

PLATZHALTER BILD

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

für die Verbandsgemeinde

Bad Ems - Nassau

02.09.2025



Förderprojekt

Die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau ist im Rahmen der Kommunalrichtlinie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie vertreten durch den Projektträger Zukunft - Umwelt -Gesellschaft, gefördert worden.

Förderkennzeichen: 67K27300

Laufzeit: 01.01.2024 - 31.10.2025

Projektpartner

Dieses Projekt wurde unter Zusammenarbeit der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau, energielenker projects GmbH und der IP Syscon GmbH durchgeführt. Die erarbeiteten Inhalte der einzelnen Projektpartner sind in der Kopfzeile mit dem jeweiligen Firmenlogo gekennzeichnet.

Auftraggeber

Verbandsgemeinde Bad Ems -
Nassau

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH

Bleichstraße 1

56130 Bad Ems

Tel.: +49 2603 793-327

Robert-Bosch-Straße 11b

63225 Langen (Hessen)

Tel.: +49 6103-376698-14

Ansprechpartner:

Herr Stefan Hecker

Ansprechpartner:

Frau Maren Wenzel



Lesehinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Bericht bei Personenbezeichnungen in der Regel die maskuline Form verwendet. Diese schließt jedoch gleichermaßen die feminine Form mit ein. Die Leserinnen und Leser werden dafür um Verständnis gebeten.

Vorwort

Liebe Bürgerinnen und Bürger,

die kommunale Wärmeplanung ist ein zentrales Planungs- und Steuerungsinstrument der Kommune, um die Gestaltung des Wärmesektors zu einer weitestgehend klimaneutralen Wärmeversorgung anzustreben. Darüber hinaus gilt es die Versorgungssicherheit bei der Wärmeversorgung zu gewährleisten und gleichzeitig die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren.



Die kommunale Wärmeplanung bildet damit - neben dem Gebäudeenergiegesetz - die Grundlage eines strategischen „Fahrplans“ für eine nachhaltige Wärmeversorgung. Mit dem vorliegenden Bericht möchten wir Ihnen sowohl eine möglichst realistische und umfassende Bewertung der aktuellen Wärmeversorgung, aber auch einen Umsetzungsplan zur nachhaltigen Wärmeversorgung bereitstellen.

Ihnen als Bürgerinnen und Bürger der Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau wird anhand der kommunalen Wärmeplanung aufgezeigt, wo perspektivisch eine zentrale Wärmeversorgung über ein Wärmenetz erfolgen könnte und wo eine dezentrale Wärmeversorgung, d.h. wo Sie als Gebäudeeigentümer/-in eigeninitiativ werden müssen, zu erfolgen hat.

Ich wünsche uns allen eine gute Umsetzung und kreative Ideen bei der Realisierung der Wärmewende.

Ihr



Uwe Bruchhäuser

Bürgermeister der Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	4
Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	10
Abkürzungsverzeichnis	11
1 Einleitung	14
1.1 Hintergrund & Motivation	14
1.2 Wärmeplanungsgesetz	14
1.3 Projektstruktur	15
1.4 Kommunikation und Beteiligung der Akteure	16
1.4.1 Akteursanalyse.....	16
1.4.2 Projektteam	17
1.4.3 Öffentlichkeit & Politik.....	18
1.4.4 Unternehmertreff in Kooperation mit der Wirtschaftsförderung	18
1.4.5 Mögliche Betreiber von Wärmenetzen oder Wärmelieferanten.....	18
2 Bestandsanalyse	19
2.1 Prüfung und Aufbereitung der Gebäude- und Energiedaten.....	19
2.2 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfes und -verbrauches	20
2.2.1 Wärmebedarf	20
2.2.2 Wärmeverbrauch.....	24
2.2.3 Betrachtungsebenen.....	24
2.2.4 Verteilung nach Baualtersklassen	25
2.2.5 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfes und -verbrauchs	33
2.3 Energie- und Treibhausgasbilanz	34
2.3.1 Datenbasis	34
2.3.2 Bilanzierungsrahmen	34
2.3.3 Rechenansatz	35
2.3.4 Ergebnisse	36
3 Potenzialanalyse	38
3.1 Biomasse	38
3.1.1 Grundlagen und Zielsetzung	38
3.1.2 Datenbasis	38
3.1.3 Berücksichtigte Flächennutzungen.....	38

3.1.4	Methodik der Potenzialberechnung	38
3.1.5	Hinweise zur räumlichen Darstellung	40
3.1.6	Integration in die Wärmeplanung	40
3.1.7	Ergebnisse	40
3.2	Geothermie	42
3.2.1	Grundlagen und Datenbasis	42
3.2.2	Erdwärmesonden	42
3.2.3	Erdwärmekollektoren	43
3.2.4	Potenzialermittlung und Berechnungsansatz	43
3.2.5	Ergebnisse	44
3.3	Umweltwärme aus Gewässern	46
3.3.1	Methodik der Datenberechnung	46
3.3.2	Ergebnisse	47
3.4	Luftwärme	48
3.5	Industrielle Abwärme	49
3.5.1	Methodik zur Erhebung industrieller Abwärmepotenziale	49
3.5.2	Ergebnisse	50
3.6	Abwärme aus Abwasser	50
3.6.1	Methodik der Berechnung	50
3.6.2	Ergebnisse	51
3.7	Solarthermie und Photovoltaik	52
3.7.1	Datengrundlagen und räumliche Basisanalyse	53
3.7.2	Ergebnisse Solarthermie	54
3.7.3	Ergebnisse Photovoltaik	56
3.8	Windpotenzial	58
3.8.1	Flächenbelegung und Abstandsregelung	58
3.8.2	Ertragsberechnung	59
3.8.3	Ergebnisse	59
3.9	Wasserstoff	62
3.10	Zusammenfassung	64
4	Wärmebedarfsentwicklung	66
4.1	Neubaugebiete	66
4.2	Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz	66
4.2.1	Methodik	66

4.2.2	Gesamtbetrachtung –Gebäudebestand.....	67
4.2.3	Einsparpotenziale im Bereich Prozesswärme	69
5	Eignungsgebiete, Szenarien und Entwicklungs-pfade	71
5.1	Vorgehen und Kriterien zur Einteilung der Gebiete	71
5.2	Darstellung in Teilgebietssteckbriefen.....	75
5.3	Eignungsgebiete Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau	82
5.3.1	Eignung für die Versorgung durch ein Wärmenetz	82
5.3.2	Eignung für die Versorgung mit Wasserstoff	84
5.3.3	Eignung für dezentrale Versorgung.....	84
5.3.4	Gebiete mit Sanierungspotenzial	85
5.3.5	Einteilung nach zukünftiger Wärmeversorgung.....	87
5.4	Szenarien	87
5.5	Entwicklung der Gasversorgung	89
6	Fokusgebiete.....	91
6.1	Fokusgebiet - Teilgebiet 13 Bad Ems	92
6.2	Fokusgebiet – Teilgebiet 36 Singhofen.....	97
6.3	Fokusgebiet – Teilgebiet 47 Dausenau	101
7	Umsetzungsstrategie	104
7.1	Maßnahmenkatalog	106
7.2	Controllingkonzept.....	107
7.2.1	Controllingkonzept.....	107
7.2.2	Verpflichtung nach Wärmeplanungsgesetz	107
7.2.3	Monitoring von Hauptindikatoren	108
7.2.4	Indikatoren für die Maßnahmen.....	110
7.2.5	Indikatoren für den Prozess	111
7.3	Verstetigung	112
7.3.1	Rollierende Planung	112
7.3.2	Kommunale Verwaltungsstrukturen	112
7.3.3	Politische Absicherung.....	113
7.3.4	Kommunikation.....	113
7.3.5	Weitere Regelungen	113
7.3.6	Förderung	114
8	Zusammenfassung	115
9	Glossar.....	122

10 Literaturverzeichnis.....	128
Anhang.....	130
Teilgebietssteckbriefe	130
Maßnahmensteckbriefe	131
THG-Emissionsfaktoren.....	132

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1 Akteurskataster der Wärmeplanung in der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau	16
Abbildung 2-1 Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten.....	23
Abbildung 2-2 Verteilung der Gebäude auf die Baualtersklassen	26
Abbildung 2-3 Fließbild zur Bestimmung des Gebäudetyps bei Wohngebäuden (eigene Darstellung).....	28
Abbildung 2-4 Wohnflächenverteilung nach Bautypen.	31
Abbildung 2-5 Jahresheizenergiebedarf nach Sektoren	33
Abbildung 2-6 Verteilung der Energieträger an den Gesamtemissionen	36
Abbildung 2-7 Verteilung der Energieträgeranteile am Gesamtverbrauch.....	36
Abbildung 3-1 Auszugsweise Darstellung Biomasseflächen	41
Abbildung 3-2 Heilquellenschutzgebiete im Bereich der Verbandsgemeinde.....	43
Abbildung 3-3 Auszugsweise geothermisches Potenzial für Kollektorflächen bei 1.800 Volllaststunden pro Jahr.....	45
Abbildung 3-4 Exemplarisches geothermisches Potenzial für Erdwärmesonden bei 1.800 Volllaststunden pro Jahr.....	46
Abbildung 3-5 Exemplarische Darstellung des Solarthermiepotenzials auf Dachflächen	54
Abbildung 3-6 Exemplarische Darstellung des Photovoltaikpotenzials auf Dachflächen	56
Abbildung 3-7 Exemplarische Darstellung des Photovoltaikpotenzials auf Freiflächen	56
Abbildung 3-8 Darstellung der Windpotenzialflächen.....	60
Abbildung 3-9 Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt	63
Abbildung 3-10 Jahresheizenergiebedarf nach Sektoren.....	65
Abbildung 5-1 Einteilung der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau in Teilgebiete.....	72
Abbildung 5-2 Prüfschema eines Wärmeversorgungsgebiet nach WPG §14 (2)	73
Abbildung 5-3 Prüfschema für ein Wasserstoffnetz	74
Abbildung 5-4 Einteilung der Wärmeklassen in Abhängigkeit der Wärmeliniendichte und Wärmebedarfsdichte	74
Abbildung 5-5 Beispiel der ersten Seite eines Teilgebietssteckbriefs	76
Abbildung 5-6 Beispiel der zweiten Seite eines Teilgebietssteckbriefs	77
Abbildung 5-7 Beispiel der dritten Seite eines Teilgebietssteckbriefs	78
Abbildung 5-8 Eignung der Teilgebiete für eine Wärmenetzversorgung.....	83
Abbildung 5-9 Eignung der Teilgebiete für eine dezentrale Versorgung	85
Abbildung 5-10 Teilgebiete in Bad Ems - Nassau mit hohem Sanierungspotenzial.....	86
Abbildung 5-11 Einteilung in zukünftige Wärmeversorgungen.....	87
Abbildung 5-12 Prognose des Wärmeverbrauchs nach Energieträger in der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau	89
Abbildung 6-1 Fokusgebiet - Teilgebiet 13 Bad Ems	93
Abbildung 6-2 Wärmenetzprüfung Fokusgebiet 13: Szenario 1	94
Abbildung 6-3 Wärmenetzprüfung Fokusgebiet 13: Szenario 2	95
Abbildung 6-4 Kostenvergleich unterschiedlicher Szenarien und Anschlussquoten Fokusgebiet 13	96
Abbildung 6-5 Lage des Fokusgebietes 36 in der Verbandsgemeinde	97
Abbildung 6-6 Wärmenetzprüfung Fokusgebiet 36: Szenario 1	98
Abbildung 6-7 Wärmenetzprüfung Fokusgebiet 36: Szenario 2	99

Abbildung 6-8 Kostenvergleich unterschiedlicher Szenarien und Anschlussquoten im Fokusgebiet 36.....	100
Abbildung 6-9 Fokusgebiet - Teilgebiet 47 Dausenau.....	101
Abbildung 8-1 Endenergieverbrauch nach Energieträgern.....	115
Abbildung 8-2 Übersicht über die untersuchten Potenziale.....	116
Abbildung 8-3 zukünftige Wärmeversorgung der Teilgebiete	118
Abbildung 8-4 Wärmemenge nach Energieträger und THG-Emissionen	119

