsten ist, muss durch eine detaillierte Analyse im Einzelfall geprüft werden.



KOMMUNALER WÄRMEPLAN

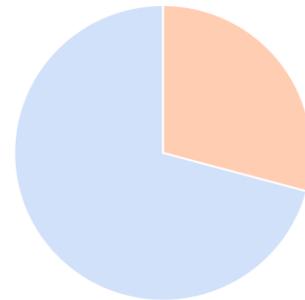
WAREN (MÜRITZ) | OT WARENSHOF



BASISDATEN IM AUSGANGS- JAHR

Fläche <i>in</i> ha:	37
zu beheizende Gebäude:	283
Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	4.279
Mittlere Nutzwärmebe- darfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	116,2
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	0,87

Im Ausgangsjahr wird die Wärme im Ortsteil Warenschhof vorwiegend durch Erdgas bereitgestellt. Darüber hinaus werden Gebäude durch dezentrale Technologien versorgt. Hierzu zählen u.a. Heizöl- und Flüssiggasthermen, Stromdirektheizungen sowie Biomasseheizungen. Fernwärme existiert bislang nicht.



■ Fernwärme ■ Erdgas ■ Dezentrale

BASISDATEN IM ZIELJAHR 2040

Nutzwärmebedarf <i>in</i> MWh/a:	3.936
Mittlere Nutzwärmebedarfsdichte <i>in</i> MWh/(ha·a):	106,9
Mittlere Wärmelinien- dichte <i>in</i> MWh/(m·a):	0,81



TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE PARAMETER ZUR GEBIETSEINORDNUNG

Die Bewertung / Einordnung erfolgt auf Basis einer Vielzahl qualitativer und quantitativer Kriterien. Die nachstehende Tabelle soll die komplexen Zusammenhänge möglichst einfach und allgemeinverständlich darstellen. Deshalb wurde auf ein Ampelsystem zur Einordnung zurückgegriffen.

-  *Nicht vorhanden oder nicht geeignet*
-  *Teilweise vorhanden oder nur bedingt geeignet*
-  *Vorhanden oder gut geeignet*

KRITERIUM	BEWERTUNG / ANMERKUNG	
Wärmenetz vorhanden		<i>Nein</i>
Wärmenetzsignung anhand der Basisdaten		
Mögliche Potenziale für Fern- oder Nahwärme-Versorgung vorhanden?		
Technische Abwärme		<i>Potenziale nicht ausreichend</i>
Freiflächen-Solarthermie		
Erdwärme (kalte Nahwärme)		<i>kostenintensiv</i>
Mögliche Potenziale für dezentrale / individuelle Versorgung?		
Luftwärmepumpe		
Erdwärmepumpe		<i>technische Eignung prüfen</i>
Stromdirektheizung		<i>kostenintensiv</i>
Pellet- oder Hackschnitzelkessel		
Brennwerttherme (Wasserstoff oder andere grüne Gase)		<i>hohes Umsetzungsrisiko</i>
Wahrscheinlich günstigste Versorgungsoption ¹⁾		Wärmenetz mit Flachkollektoren und Erdbeckenspeicher



PRÜFGEBIET

Aufgrund der zum Zeitpunkt der Wärmeplanerstellung vorliegenden Informationen wird der Ortsteil Warenshof als Wärmenetz-Prüfgebiet deklariert. Dies liegt daran, dass die strukturellen Voraussetzungen für den Betrieb eines Wärmenetzes schon heute oder in Zukunft gegeben sind, bereits ein Netz vorliegt oder ein günstiges Potenzial zur Versorgung der Fernwärme vorhanden ist. Gleichzeitig kann das Gebiet weitgehend oder vollständig dezentral (Individualversorgung) versorgt werden, sodass Fernwärme lediglich eine *Kann*-Option darstellt. Aus diesem Grund ist die Realisierbarkeit / der Ausbau von Fernwärme tiefergehend zu prüfen.

WAS BEDEUTET DAS „PRÜFGEBIET“ FÜR UNS ANWOHNER?

Der Status „Prüfgebiet“ empfiehlt weitergehende Analysen, um die technische und wirtschaftliche Darstellbarkeit von Fernwärme zu prüfen, einen Akteur für die Umsetzung zu identifizieren und ggf. die weitere Planung aufzunehmen.

Eine Verbindlichkeit geht aus der Deklaration als Prüfgebiet nicht hervor. Wenn Sie kein Interesse an Fernwärme haben, müssen Sie sich selbst um Ihre zukünftige Wärmeversorgung kümmern. Im Falle eines anstehenden Heizungstausches gelten die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes, die Ihnen mit entsprechenden Fristen verschiedene Optionen für das zukünftige Heizen erlauben. Welche Heizung für Sie infrage kommt, ist im Einzelfall unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu prüfen. Wir empfehlen Ihnen daher weitergehende Beratung in Anspruch zu nehmen.

WELCHES VORGEHEN WIRD EMPFOHLEN, UM FERNWÄRME IM ORTSTEIL ZU REALISIEREN?

Bilden Sie eine Interessensgemeinschaft und prüfen Sie das Interesse aller Anwohner in Bezug auf Fernwärme. Besteht ein wesentliches Interesse an der Umsetzung, erhöht das die Realisierbarkeit für Fernwärme signifikant. Identifizieren Sie geeignete Akteure für die Umsetzung. Unternehmen aus der Energieversorgung oder Ankerkunden mit größerem Wärmebedarf stellen gute Anlaufstellen dar:

- Wohnungsgenossenschaften mit Gebäudebestand im Ortsteil
- Hotels / Kliniken
- Landwirte
- Biogasanlagen-Betreiber

Sollten etwaige Akteure nicht vorhanden sein, oder kein Interesse haben, machen Sie sich mit der Option einer Bürgerenergiegenossenschaft vertraut und prüfen Sie,



ob über derartige Beteiligungsformate eine Realisierung und der Betrieb von Fernwärme darstellbar sind. Halten Sie hierbei Rücksprache mit der Stadt Waren (Müritz), die Sie im Prozess gern weiter unterstützt.

ANSPRECHPARTNER STADT WAREN (MÜRITZ)

Für Fragen zum Wärmeplan, diesem Steckbrief oder dem weiteren Vorgehen im Ortsteil wenden Sie sich bitte an den nachstehenden Kontakt.

Hr. Karsten Schmidt
Energie- und Klimabeauftragter
Tel.: 03991 177-670
Mail: umwelt-forsten@waren-mueritz.de

DISCLAIMER

Dieser Steckbrief wurde durch die Theta Concepts GmbH im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für die Stadt Waren (Müritz) erarbeitet. Die hier bereitgestellten Informationen basieren auf technischen Methoden, die nach bestem Wissen und Gewissen sowie unter Beachtung etablierter Fachstandards angewendet wurden. Trotz sorgfältiger Prüfung der Daten können wir keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität sämtlicher Daten übernehmen.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Steckbrief bei Personenbezeichnungen in der Regel das generische Maskulin verwendet. Die gewählten Personenbezeichnungen beziehen sich jedoch gleichermaßen auf alle Geschlechter.

1) Diese Aussage basiert auf den vorhandenen Daten und stellt einen Mittelwert für alle Gebäude auf Basis einer volkswirtschaftlichen Betrachtung dar. Dies ist jedoch keine Empfehlung für eine bestimmte Technologie. Welche Heizungsart für Ihr Gebäude am sinnvollsten ist, muss durch eine detaillierte Analyse im Einzelfall geprüft werden.