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1 Baualtersklassenverteilung	20
Tabelle 2-2 Wohnflächen je Gebäude.....	31
Tabelle 3-1 Berechnung des Energiepotenzials Waldflächen	38
Tabelle 3-2 Berechnung des Potenzials Grasland/Grünland	39
Tabelle 3-3 Nutzung von Ernterückständen und Reststoffen	39
Tabelle 3-4: Substratanbau für Biogas	39
Tabelle 3-5 Halmartige Biomasse.....	40
Tabelle 3-6 Holzartige Biomasse	40
Tabelle 3-7 Gesamtübersicht der betrachteten Gewässer	48
Tabelle 3-8 Klärwerke – Wärmeentzugsleistung	51
Tabelle 3-9: Gegenüberstellung von Verbrauch und Potenzial im 1.000 m Radius um die jeweiligen Klärwerke.....	52
Tabelle 3-10 Überblick der Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung in der Verbandsgemeinde Bad Ems – Nassau	64
Tabelle 4-1 Übersicht über die Einsparungen von Teil- und Vollsaniierungen	68
Tabelle 4-2 Übersicht über die Einsparungen von Teil- und Vollsaniierungen in den Sektoren	69
Tabelle 4-3 Übersicht über die Absenkpfade der Prozesswärme.....	70
Tabelle 5-1 Bestandsdaten Teilgebiete.....	78
Tabelle 6-1 Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 1	95
Tabelle 6-2 Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 2	96
Tabelle 6-3 Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 1	99
Tabelle 6-4 Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 2	100
Tabelle 7-1 Maßnahmenübersicht für die Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau	105
Tabelle 7-2 Hauptindikatoren	109
Tabelle 7-3 Maßnahmen und ihr Überprüfungszyklus.....	110
Tabelle 7-4 Förderquoten der Bundesförderung für effiziente Gebäude für Einzelmaßnahmen im Bereich Heizungstausch.....	114
Tabelle 8-1 Zusammenfassung der Potenziale	117
Tabelle 8-2 Übersicht der Maßnahmen	120
Tabelle A-0-1 Emissionsfaktoren der Energieträger für das Jahr 2022	132
aus dem Technikatalog Juni 2024 (Tab1)	133

Abkürzungsverzeichnis

ABGF	Umrechnungsfaktor für Bruttogrundfläche
AGWPG	Ausführungsgesetz zum Wärmeplanungsgesetz in Rheinland-Pfalz
ALK	Automatische Liegenschaftskarte
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem
APF	Anpassungsfaktor des Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) für die Umrechnung Wärmeverbrauch in Wärmebedarf
BauGB	Baugesetzbuch
BBergG	Bundesberggesetz
°C	Grad Celsius
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO _{2e}	CO ₂ Äquivalente
COP	coefficient of performance, Leistungszahl einer Wärmepumpe im aktuellen Arbeitspunkt
ct/kWh	Cent pro Kilowattstunde
d.h.	das heißt
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DN 800	Rohrdurchmesser nach DIN-Norm 800 mm
DWD	Deutscher Wetterdienst
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
FM	Festmeter
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GIS	Geografisches Informationssystem
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GEMIS	"Global Emissions-Modell integrierter Systeme"
GI	Gebäudetyp Gewerbe und Industrie
GMFH	Großes Mehrfamilienhaus
GWh/a	Gigawatt Stunde pro Jahr

Ha	Hektar
h/a	Volllaststunden pro Jahr
HD	Gebäudetyp Handel und Dienstleistungen
HU	Hausumringe, georeferenzierte Umringspolygone von Gebäuden in ALKIS (https://advmis.geodatenzentrum.de/trefferanzeige?docuuid=eb2bc103-d980-4c74-bb86-d850c92ebac6&q=Hausumringe)
JAZ	Jahresarbeitszahl
JF	jour fixe
K	Kelvin
Km	Kilometer
KRK	Konfliktrisikoklassen
KUP	Kurzumtriebsplantage, Anbaumethode für Baumarten zur Energieholzgewinnung
kW	Kilowatt
kWh / m ²	Kilowattstunden pro Quadratmeter
KWK	Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LoD1	Level of detail, Detaillierungsgrad in 3D-Gebäudemodelldaten; hier LoD1 = Klötzchenmodell ohne Dachformen
l/s	Liter pro Sekunde
m ³ /s	Kubikmeter pro Sekunde
MFH	Mehrfamilienhaus
MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluss eine Gewässers, statistische Größe aus den Tagesminimumwerten
MWh	Megawattstunde
MW _p	Megawatt Peak
M	Meter
m ²	Quadratmeter
Mm	Millimeter
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
N ₂ O	Distickstoffmonoxid
NWG	Nichtwohngebäude
Oe	Gebäudetyp Öffentliche Gebäude

PV	Photovoltaik
§	Paragraf
%	Prozent
RH	Reihenhaus
THG	Treibhausgas
T	Tonne
SHK	Sanitär-, Heizungs-, Klimatechnik
WBS	Wärmebedarfsservice
WEA	Windenergieanlagen
WHG	Wasserhaushaltgesetz
WG	Wohngebäude
WE	Wohneinheiten
WPG	Wärmeplanungsgesetz
VDI 4640	Richtlinie VDI 4640

1 Einleitung

1.1 Hintergrund & Motivation

Der Klimawandel ist nicht nur messbar, sondern seine Auswirkungen sind auch sicht- und spürbar. Allgegenwärtig sind der Temperaturanstieg sowie schmelzende Gletscher und Pole. Daraus resultiert ein steigender Meeresspiegel. Aber auch die Wüstenbildung ist ein Effekt des Klimawandels. Das Ausmaß der weiteren klimatischen Veränderung und die davon abhängigen Szenarien sind zum jetzigen Zeitpunkt kaum vorhersehbar. Grund dieser Effekte sind vor allem die Emissionen von Treibhausgasen. Die Erdgeschichte ist geprägt davon, dass die Temperaturen und CO₂-Emissionen steigen und fallen. Signifikant ist jedoch die Geschwindigkeit des aktuellen CO₂-Anstiegs, der deutlich macht, wie das menschliche Handeln eindeutig einen negativen Effekt auf unsere Umwelt hat.

Die EU hat sich Ziele gesetzt, um dieser Dynamik der Veränderung entgegenzuwirken. Diese Ziele sind eine ressourceneffiziente und wettbewerbsfähige Wirtschaft, Klimaneutralität bis 2050 und die Wiederherstellung der biologischen Vielfalt. Den Weg dahin sollen rund 50 Einzelmaßnahmen weisen, die zugleich den Übergang zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft bereiten.

Mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) wird das Ziel verfolgt, bis spätestens 2045 eine nachhaltige, wirtschaftliche und treibhausgasneutrale Wärmeversorgung durch erneuerbare Energien sicherzustellen. Dabei soll auch die Endenergieeinsparung gefördert werden. Die Länder haben die Möglichkeit, ein früheres Zieljahr festzulegen, dass bei der Umsetzung dieses Gesetzes berücksichtigt wird. Es ist jedoch klar, dass diese Ziele nur durch gemeinsame Anstrengungen in allen Bereichen erreicht werden können.

Die Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau hat bereits vor Inkrafttreten des Wärmeplanungsgesetzes beschlossen den Wärmeplanungsprozess zu starten und hat entsprechend Fördermittel bei der Nationalen Klimaschutzinitiative beantragt. Diese wurden bewilligt und im Juli 2024 wurden die energielenker mit der Erstellung der Wärmeplanung beauftragt. Dadurch, dass die Verbandsgemeinde den Beschluss zur Erstellung einer Wärmeplanung bereits vorher in Kraft des Gesetzes beschlossen hat, muss mit dem Wärmeplan dem Technischer Annex der Kommunalrichtlinie (Kommunalrichtlinie, 2022) für die Förderung gefolgt werden, aber nicht den Regeln des Gesetzes. Hier sei insbesondere auf die Abläufe und Offenlegungspflichten während der Erarbeitung hingewiesen. Nichtsdestotrotz ist das Wärmeplanungsgesetz mit seinen inhaltlichen Anforderungen bei der Erstellung der Wärmeplanung berücksichtigt worden.

1.2 Wärmeplanungsgesetz

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) ist ein strategisches Instrument, welches den Kommunen ermöglicht, das Thema Wärme im Rahmen der nachhaltigen Entwicklung der Verbandsgemeinde zu gestalten. Ziel in der kommunalen Wärmeplanung ist es, den optimalen und kosteneffizientesten Weg zu einer umweltfreundlichen und fortschrittlichen Wärmeversorgung vor Ort zu finden. Die Durchführung der Wärmeplanung bietet den Kommunen einen starken Hebel, um die Energiewende im Bereich Wärme sowohl schneller als auch effizienter voranzutreiben. Der konsequente Ansatz, der auf Klimaneutralität ausgerichtet ist, gibt den kommunalen Entscheidungsträgern eine strategische Handlungsgrundlage und einen Fahrplan, der ihnen in den kommenden Jahren Orientierung und einen Handlungsrahmen bietet.

Die Bestimmungen zum Umfang, Inhalt und damit verbundenen Befugnissen und Verpflichtungen der kommunalen Wärmeplanung sind im Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Abk. Wärmeplanungsgesetz – WPG) für alle Kommunen festgelegt. Das Wärmeplanungsgesetz wurde am 17. November 2023 vom Bundestag beschlossen und ist am 01. Januar 2024 in Kraft getreten. Das Wärmeplanungsgesetz verpflichtet jede Kommune im Bundesgebiet zur Erstellung eines Kommunalen Wärmeplans. Kommunen mit einer Einwohnergröße über 100.000 Einwohner müssen bis zum 30. Juni 2026 einen Wärmeplan vorlegen, Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohner haben bis zum 30. Juni 2028 Zeit.

Im Wärmeplanungsgesetz werden Angaben getätigt, welche Inhalte eine Wärmeplanung erfüllen muss, um den Gesetzesvorgaben zu entsprechen. Mit diesem Vorgehen möchte die Bundesregierung einen einheitlichen, bundesweiten Standard schaffen, der die Planungs- und Investitionssicherheit erhöht sowie klare Zuständigkeiten benennt.

Mit dem Wärmeplanungsgesetz wurden die Länder verpflichtet, die gesetzlichen Regelungen mit Landesverordnungen zu untersetzen. Am 26. April 2025 ist das Ausführungsgesetz zum Wärmeplanungsgesetz (AGWPG) in Rheinland-Pfalz in Kraft getreten. Damit erhalten Kommunen nun Planungssicherheit für die Durchführung der kommunalen Wärmeplanung.

Weiterhin ist das Wärmeplanungsgesetz mit dem Gebäudeenergiegesetz verbunden. Sofern eine Wärmeplanung vorliegt, ist es vorgesehen, dass Gebäudeeigentümer bei der Wahl einer neuen Wärmeerzeugungsanlage (Neubau oder Austausch) die Erkenntnisse der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigen und zwingend einen Anteil von 65 % Erneuerbaren Energien bei der Wärmeerzeugung erfüllen. In der Verbandsgemeinde tritt diese Regelung ab dem 01.07.2028 in Kraft.

1.3 Projektstruktur

Die Konzepterstellung folgt dem Technischen Annex der Kommunalrichtlinie (Kommunalrichtlinie, 2022) und dem Wärmeplanungsgesetz. Sie lässt sich grob in die nachfolgenden Bausteine nach Vorgabe des WPG § 13 gliedern:

1. den Beschluss oder die Entscheidung der planungsverantwortlichen Stelle über die Durchführung der Wärmeplanung
2. Bestandsanalyse
3. Potenzialanalyse
4. Entwicklung und Beschreibung eines Zielszenarios
5. Einteilung des geplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete, sowie die Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr
6. Entwicklung einer Umsetzungsstrategie mit konkreten Umsetzungsmaßnahmen, die innerhalb des geplanten Gebiets zur Erreichung des Zielszenarios beitragen sollen

Die einzelnen Bausteine bauen aufeinander auf und sind nicht trennscharf abzugrenzen. Die Vorgehensweise der einzelnen Arbeitsschritte wird in den nachfolgenden Kapiteln ausführlich beschrieben. Kommunen- und projektspezifische Aspekte werden frühzeitig in die Bearbeitung mit einbezogen.

1.4 Kommunikation und Beteiligung der Akteure

Ein Großteil der Energie- und CO₂-Einsparpotenziale liegt außerhalb des unmittelbaren Einflussbereichs der öffentlichen Verwaltung. Private Haushalte, Unternehmen und andere lokale Akteure nehmen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und CO₂-Reduktion ein.

Die öffentlichen Verwaltungen können Rahmenbedingungen schaffen und Anreize bieten, aber die tatsächliche Umsetzung hängt auch stark von der Bereitschaft und dem Engagement der Akteure ab. Die breite Öffentlichkeit muss in den Prozess der Wärmeplanung einbezogen werden. Eine transparente und offene Kommunikation fördert das Verständnis und die Akzeptanz der geplanten Maßnahmen. Im Folgenden werden die wichtigsten Aktivitäten zur Information und Beteiligung von Akteuren im Rahmen der Erstellung des Wärmeplans vorgestellt.

1.4.1 Akteursanalyse

Am Anfang des Prozesses der Wärmeplanung wurde ein Akteurskataster erarbeitet, in dem die wesentlichen Akteure identifiziert, deren Einfluss auf den Prozess, die Art der Mitwirkung und deren Rolle im Prozess beschrieben wurden. In Abbildung 1-1 sind die wesentlichen Akteure bzw. Akteursgruppen und die Einordnung in den Prozess in Kurzform dargestellt.

Art der Mitwirkung				
Priorität		Mitbestimmung	Beteiligung	Information
	verpflichtend	Verwaltung Ortsbürgermeisterdienst- versammlung		Bürger
	hoch		Wohnungswirtschaft Gewerbe und Industrie Forstwirtschaft Mögliche Betreiber von Wärmenetzen oder Wärmelieferanten	Gebäudeeigentümer
	mittel		Energieversorger Netzbetreiber Wasserwirtschaft Regionale Planungsstelle	Gewerbebetreibende Handwerker Mieter Nachbarkommunen

Abbildung 1-1 Akteurskataster der Wärmeplanung in der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau

Verwaltung

Die Verwaltung hat eine zentrale Rolle im Projekt inne. Sie steuert den Prozess und trägt maßgeblich zur Gestaltung des Wärmeplans bei. Es gibt eine Projektleitung seitens der Verwaltung, die gemeinsam mit dem Dienstleister das Projektteam bilden. Diese haben sich im Rahmen der Konzepterstellung in regelmäßigen JourFix-Terminen zusammengefunden, um die Ergebnisse und den Fortschritt zu besprechen. Die Ziele der Verwaltung sind die Erstellung eines umsetzbaren, gesetzeskonformen Wärmeplans im vorgegebenen Zeitrahmen und unter Einhaltung des Budgets. Politik und Bürger sollen angemessen einbezogen werden.

Lokale Energieversorger

Ähnlich wie die Verwaltung haben auch die lokalen Energieversorger einen bedeutenden Einfluss auf den Wärmeplan und sollen aktiv mitwirken. Ihre Hauptaufgabe liegt in der Bereitstellung von Daten und fachlicher Expertise. Eine enge Zusammenarbeit wurde durch die Einbeziehung in wichtige Meilensteinergebnisse sichergestellt.

Ortsbürgermeisterdienstversammlung und Gemeinderatssitzung

Die Gemeinderatssitzung ist das Gremium, das den Wärmeplan schlussendlich beschließen soll. Deswegen ist eine frühzeitige intensive Beteiligung der Gemeinderatsmitglieder von hoher Bedeutung. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanungen werden alle Ortsgemeinden und Städte der Verbandsgemeinde betrachtet, weshalb die ersten Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse in der Ortsbürgermeisterdienstversammlung präsentiert wurden, des Weiteren im späteren Verlauf die Ergebnisse des Zielszenarios und der Wärmewendestrategie.

Bürger der Verbandsgemeinde

Bürgerinnen und Bürger der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau, Gebäudeeigentümer, Mieter werden regelmäßig über die Bausteine der Wärmeplanung informiert. Dies geschieht über die Webseite der Verbandsgemeinde, aber auch über begleitende öffentliche Informationsveranstaltungen. Entsprechend des Wärmeplanungsgesetzes wird der Entwurf des Wärmeplans ausgelegt. Alle Bürgerinnen und Bürger können dazu Stellung nehmen.

Weitere Akteure im Prozess der Wärmeplanung

Zu den weiteren Akteuren zählt die Wohnungswirtschaft, die im Rahmen eines Akteursgespräches zu aktuellen Sanierungszustand und Plänen zu den perspektivischen Sanierungen und Heizungsumstellung ihrer Liegenschaften interviewt wurde. Darüber hinaus sind die Regionale Planungsstelle, Nachbarkommunen und Umweltschutzverbände involviert. Sie tragen Informationen bei, stellen die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben sicher, prüfen die Umsetzbarkeit und Genehmigungsfähigkeit von Anlagen. Alle Akteure können durch ihren Beitrag das Ergebnis des Wärmeplans verbessern. Für die genauere Bewertung des zukünftigen Biomassepotenzials wurden zusätzliche Gespräche mit der Forstwirtschaft geführt.

Die Industrieunternehmen sind in mehrfacher Hinsicht Akteure der Wärmewende. Sie sind einerseits Großverbraucher, haben möglicherweise ein Abwärmepotenzial und müssen mittel- bis langfristig ihre Produktion klimaneutral transformieren.

1.4.2 Projektteam

Das Projektteam setzte sich aus Mitgliedern der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau und Experten von energielenker zusammen. Gemeinsam arbeiteten sie daran, einen reibungslosen Erarbeitungsprozess sicherzustellen. Ihr Ziel war es, effizient und koordiniert an den Projektaufgaben zu arbeiten, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Durch die enge Zusammenarbeit und das Fachwissen innerhalb des Teams soll eine erfolgreiche und nachhaltige Umsetzung des Projekts gewährleistet werden. Dafür wurde in regelmäßigen Abständen ein Jour-Fix festgelegt.

Es wird empfohlen das Projektteam auch nach Erstellung des Wärmeplans -möglicherweise in erweiterter oder ergänzter Form- fortzuführen, um den Umsetzungsprozess eng abzustimmen.

1.4.3 Öffentlichkeit & Politik

Neben den regionalen Akteuren ist es ebenfalls wichtig, die Bürger und die Politik aktiv in den Prozess der kommunalen Wärmeplanung einzubinden. Um diesen Informationsaustausch zu erreichen, wurden verschiedene Kommunikationswege genutzt. Wesentliches Ziel ist dabei, Verständnis und Akzeptanz für den Prozess der kommunalen Wärmeplanung und seine Ergebnisse zu wecken. Gleichzeitig sollen sowohl bestehende Ideen und Bedenken von den Bürgern als auch aus der Politik eingeholt werden, um diese im weiteren Prozess zu berücksichtigen.

Als Instrumente für den Informationsaustausch wurden genutzt:

- ▶ Veröffentlichung im Amtsblatt
- ▶ Webseite und Pressemitteilungen der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau
- ▶ Offenlegung des Wärmeplans
- ▶ Zwei Bürgerinformationsveranstaltungen

Es wird empfohlen im Umsetzungsprozess aktuelle Entwicklungen weiterhin auf der Webseite und im Amtsblatt zu veröffentlichen. In Energieträger - Umstellungsgebieten kann es erforderlich werden, Informationsveranstaltungen in den entsprechenden Gebieten zu veranstalten.

1.4.4 Unternehmertreff in Kooperation mit der Wirtschaftsförderung

Der Unternehmertreff ist ein in der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau etabliertes Austauschformat zwischen Unternehmen, Verwaltung und Kommunalpolitik. Dieses Format wurde auch für die Vorstellung der Konzepterarbeitung und Befragung zu Abwärmepotenzialen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung genutzt. Das Hauptziel der Veranstaltung war es, bei den Unternehmen für die Ziele der Wärmewende zu werben und eine Zusammenarbeit in der Umsetzung der Wärmeplanung anzuregen sowie an der Befragung zu Abwärmepotenzialen teilzunehmen. Primäres Ziel ist dabei eine nachhaltige, zuverlässige und natürlich auch wirtschaftlich attraktive Energieversorgung für Unternehmen in der Region und ggf. die Sicherstellung der Nutzung von verfügbaren Abwärmepotenzialen.

Die Unternehmen in der Verbandsgemeinde eint die Herausforderung der Umstellung der Energieversorgung zur Erreichung der Klimaneutralität entsprechend den gesetzlichen Zielen oder auch den individuellen Zielen der Auftraggeber. Durch Kooperation lassen sich teilweise Effizienzgewinne auf diesem Weg erschließen, aber auch die Vernetzung zum Austausch von Know How zum gegenseitigen Vorteil nutzen.

1.4.5 Mögliche Betreiber von Wärmenetzen oder Wärmelieferanten

In der Verbandsgemeinde Bad Ems – Nassau bestehen erste Ideen für die Versorgung von Gebieten mit Hilfe von Wärmenetzen. Zudem verfügt die Verbandsgemeinde in Teilen über erneuerbare Energiepotenziale (u.a. Grubenwasser, Wärme aus Abwasser und Oberflächengewässer, Thermalwasser). Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde ein Akteursgespräch mit möglichen zukünftigen Betreibern und Wärmelieferanten eines Energieversorgungsnetzes oder eines Wärmenetzes innerhalb des beplanten Gebiets initiiert und durchgeführt.

2 Bestandsanalyse

2.1 Prüfung und Aufbereitung der Gebäude- und Energiedaten

Die gebäudescharfe Betrachtung sämtlicher Gebäudeparameter setzt die Berücksichtigung und Verschneidung verschiedener Geobasisdaten voraus. Die damit einhergehende umfassende Datenaufbereitung fußt dabei auf den Daten der ALKIS-Hausumringe. Den jeweiligen, darin enthaltenen Gebäudegeometrien wurden Informationen aus weiteren Datenbeständen, wie z.B. ALKIS-Hauskoordinaten oder LoD1-Gebäudedaten, zugeordnet. Auf einzelne, wesentliche Parameter und deren Herkunft wird im Folgenden eingegangen.

Gebäudefunktion

Eine für die Wärmeplanung essenzielle Information liegt in Form des Attributes „gfk“, d.h. der Gebäudefunktion einer jeweiligen Gebäudegeometrie, vor. Diese wurden im Zuge der Datenaufbereitung von den ALKIS-Hausumringen (HU) übernommen und stellte insbesondere die Grundlage für eine spätere Differenzierung - beheizter und unbeheizter Gebäudetypen einerseits sowie Wohn- bzw. Nichtwohngebäude andererseits - dar. Das in den HU enthaltene Attribut „gfk“ entspricht dabei einem Gebäudefunktionscode, welcher zwecks Datenles- und -nutzbarkeit übersetzt wurde. Dementsprechend ist ein zusätzliches Attribut „Funktion“ als Textfeld angelegt worden (z.B. „gfk“=‘31001_1000‘ erhält das Attribut „Funktion“=‘Wohngebäude‘ usw.).

Gebäudehöhe

Die Gebäudehöhe stellt einen weiteren wichtigen Parameter im Rahmen der durchgeführten Wärmebedarfsberechnung dar, zumal hierüber die Geschossanzahl und letztlich die beheizte Nutzfläche abgeleitet werden kann. Die Höheninformationen entsprechender Gebäudegeometrien sind nicht in den genannten Hausumringen enthalten, sondern in einem separaten ALKIS-Datensatz, den LoD1-Daten. Diese LoD1-Gebäude-Features wurden dem zugehörigen ALKIS-Hausumring zugewiesen und dadurch entsprechende Höhenwerte, zusammen mit weiteren Attributen, wie dem amtlichen Gemeindeschlüssel, angehängen.

Baualter

Vor der Ermittlung des Baualters eines Gebäudes galt es zunächst, die zugehörigen Baualtersklassen festzulegen. Die Baualtersklassen geben eine Zeitspanne an, in der das Gebäude wahrscheinlich errichtet wurde.

Tabelle 2-1 Baualtersklassenverteilung

Baualtersklasse	Datenquelle
< 1919	Zensus
1919-1948	Zensus
1949-1978	Zensus
1979-1986	Zensus
1987-1990	Zensus
1991-1995	Zensus
1996-2000	Zensus
2001-2004	Zensus
2005-2009	Zensus
2010-2015	Zensus
≥ 2016	Zensus

Für die Bestimmung der Baualtersklassen an den Gebäuden standen zwei Datenquellen zur Verfügung: Zensus-Daten (Stand 2022) und World Settlement Footprint-Daten. Bei der Zuordnung einer Zensus-Baualtersklasse wurde der am häufigsten auftretende und numerisch höhere Wert einer Zeitspanne je Rasterzelle als Bualter definiert und an die Gebäude übertragen. Für Gebäude ohne Überschneidung mit einer Zensus-Kachel wurde als weitere Datenquelle das World Settlement Footprint vom DLR herangezogen werden. Gebäudeumringe, die sich nicht innerhalb einer Zensus-Zelle oder DLR-Rasterzelle befanden, wurden nach Rücksprache mit der Verbandsgemeinde ohne Bualter dargestellt.

Gebäudegrundfläche

Grundsätzlich ist die Gebäudegrundfläche Teil der Gebäudegeometrie (s.o.). Freistehende Gebäude, welche durch ihre Gebäudfunktion zwar als beheizte Gebäude eingestuft wurden, aber eine Grundfläche von unter 30 m² aufwiesen, wurden von der Wärmebedarfsberechnung ausgeschlossen. So wurden z.B. Gartenhäuser, Bauten in Schrebergärten und ähnliche Gebäude nicht in die Berechnung einbezogen.

Weitere Grundlagendaten

Neben den vorab genannten Daten wurden außerdem die Flurstückskennzeichen, die Adresse und der Straßenschlüssel als Berechnungsgrundlage und für die Aggregation verwendet.

2.2 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfes und -verbrauches

2.2.1 Wärmebedarf

Für die Wärmebedarfsberechnungen kam der von IP SYSCON GmbH entwickelte Wärmebedarfsservice (WBS) zum Einsatz. Im Wärmebedarfsservice werden einerseits interne und solare Gewinne, andererseits Lüftungs- und Transmissionswärmeverluste anhand von 3D-Gebäudemodellen modelliert. Die Gebäudemodelle werden dabei aus verschiedenen

Datenquellen (ALKIS, LoD, GEG, EnEV, ...) erzeugt, um eine möglichst reelle Abbildung des Gebäudebestandes zu erhalten. Der Wärmebedarf ist dann die Differenz von Gewinnen und Verlusten.

Im Ergebnis wurde für die digitale Wärmebedarfskarte ein Berechnungsansatz basierend auf dem 3D-Gebäudemodell sowie der Gebäudfunktion herangezogen. Grundlegend hierfür ist die Bruttogrundfläche des Gebäudes sowie die Anzahl der Vollgeschosse. Diese berechnen sich gemäß Gleichung. 1.1 aus der mittleren Traufhöhe aus den LoD1-Daten. Die Geschosshöhe von 2,75 m ist dabei eine Annahme. Grundlage der Annahme ist die anwendbare Methodik gemäß GEG und EnEV (bei älteren Gebäuden), bei der eine Geschosshöhe zwischen 2,5 m und 3 m vorausgesetzt wird. Nach Abgleichen zur Plausibilisierung der berechneten Ergebnisse lieferte eine Geschosshöhe von 2,75 m im Ergebnis die höchste Genauigkeit beim Abgleich der berechneten Bedarfswerte mit vorliegenden, aggregierten Verbrauchswerten.

$$Vollgeschosse = Traufhöhe / 2,75 \quad (1.1)$$

Dabei sind:

<i>Vollgeschosse</i>	die Anzahl an Vollgeschossen, stets abgerundet auf ganze Zahlen [-]
<i>Traufhöhe</i>	die angelegte Höhe in m
2,75	die angelegte Höhe je Vollgeschosse [-]

Nachfolgend kann mit der Anzahl der Vollgeschosse die beheizte Nutzfläche je Gebäude berechnet werden (Gleichung. 1.2):

$$NFL_{bh} = Grundfläche * Anzahl Vollgeschosse * A_{BGF} \quad (1.2)$$

Dabei sind:

NFL_{bh}	die beheizte Nutzfläche [m ²]
<i>Grundfläche</i>	die Bruttogrundfläche der Gebäudegeometrie [m ²]
<i>Anzahl Vollgeschosse</i>	die Anzahl der Vollgeschosse [-]
A_{BGF}	ist der Umrechnungsfaktor für die Bruttogrundfläche gemäß (BMWK & BMUV 2015) [-]

Der Umrechnungsfaktor A_{BGF} ergibt sich aus der Gebäudfunktion. Die entsprechende Bekanntmachung (BMWK & BMUV 2015) gibt jedoch nicht für alle Gebäudfunktionen, wie sie in den amtlichen Daten vorkommen, einen eindeutigen Umrechnungsfaktor. Sofern kein eindeutiger Faktor vorliegt, gibt die genannte Literatur hier einen vereinfachten Faktor von $A_{BGF} = 0,85$ an. Dieser wurde u.a. für Wohngebäude angewendet. Eine Liste der Umrechnungsfaktoren findet sich in Tabelle A-0-1 im Anhang.

Wohngebäude

Die Wärmemodellierung der Wohngebäude (WG) basiert auf dem Monatsbilanzverfahren nach DIN V 4108 in Verbindung mit spezifischen Gebäudeinformationen. Es wurde bewusst auf die Nutzung der DIN V 18599 verzichtet und auf das etabliertere Verfahren nach DIN V 4108 – 6

zurückgegriffen. Es werden möglichst reale Referenzgebäude auf Grundlage von Gebäudegeometrie, Nachbarschaft und 3D-Geoinformationen erzeugt. Über diese Daten werden für jedes Gebäude geometrische Parameter (z.B. Außenwandfläche oder Gebäudevolumen) errechnet. Diese Berechnungswerte der 3D-Gebäudegeometrie werden mit den Werten zur Dämmeigenschaft (U-Wert in $W/(m^2K)$) der Bauteile in Abhängigkeit vom Baualter und von der Gebäudetypologie kombiniert. Grundlage hierfür ist die deutsche Gebäudetypologie (Loga et al. 2015). Warmwasserbedarfe der jeweiligen Gebäude werden pauschal nach DIN 4108 mit $12,5 \text{ kWh}/m^2 \cdot a$ berechnet.

Nichtwohngebäude

In der Analyse für Nichtwohngebäude (NWG) wird die Nutzung des Gebäudes über einzelne Nutzungszonen berücksichtigt. Die Wärmebedarfsberechnung für Nichtwohngebäude erfolgt nach den Randbedingungen für Nutzungszeiten, Personenbelegung und interne Wärmequellen, welche in Teil 10 der DIN V 18599 geregelt sind. Können bei einem Nichtwohngebäude deutliche Nutzungsunterschiede in einzelnen Gebäudeteilen angenommen werden, wird dieses Gebäude in Zonen unterteilt. Da in den Geobasisdaten keine entsprechende Einteilung (Zonierung) der Nichtwohngebäude vorliegt und keine allumfassende Literatur bzw. Forschungsergebnisse hierzu vorliegen, erfolgte die Zonierung anhand der amtlichen Gebäudedefunktion auf Basis von Erfahrungswerten. Aufgrund der Heterogenität der Nichtwohngebäude ist hier von teils deutlichen Abweichungen zur Realität auszugehen.

Vorbereitend für die Berechnung des Wärmebedarfs werden die Nichtwohngebäude, abhängig von der Gebäudedefunktion, in die Gebäudetypen Gewerbe und Industrie (GI), Handel und Dienstleistung (HD) oder Öffentliche Gebäude (Oe) eingeteilt.

Die Berechnung des Warmwasserbedarfs für Nichtwohngebäude erfolgt ebenfalls in Abhängigkeit von den zugeordneten Gebäudetypen. Anders als bei Wohngebäuden gibt es für Nichtwohngebäude jedoch keinen Richtwert für Warmwasserbedarfe nach DIN 18599, der angelegt werden kann. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Nutzungen im Nichtwohngebäudebestand ist von einem sehr heterogenen Warmwasserbedarf auszugehen (in Anlehnung an Jochum et al. 2015).

Anpassungsfaktor

Um die berechneten Wärmebedarfe mit dem Verbrauchsniveau anzunähern, wurde ein vom Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) entwickelter Anpassungsfaktor (APF) verwendet (Loga et al. 2015). Dieser Anpassungsfaktor wurde in der durchgeführten Wärmebedarfsberechnung automatisch für jedes Gebäude, sowohl für den Ist-Zustand als auch für die Teil- und Vollsanierung, interpoliert und verrechnet.

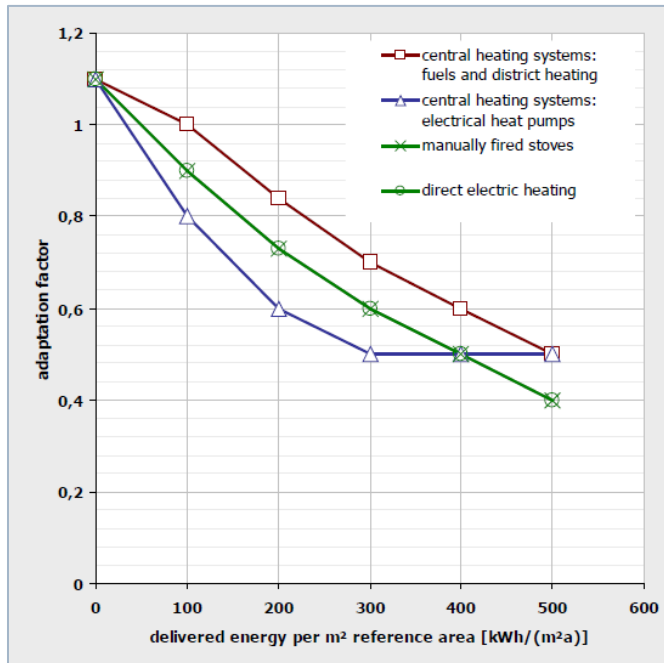


Abbildung 2-1 Ansatz für die Faktoren zur Anpassung der berechneten Energiekennwerte an das typische Niveau von Verbrauchskennwerten (Loga et al. 2015)

Parameter für die Wärmebedarfsberechnung

Für den Wärmebedarfsservice (WBS) sind fünf Eingangsparameter je Gebäude erforderlich: eindeutige Identifikation (ID), die Gebäudegeometrie, die Gebäudehöhe, die Gebäudefunktion sowie das Baujahr.

Für die Wärmebedarfsberechnung finden zusammenfassend folgende Verallgemeinerungen statt:

- Keine Berücksichtigung von individuellen Sanierungszuständen von Gebäuden. Es wird in Abhängigkeit vom Gebäudetyp und Baualtersklasse stets mit den gleichen Wärmedämmeigenschaften gerechnet.
- Es wird bei allen Gebäuden die gleiche Geschosshöhe (2,75 m) angenommen. Bei ausgewählten Gebäudefunktionen wird jedoch pauschal von nur einem Geschoss entsprechend Traufhöhe ausgegangen (z.B. Kirchen und Schwimmbäder))
- Keine individuelle Unterscheidung bei Warmwasserbedarfen. Für Wohngebäude wird stets ein einheitlicher Wert, für Nichtwohngebäude ein Wert in Abhängigkeit vom Gebäudetyp verwendet
- Zur Berechnung der solaren Gewinne über die solare Einstrahlung werden stets die gleichen solaren Strahlungsintensitäten je Himmelsrichtung verwendet. Es erfolgt keine nähere geografische Unterscheidung.
- Die Zonierung von Nichtwohngebäuden ist für alle Gebäude mit derselben amtlichen Gebäudefunktion identisch. Abweichungen einzelner Gebäude werden nicht berücksichtigt.
- Systematische Abweichungen von Bedarfs- und Verbrauchswerten für Raumwärme werden abhängig vom spezifischen Wärmebedarf über einen Anpassungsfaktor berechnet. Weitere Abweichungen bleiben unberücksichtigt.

2.2.2 Wärmeverbrauch

Gasverbrauch

In der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau wurden Gasverbräuche getrennt nach Adressen geliefert, wobei die Gasverbräuche zu mindestens fünf Adressen gruppiert wurden. Hierbei wurde der Gesamtgasverbrauch der fünf Gebäude zusammengefasst und das Ergebnis durch fünf geteilt – dieses Ergebnis stellt den Gasverbrauch pro Adresse dar und wurde gebäudescharf zugeordnet. Eine Ausnahme bildeten hierbei die Daten, die die Baugenossenschaft gebäudescharf bereitgestellt hat, diese wurden gebäudescharf zugeordnet.

Weitere Energieträger

Für die Zuordnung der Energieträger zu den einzelnen Gebäuden wurden Informationen aus dem Zensus 2022 hinzugezogen. Hierbei wurden in einem ersten Schritt beheizte Gebäude (Einteilung nach ALKIS-Gebäudedefunktion) ohne einen Gasverbrauch identifiziert (also jene Gebäude, denen kein Gasverbrauch zugewiesen werden konnte). Danach wurden die Anteile der pro Kachel vorliegenden Energieträger am Energiemix (ohne Erdgas) bestimmt und so prozentual auf die beheizten Gebäude ohne Erdgasverbrauch innerhalb der Zensus-Kachel verteilt.

Heizungsarten

Für die Zuordnung der Heizungsarten zu den einzelnen Gebäuden wurden ebenfalls die Informationen aus dem Zensus 2022 verwendet. Diese Informationen wurden entsprechend ihres Anteils auf die Gebäude innerhalb der Zensuskachel umgelegt.

Allgemeine Verbrauchsberechnung

Während die Verbrauchsdaten für Erdgas eine Zuordnung von einzelnen Verbrauchsdaten zu den jeweiligen Adressen zuließen, mussten für die Verbräuche der Energieträger aus dem Zensus 2022 sinnvolle Annahmen getroffen werden. Hierbei wurde sich im Projektverlauf darauf verständigt, dass hierfür der Jahresheizenergiebedarf aus der Wärmebedarfsberechnung als Verbrauch angenommen wurde.

2.2.3 Betrachtungsebenen

Hotspots

Die Hotspot-Karte dient zur übersichtlichen Visualisierung der Wärmebedarfe und Versorgungsoptionen in einem 100 m x 100 m Raster. Für jede einzelne Rasterzelle erfolgte eine Auswertung der Wärmebedarfe sämtlicher darin enthaltener beheizter Gebäude. Dazu wurde innerhalb jeder Gitterzelle der spezifische Wärmebedarf sowie die Wärmedichte berücksichtigt. Zusätzlich finden sich weitere Informationen zu der Anzahl der Gebäude, unterschieden nach Wohn- und Nichtwohngebäuden.

Die Rasterzellen wurden dabei aus dem Zensus 2022 Datensatz übernommen, um die Ergebnisse ggf. um weitere Daten aus dem Zensus erweitern zu können.

Cluster

Der Wärmebedarf auf Versorgungsgebietsebene kann als Grundlage für mögliche Quartierskonzepte und Versorgungsempfehlungen herangezogen werden.

Die Clusterumringe wurden hierbei freundlicherweise vom Land Rheinland-Pfalz bereitgestellt und in diesem Projekt eingesetzt. Gebäude ohne eine Zuordnung zu einem Cluster wurden hierbei zu einem großen Cluster auf Gemeindeebene zusammengefasst.

Wärmelinien

Die Wärmelinien bieten eine erste Orientierung, welche Art der Wärmeversorgung (Wärmenetz oder Dezentral) sinnvoll sein könnte.

Für die Berechnung der Wärmeliniendichte wurden Informationen aus dem digitalen Landschaftsmodell für das Land Rheinland-Pfalz herangezogen. Relevant waren hierbei die Straßenzüge in Siedlungsgebieten mit Gebäudeanbindung. Ausgenommen wurden demnach Verkehrswege wie beispielsweise Autobahnen und Bundesfernstraßen sowie Verkehrswege ohne eindeutige Adresse wie Rad- und Privatwege. Für jeden Straßenabschnitt, definiert durch Kreuzungs- und Endpunkte, wurde unter Berücksichtigung des Datenschutzes eine Wärmeliniendichte berechnet.

Ein Straßenabschnitt wurde durch seine begrenzenden Kreuzungs- oder Endpunkte definiert. Ein Endpunkt verfügte über keine Verbindung zu anderen Straßenzügen oder -abschnitten. Ein Kreuzungspunkt lag überall dort, wo mehrere Straßenzüge oder -abschnitte (entsprechend der Digitalisierung aus dem Basis-DLM) zusammentreffen. Überall dort, wo Kreuzungspunkte innerhalb eines Straßenzuges der Straßendatei auftraten (d.h. wo digitalisierte Abschnitte desselben Straßenzuges des Basis-DLM zusammentrafen), wurde der Straßenzug in Abschnitte unterteilt. Diese Abschnitte erhalten dann eine eindeutige Identifikationsnummer, die Auskunft über den Straßenzug und den jeweiligen Abschnitt gibt.

Nach Überprüfung und ggf. Anpassung der Straßenschlüssel der Gebäude folgt die Zuordnung der Gebäude zu den einzelnen, vorher gebildeten Abschnitten innerhalb der Straßenzüge. Dabei werden die Gebäude jeweils dem nächsten Abschnitt des zugeordneten Straßenzuges zugeordnet. Für die Berechnung der Wärmeliniendichte sind aus Datenschutzgründen mindestens fünf Gebäude entlang eines Straßenabschnitts erforderlich.

Liegen an einem Straßenabschnitt weniger als fünf Gebäude, so wird dieser Straßenabschnitt mit dem nächstgelegenen Abschnitt, der zum gleichen Straßenzug gehört, verbunden. Dies geschieht so lange, bis die Mindestanzahl von fünf Gebäuden erreicht wird.

2.2.4 Verteilung nach Baualtersklassen

Die Verteilung der Gebäude nach Baualtersklassen ist ein zentraler Aspekt in der kommunalen Wärmeplanung, da sie Rückschlüsse auf den energetischen Zustand der Gebäude zulässt und somit die Potenziale für Effizienzmaßnahmen und die Wahl geeigneter Wärmeerzeuger beeinflusst.

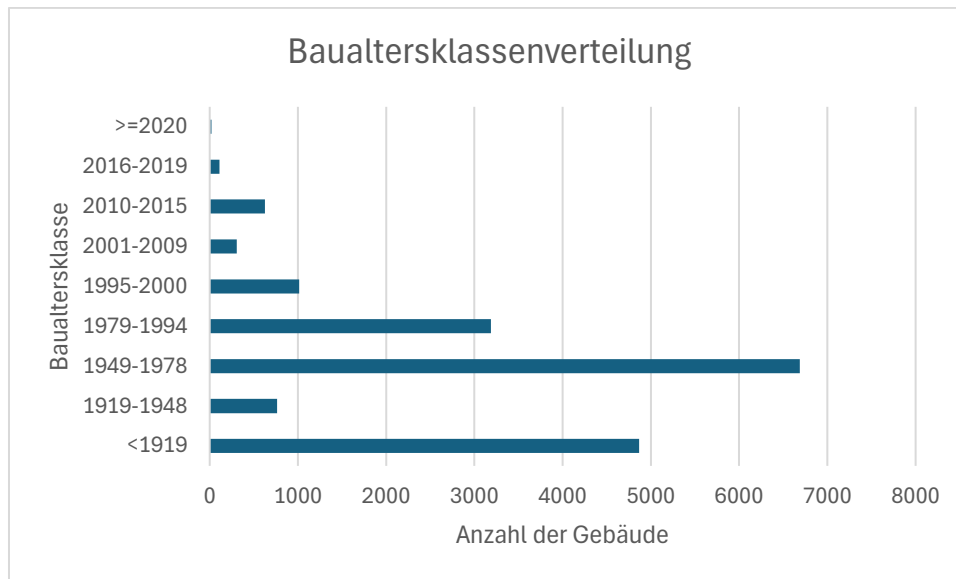


Abbildung 2-2 Verteilung der Gebäude auf die Baualtersklassen

1. Historische Gebäude (<1919): 4.868 Gebäude
 - Anteil: Sehr hoch.
 - Bedeutung: Diese Gebäude sind oft denkmalgeschützt, schlecht gedämmt und haben hohe Wärmeverluste.
 - Wärmeplanung: Sanierungsmaßnahmen sind oft eingeschränkt. Es sollte der Fokus auf quartiersbezogene, zentrale Versorgungslösungen (z. B. Nahwärme) gelegt werden, ggf. kombiniert mit Maßnahmen zur Heizungsoptimierung.
2. Zwischenkriegszeit (1919–1948): 763 Gebäude
 - Anteil: Relativ gering.
 - Bedeutung: Ältere Bausubstanz mit teils schlechter Energieeffizienz.
 - Wärmeplanung: Gute Zielgruppe für energetische Sanierungen und Heizungsumstellungen, z. B. auf Wärmepumpen bei Hybridlösungen oder zentrale Versorgung.
3. Nachkriegszeit & Wirtschaftswunder (1949–1978): 6.687 Gebäude
 - Anteil: Höchste Gebäudeanzahl.
 - Bedeutung: Große energetische Sanierungspotenziale, viele dieser Gebäude haben einfache Standards und veraltete Heizsysteme.
 - Wärmeplanung: Prioritär für Maßnahmen wie Sanierungsförderung, Heizungswechsel, Nahwärmenetze – besonders bei dichter Bebauung.
4. Spätmoderne (1979–1994): 3.188 Gebäude
 - Anteil: Hoch.
 - Bedeutung: Etwas bessere Baustandards, aber noch nicht energetisch optimal.
 - Wärmeplanung: Geeignet für Einzelmaßnahmen wie Heizungsmodernisierung, ggf. auch Umstellung auf Wärmepumpen.
5. Übergangszeit (1995–2000): 1.014 Gebäude
 - Anteil: Mittel.
 - Bedeutung: Bereits bessere energetische Standards, oft Gasheizungen.
 - Wärmeplanung: Fokus auf Umrüstung auf erneuerbare Energien (z. B. Wärmepumpe, Solarthermie), ggf. Förderung durch kommunale Programme.

6. Neuere Gebäude (2001–2019): 1.044 Gebäude

- Bedeutung: Gute energetische Qualität, oft Niedrigenergiehäuser.
- Wärmeplanung: Geringerer Handlungsbedarf, aber ggf. Heizungsmodernisierung oder Optimierung möglich.
 - 2001–2009: 308
 - 2010–2015: 625
 - 2016–2019: 111

7. Neubauten (ab 2020): 20 Gebäude

- Bedeutung: Sehr geringer Anteil, sehr gute energetische Standards, i. d. R. mit erneuerbarer Wärmeversorgung.
- Wärmeplanung: Kein unmittelbarer Handlungsbedarf, ggf. Monitoring und langfristige Planung für CO₂-freie Wärmeversorgung.

Fazit für die kommunale Wärmeplanung:

- Der größte Handlungsbedarf liegt bei Gebäuden aus den Jahren 1949–1978 und <1919, da sie die Mehrheit darstellen und hohe Wärmeverbräuche aufweisen.
- Die Wärmeplanung sollte sich auf diese beiden Gruppen fokussieren – mit einem Mix aus:
 - Effizienzsteigerung (Dämmung, Fenster, Heiztechnik)
 - Systemumstellung (zentrale Nah-/Fernwärme, Wärmepumpen, Biomasse)
 - Förderung und Beratung für Eigentümer
- Neubauten und jüngere Gebäude sollten nur begleitend berücksichtigt werden, etwa für Monitoring, Förderung innovativer Systeme oder Ausbau von PV/Wärmepumpen-Kombinationen.

Verteilung nach Bautyp:

Die Verteilung der Gebäude nach Bautyp liefert weitere entscheidende Hinweise für die kommunale Wärmeplanung. Jeder Bautyp hat unterschiedliche Energiebedarfsprofile, Sanierungspotenziale und technische Voraussetzungen für die Wärmeversorgung. Die Bautypen wurden dabei wie folgt eingeteilt – die Einteilung basiert neben den Informationen aus dem Schaubild vor allem aus den Gebäudefunktionen nach ALKIS.

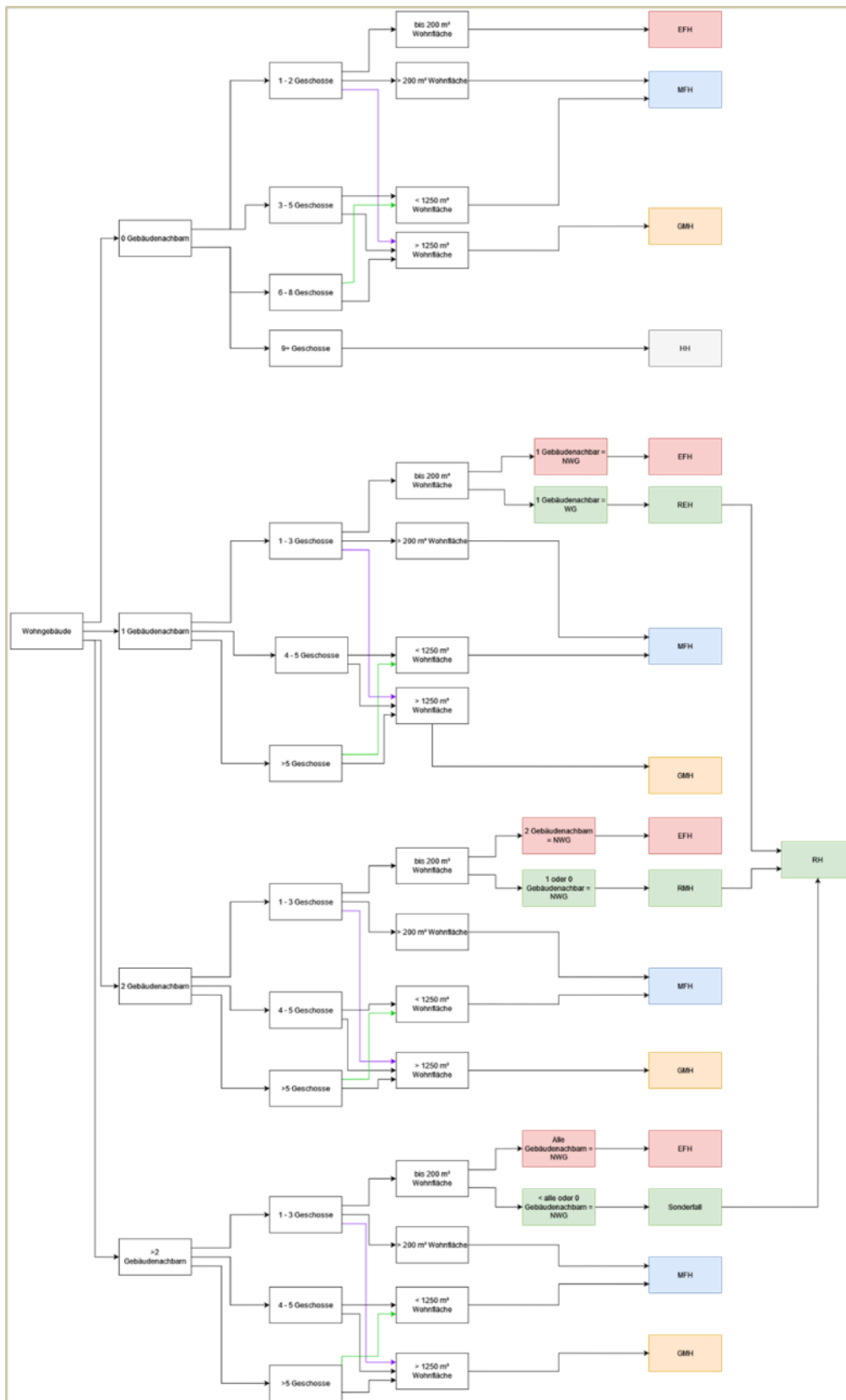


Abbildung 2-3 Fließbild zur Bestimmung des Gebäudetyps bei Wohngebäuden (eigene Darstellung)

1. Gewerbe und Industrie: 6.913 Gebäude
 - Anteil: Größter Einzelblock.
 - Bedeutung: Sehr heterogene Gruppe mit oft hohem Energieverbrauch (v. a. Prozesswärme).
 - Wärmeplanung:
 - Potenzial für Abwärmenutzung, Wärmerückgewinnung und Sektorenkopplung.
 - Häufig Einzelversorgung – Kooperationen in Gewerbegebieten ermöglichen Effizienzsteigerung und gemeinsame Wärmenetze.
 - Betriebe mit hoher Abwärme könnten Wärmelieferanten für umliegende Quartiere sein.
2. Mehrfamilienhaus: 6.624 Gebäude
 - Anteil: Sehr hoch.
 - Bedeutung: Hohe Gebäudedichte, großer Wärmebedarf pro Standort.
 - Wärmeplanung:
 - Ideale Zielgruppe für zentrale oder dezentrale Nahwärmenetze.
 - Hohe Wirtschaftlichkeit bei Wärmenetzanschlüssen.
 - Gute Voraussetzungen für Wärmepumpenlösungen in Kombination mit PV, ggf. auch Solarthermie.
3. Reihenhaushaus: 2.616 Gebäude
 - Bedeutung: Dicht bebaute, oft homogene Strukturen.
 - Wärmeplanung:
 - Eignen sich für quartiersbezogene Lösungen (z. B. Blockheizkraftwerke, kleine Wärmenetze).
 - Auch individuelle Sanierungsförderungen oder Wärmepumpenlösungen möglich – z. B. mit Erdsonden bei Reihenbebauung.
4. Einfamilienhaus: 970 Gebäude
 - Anteil: Relativ gering im Vergleich zu anderen Gemeinden.
 - Bedeutung: Hoher spezifischer Wärmeverbrauch, aber geringe Gebäudedichte.
 - Wärmeplanung:
 - Fokus auf Einzellösungen wie Wärmepumpen (Luft/Wasser oder Erdreich), ggf. Biomasse.
 - Sanierung, Förderberatung und Heizungsumstellung als Schwerpunkte.
5. Großes Mehrfamilienhaus: 104 Gebäude
 - Bedeutung: Sehr effizient erschließbar für zentrale Wärmeversorgung.
 - Wärmeplanung:
 - Gute Voraussetzung für Anschluss an Wärmenetze oder Heizzentralen.
 - Fokus auf energetische Optimierung der Heizanlagen und Nutzung von erneuerbaren Energien.
6. Öffentliche Gebäude: 355
 - Bedeutung: Wichtig für Vorbildfunktion der Kommune.
 - Wärmeplanung:
 - Pilotprojekte und Leuchtturmaßnahmen zur Dekarbonisierung.
 - Ideal für Kombination von Wärmepumpe + PV oder Anschluss an Nahwärmenetze.
 - Potenzial für Monitoring und Benchmarking im öffentlichen Bereich.
7. Hochhäuser: 2 Gebäude
 - Bedeutung: Geringer Anteil, aber hoher Energieverbrauch pro Gebäude.
 - Wärmeplanung:

- Gut geeignet für zentrale Versorgung, ggf. mit Wärmenetz oder großen Wärmepumpen.
- Aufwändige Sanierungen, aber großes CO₂-Einsparpotenzial.

Fazit für die Wärmeplanung nach Bautyp:

- Gewerbe/Industrie und Mehrfamilienhäuser dominieren die Struktur und sollten im Zentrum der Wärmeplanung stehen.
- Es bieten sich große Konzentrationspotenziale für Wärmenetze, vor allem bei Mehrfamilienhäusern und dicht bebauten Bereichen mit Reihenhäusern.
- Einfamilienhäuser und öffentliche Gebäude sind eher Kandidaten für Einzellösungen und modellhafte Projekte.
- Ein sektorübergreifender Ansatz (Wohnen + Gewerbe) ermöglicht Synergien (z. B. Abwärmenutzung aus Industrie für Wohnquartiere).

Wohnflächen

Die vorliegenden Durchschnittswerte zeigen, dass sich die Gebäudetypen deutlich in ihrer Wohnfläche je Gebäude unterscheiden, was große Auswirkungen auf die Wärmebedarfsverteilung und die wirtschaftliche Effizienz von Versorgungslösungen hat.

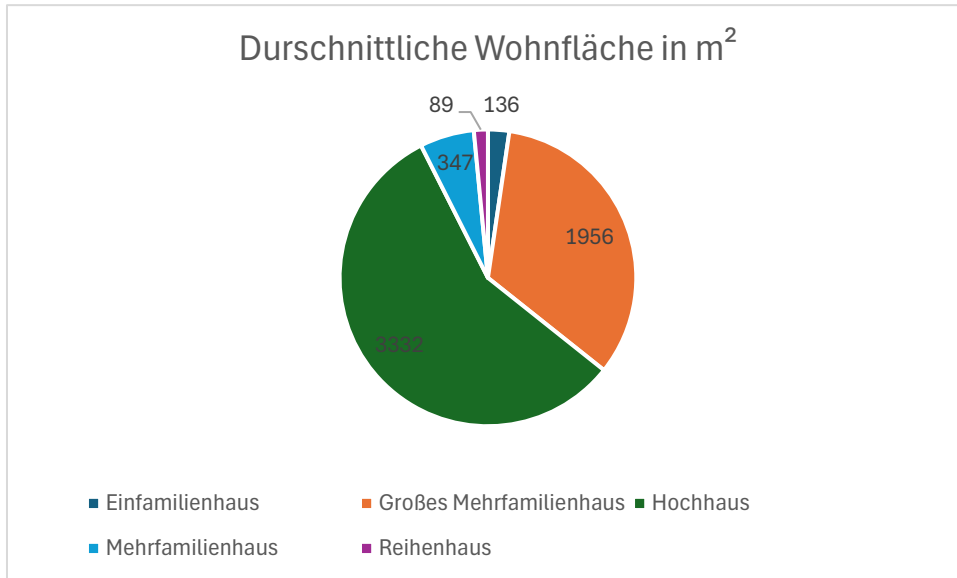


Abbildung 2-4 Wohnflächenverteilung nach Bautypen.

Tabelle 2-2 Wohnflächen je Gebäude

Bautyp	Ø Wohnfläche je Gebäude
Hochhaus	3.332 m ²
Großes Mehrfamilienhaus	1.956 m ²
Mehrfamilienhaus	347 m ²
Einfamilienhaus	136 m ²
Reihenhaus	89 m ²

Hochhäuser und große Mehrfamilienhäuser: Schlüsselflächen für Wärmenetze

- Diese Gebäudetypen **konzentrieren sehr große Wohnflächen auf kleinem Raum**, was sie zu idealen Kandidaten für:
 - **Nah- oder Fernwärmenetze**
 - **Zentrale Großwärmepumpen**
 - **Quartierslösungen mit Solarthermie, Biomasse oder KWK**
- **Effizienzpotenzial:** Geringe Leitungslängen, hohe Wärmedichte, einfacher Anschluss mehrerer Haushalte → hohe Wirtschaftlichkeit und CO₂-Einsparung

Mehrfamilienhäuser (klassisch): Zwischenlösung mit großem Potenzial

- Mit rund **347 m² Ø Wohnfläche** pro Gebäude decken diese Bauten typischerweise 3–5 Wohneinheiten ab.
- Sie liegen zwischen individueller und zentraler Versorgung:
 - **Zentrale Heizanlagen (z. B. Pellet oder Wärmepumpe)** sind effizient.
 - Auch **Mini-Nahwärmenetze für mehrere MFH** sind wirtschaftlich interessant.

Einfamilien- und Reihenhäuser: Viel Fläche, viele Einzelmaßnahmen

- Geringere Wohnfläche je Gebäude, aber **insgesamt viele Gebäude** (z. B. 2.616 Reihenhäuser).
- **Herausforderungen:**
 - Dezentral, oft nicht wirtschaftlich für Wärmenetze
 - Hoher Aufwand pro Maßnahme
- **Empfehlung:**
 - **Einzellösungen** (z. B. Luft-Wärmepumpen, Biomasse)
 - **Serielle Sanierung und Förderprogramme** für Effizienzsteigerung

Gesamtbild: Wärmedichte als Planungsmaßstab

- Die Wärmeplanung sollte nicht allein auf die Anzahl der Gebäude schauen, sondern auf die **verfügbare Wohnfläche pro Gebäudetyp**.
- Hochhäuser und große MFH liefern **hohe Wärmedichten**, daher sollten **Wärmenetze vorrangig dort geplant und ausgebaut** werden.
- EFH und RH benötigen eher **Technologieoffenheit**, individuelle Beratung und gezielte Förderung.

Strategische Schlussfolgerungen für die Wärmeplanung

1. **Segmentierung der Strategie nach Bautyp und Wärmedichte ist essenziell.**
2. **Großwohngebäude (Hochhaus, großes MFH)** zuerst erschließen → höchste Wirkung bei geringstem Infrastrukturaufwand.
3. **Mehrfamilienhäuser** als Brücke zwischen zentraler und dezentraler Versorgung nutzen.
4. **Einfamilienhäuser und Reihenhäuser** über Sanierungsförderung und Einzeltechnologien abdecken.
5. Kommunale Wärmeplanung braucht eine **Flächenorientierung, keine reine Gebäudezählung**.

2.2.5 Erfassung und Darstellung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfes und -verbrauchs

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden der Jahresheizenergiebedarf und der tatsächliche Wärmeverbrauch für die Sektoren Wohnen, Gewerbe/Industrie/Handel/Dienstleistungen (GI/HD) sowie öffentliche Gebäude ermittelt:

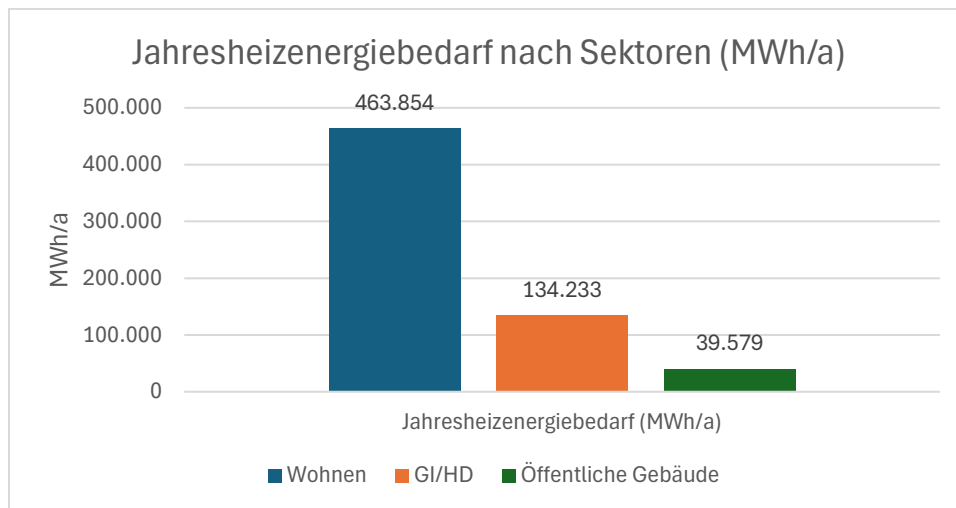


Abbildung 2-5 Jahresheizenergiebedarf nach Sektoren

Die Auswertung zeigt deutliche Unterschiede zwischen dem rechnerisch ermittelten Jahresheizenergiebedarf und dem erfassten Wärmeverbrauch in den jeweiligen Sektoren:

- **Wohnen (70,66 %):** Der tatsächliche Wärmeverbrauch liegt signifikant unter dem berechneten Bedarf. Dies könnte auf verschiedene Faktoren zurückzuführen sein, etwa energetische Sanierungen, sparsames Heizverhalten oder eine Überschätzung des Bedarfs durch standardisierte Annahmen. Allerdings ist die Aussagekraft dieser Abweichung eingeschränkt, da **nur aggregierte Erdgasverbrauchswerte vorlagen** und der Verbrauch anderer Energieträger auf Basis des **Zensus 2022** geschätzt wurde. In vielen Fällen wurde mangels belastbarer Daten der **Wärmebedarf direkt als Verbrauch** angenommen – eine Praxis, die die Vergleichbarkeit einschränkt und Unsicherheiten mit sich bringt.
- **GI/HD (83,94 %):** Der erfasste Verbrauch liegt auch hier unter dem rechnerischen Bedarf, allerdings näher am erwarteten Niveau. Dennoch ist zu beachten, dass auch in diesem Sektor viele Verbrauchsdaten geschätzt wurden und häufig der Bedarf als Verbrauch eingesetzt werden musste, wodurch auch hier die Aussagekraft der Gegenüberstellung begrenzt ist.
- **Öffentliche Gebäude (104,16 %):** Der gemessene Verbrauch liegt über dem berechneten Bedarf. Dies könnte auf intensivere Nutzung, einen Sanierungsrückstand oder Abweichungen bei den Standardwerten zurückzuführen sein. In diesem Sektor sind die Verbrauchsdaten oft besser dokumentiert (z. B. durch kommunale Energiebuchhaltungen), was die Abweichung zumindest teilweise erklären kann. Auch hier gilt: Viele Bedarfswerte wurden mangels Daten direkt als Verbrauchswerte angenommen.

Insgesamt ist festzuhalten, dass **die Aussagekraft der Abweichungen zwischen Wärmebedarf und -verbrauch stark eingeschränkt ist**, da in einem erheblichen Teil der Fälle der Bedarf als Verbrauch angesetzt wurde. Die Datengrundlage – insbesondere die eingeschränkte Verfügbarkeit energieträgerspezifischer Verbrauchsdaten – erschwert eine belastbare Analyse.

Hervorzuheben sind die nicht leitungsgebundenen Energieträger, für deren Verbrauchsschätzung gebäudescharfe Daten der Schornsteinfeger notwendig sind. Dabei verbleibt eine Unschärfe, da erst mit realen Verbrauchsdaten tatsächliche Energiebedarfe des Gebäudes erfassbar sind. Davon unabhängig verbleibt durch das konkrete Nutzerverhalten eine Differenz zwischen Bedarfs- und Verbrauchswerten eines Gebäudes. Für künftige Planungen wäre eine **systematische und sektorale Erhebung realer Verbrauchsdaten** dringend erforderlich, um valide Aussagen zur Effizienz und zum tatsächlichen Energieeinsatz treffen zu können und gezielte Maßnahmen zur Dekarbonisierung zu entwickeln. Teilweise fehlen dafür derzeit die rechtlichen Rahmenbedingungen zur Datenabfrage.

2.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) stellt eine zentrale Grundlage für die kommunale Wärmeplanung dar. Sie ermöglicht die Bewertung des Ist-Zustands der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor und bildet die Basis für die Entwicklung klimaneutraler Zielpfade. Die nachfolgende Methodik beschreibt das Vorgehen zur Erhebung, Verarbeitung und Bilanzierung der THG-Emissionen auf Gebäudeebene.

2.3.1 Datenbasis

Die THG-Bilanz basiert auf einer Kombination unterschiedlicher Datenquellen:

- Gebäudescharfe Energieträgerdaten
Die Ermittlung der Energieträger erfolgt gebäudescharf auf Basis von zwei Hauptquellen:
 - Zensus 2022: Die Angaben zu den hauptsächlich verwendeten Heizenergieträgern der Haushalte wurden übernommen, soweit verfügbar (unter Ausschluss des Energieträgers „Erdgas“).
 - Erdgasverbräuche: Für Gebäude mit Gasanschluss wurden zusätzlich die gemeldeten (aggregierten, mindestens 5 Gebäude) Erdgasverbräuche berücksichtigt.
- Emissionsfaktoren

Für die Umrechnung der Energieverbräuche in THG-Emissionen wurden standardisierte Emissionsfaktoren aus der GEMIS-Datenbank (aktuelle Version von 2023) verwendet. Berücksichtigt wurden dabei die Vorkette (Vorkettenemissionen) und direkte Emissionen (Verbrennung) der jeweiligen Energieträger.

2.3.2 Bilanzierungsrahmen

Systemgrenze:

Es wurden ausschließlich direkte und vorgelagerte Emissionen aus dem Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser in bestehenden Gebäuden bilanziert.

Raumbezug:

Die Bilanzierung erfolgt gebäudescharf. Damit lassen sich THG-Hotspots sowie quartiersspezifische Potenziale für Dekarbonisierungsmaßnahmen identifizieren sowie die Emissionen nach Sektoren darstellen.

Energieträgerkategorien:

Die Berücksichtigung erfolgt für folgende Energieträger (je nach Verfügbarkeit im Zensus bzw. bei Erdgasverbrauch):

- Erdgas (aus gelieferten Verbrauchsdaten)
- Heizöl
- Fernwärme
- Strom (bei elektrischer Heizung)
- Holz / Biomasse
- Kohle
- Sonstige (z. B. Flüssiggas)

2.3.3 Rechenansatz

Für jedes Gebäude wurde die folgende Berechnung durchgeführt:

1. Zuordnung des Energieträgers (Zensus bzw. gemeldeter (aggregierter, anteiliger) Erdgasverbrauch)
2. Berechnung (Wärmebedarf) bzw. Übernahme des Energieverbrauchs in kWh/a (z. B. auf Basis von Durchschnittsverbräuchen je Gebäudetyp, bei Erdgas auch real gemeldet aber aggregiert)
3. Multiplikation mit dem entsprechenden Emissionsfaktor aus GEMIS in kg CO_{2e}/kWh
4. Aggregation der Emissionen auf allen genannten Aggregationsstufen (Wärmelinie, Hotspot, Cluster, Gemeinde)

Die resultierenden Emissionen wurden gebäudescharf ausgewiesen.

Annahmen und Unsicherheiten:

- Bei fehlenden Angaben im Zensus wurden nach Rücksprache mit der Verbandsgemeinde keine Annahmen getroffen.
- Fernwärme wurde mit einem pauschalen Emissionsfaktor gemäß GEMIS bilanziert, unabhängig von der tatsächlichen Erzeugungsstruktur.
- Biomasse wurde gemäß GEMIS mit ihren biogenen Emissionen bilanziert; diese können je nach Auslegung als klimaneutral oder relevant betrachtet werden.

2.3.4 Ergebnisse

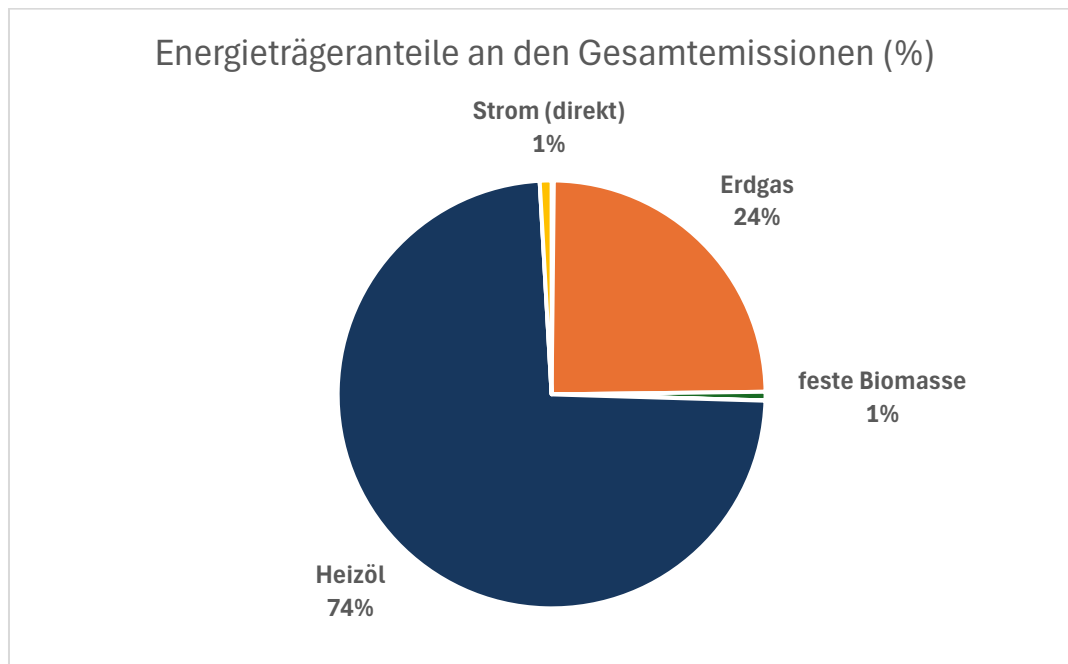


Abbildung 2-6 Verteilung der Energieträger an den Gesamtemissionen (nicht alle Energieträger dargestellt)

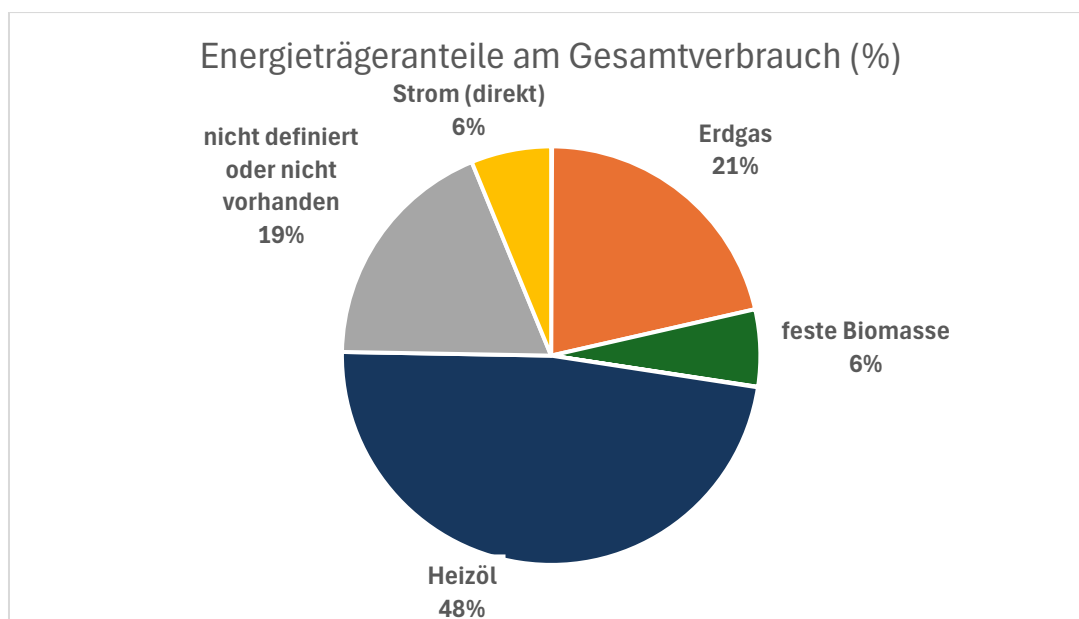


Abbildung 2-7 Verteilung der Energieträgeranteile am Gesamtverbrauch (nicht alle Energieträger dargestellt).

Folgendes ist bei Betrachtung der Grafik zu beachten: Im Verbandsgemeinde-Gebiet gab es einige Gebäude, die eine beheizte Gebädefunktion nach ALKIS aufgewiesen haben, jedoch weder durch die Zensus-Daten noch durch die Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger mit einem Energieträger versehen werden konnten. In Abstimmung wurde hier während der Projektbearbeitung festgelegt, dass für diese Gebäude der berechnete Bedarf als Verbrauch angenommen wird, jedoch der Energieträger als „nicht definiert oder nicht vorhanden“ angegeben wird, um die nötige Transparenz zu gewährleisten. Ein Alternativwert für die Emissionen dieser Gebäude wurde nicht angenommen.

Die Auswertung der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor zeigt, dass **Heizöl** mit einem Anteil von **73,6 %** den größten Beitrag zu den Emissionen leistet – obwohl es „nur“ **47,9 %** des Gesamtenergieverbrauchs ausmacht. Auch **Erdgas**, das **21,37 %** des Verbrauchs ausmacht, trägt mit **24,63 %** überproportional zu den Emissionen bei.

Strom (direkt) hat mit **6,2 %** einen etwas höheren Verbrauchsanteil als Emissionsanteil (**0,9 %**), was auf eine relativ geringe emissionsbezogene Belastung je Energieeinheit schließen lässt – insbesondere bei zunehmend grünem Strommix.

Feste Biomasse nimmt mit **6 %** Anteil am Verbrauch eine nicht unerhebliche Rolle ein, verursacht jedoch nur **0,7 %** der Emissionen. Ähnliches gilt für **flüssige Biomasse**: **0,04 %** Verbrauch, aber nur **0,02 %** Emissionsanteil.

Braunkohle ist im Wärmesektor praktisch unbedeutend (**0,07 %** Verbrauch, **0,17 %** Emissionen), während der Bereich **nicht definierter oder unbekannter Energieträger** mit **18,5 %** eine relevante Datenlücke im Verbrauch aufweist, aber keine Emissionen (**0,00 %**) zugeordnet bekommen hat.

Die kombinierte Betrachtung von Energieverbrauch und Emissionsanteilen der einzelnen Energieträger verdeutlicht klar, wo in der Kommune die größten **Emissions-Hebel** für die Wärmewende liegen:

- **Heizöl** ist der zentrale Problembereich: Es macht knapp die Hälfte des Gesamtverbrauchs aus, verursacht aber fast drei Viertel der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor. Hier besteht enormes Potenzial zur Emissionsminderung durch den Austausch dieser Systeme – etwa durch Wärmepumpen, Anschluss an erneuerbare Wärmenetze oder Biomasse- bzw. Solarthermieranlagen.
- **Erdgas** stellt ebenfalls eine signifikante Emissionsquelle dar. Trotz geringerer Emissionsintensität gegenüber Heizöl ist sein Anteil am Verbrauch groß genug, um einen wesentlichen Beitrag zum CO₂-Ausstoß zu leisten. Perspektivisch sollten auch diese Systeme durch klimaneutrale Alternativen ersetzt oder durch klimafreundliches Gas ergänzt werden.
- **Strombasierte Wärmeherzeugung** erscheint als vergleichsweise emissionsarme Option, insbesondere im Kontext eines zunehmend regenerativen Strommixes. Die bestehende Nutzung könnte – effizient umgesetzt, z. B. über Wärmepumpen – weiter ausgebaut werden.
- Die **feste Biomasse** zeigt ein günstiges Verhältnis zwischen Verbrauch und Emissionen. Sie kann eine Rolle in quartiersbezogenen Lösungen oder im ländlichen Raum spielen, ist jedoch hinsichtlich Nachhaltigkeit und Luftreinhaltung differenziert zu betrachten.
- Der hohe Anteil **nicht zugeordneter Verbräuche** (**18,52 %**) birgt Unsicherheiten in der Bilanz. Hier sollte eine Nachbesserung der Datenerhebung erfolgen, um gezieltere Maßnahmen ableiten zu können.

3 Potenzialanalyse

3.1 Biomasse

3.1.1 Grundlagen und Zielsetzung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird das Potenzial von Biomasse als erneuerbare Energiequelle zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs ermittelt. Ziel ist es, auf Basis verfügbarer Flächennutzungsdaten ein räumlich differenziertes Energiepotenzial aus Biomasse abzuleiten, das sowohl für die thermische als auch die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung (KWK – Kraft-Wärme-Kopplung) verwendet werden kann.

3.1.2 Datenbasis

Als Grundlage für die Potenzialermittlung dienen Flurstücksdaten mit Informationen zur aktuellen Flächennutzung. In die Analyse werden nur Flurstücke einbezogen, deren Flächennutzung eine energetische Nutzung von Biomasse zulässt. Zusätzlich werden vorhandene Schutzgebietsinformationen den ermittelten Potenzialflächen zugeordnet, um die Umsetzbarkeit in sensiblen Gebieten beurteilen zu können.

3.1.3 Berücksichtigte Flächennutzungen

Folgende Flächennutzungskategorien werden als relevante Biomassepotenziale berücksichtigt:

- Wald- und Forstwirtschaftsflächen
- Grasland / Grünland
- Ackerland

Darüber hinaus wurden vom Forstamt Lahnstein Daten zu verfügbaren Potenzialen aus den betreuten Forstwirtschaftsflächen geliefert, die in der Potenzialanalyse mit eingepflegt wurden.

3.1.4 Methodik der Potenzialberechnung

Für jede Flächennutzungskategorie werden verschiedene energetische Nutzungsszenarien betrachtet und auf die Fläche bezogen berechnet. Die Berechnung erfolgt auf Basis einheitlicher Energieerträge pro Hektar (ha), wobei 1 ha = 10.000 m².

Waldflächen

Es wird das Potenzial aus Waldpflegeholz berücksichtigt. Es werden drei Varianten des Energiepotenzials berechnet:

Tabelle 3-1 Berechnung des Energiepotenzials Waldflächen

Potenzialart	Formel (pro Flurstück)
Wärme KWK (MWh)	Fläche / 10.000 * 1,76
Strom KWK (MWh)	Fläche / 10.000 * 1,52
Energie komplett (MWh)	Fläche / 10.000 * 3,4

Genauere Daten zu den Holzmengen wurden außerdem vom Forstamt Lahnstein für die Gemeindewälder (nicht für die Privatwälder) geliefert. In diesem Rahmen handelt es sich um Daten, die im Zuge der mittelfristigen Betriebsplanung (sog. Forsteinrichtung) erhoben worden sind.

Grasland / Grünland

Es wird davon ausgegangen, dass verbandsgemeindeweit durchschnittlich nur 20 % der Graslandflächen energetisch nutzbar sind (z. B. durch Landschaftspflegeheu). Der Flächenfaktor von 0,2 wird entsprechend in die Berechnung einbezogen.

Tabelle 3-2 Berechnung des Potenzials Grasland/Grünland

Potenzialart	Formel (pro Flurstück)
Wärme KWK (MWh)	Fläche / 10.000 * 0,2 * 7,92
Strom KWK (MWh)	Fläche / 10.000 * 0,2 * 6,84
Energie komplett (MWh)	Fläche / 10.000 * 0,2 * 15,3

Ackerland

Für Ackerland werden mehrere Nutzungsszenarien berücksichtigt:

a) Nutzung von Ernterückständen und Reststoffen:

Tabelle 3-3 Nutzung von Ernterückständen und Reststoffen

Potenzialart	Formel (pro Flurstück)
Wärme KWK (MWh)	Fläche / 10.000 * 2,64
Strom KWK (MWh)	Fläche / 10.000 * 2,28
Energie komplett (MWh)	Fläche / 10.000 * 5,1

b) Substratanbau für Biogas

Hierfür wird unterstellt, dass 10 % der Ackerfläche landkreisweit genutzt werden können. Es wird ein Faktor von 0,1 angesetzt.

Tabelle 3-4: Substratanbau für Biogas

Potenzialart	Formel (pro Flurstück)
Wärme aus Biomasse (MWh)	Fläche / 10.000 * 0,1 * 20,3
Strom aus Biomasse (MWh)	Fläche / 10.000 * 0,1 * 17,5

c) Kurzumtriebsplantagen (KUP)

Die energetische Nutzung durch KUP wird in zwei Varianten differenziert: halmartige und holzartige Biomasse. Auch hier gilt der 10 %-Faktor.

Halmartige Biomasse:

Tabelle 3-5 Halmartige Biomasse

Potenzialart	Formel (pro Flurstück)
Wärme aus KUP in KWK (MWh)	Fläche / 10.000 * 0,1 * 18,48
Strom aus KUP in KWK (MWh)	Fläche / 10.000 * 0,1 * 15,96
Energie komplett aus KUP (MWh)	Fläche / 10.000 * 0,1 * 35,7

Holzartige Biomasse:

Tabelle 3-6 Holzartige Biomasse

Potenzialart	Formel (pro Flurstück)
Wärme aus KUP in KWK (MWh)	Fläche / 10.000 * 0,1 * 22,44
Strom aus KUP in KWK (MWh)	Fläche / 10.000 * 0,1 * 19,83
Energie komplett aus KUP (MWh)	Fläche / 10.000 * 0,1 * 44,35

Hinweis: Der Substratanbau für Biogas und die Nutzung als KUP stehen in Konkurrenz zueinander. Es ist daher bei der Bewertung der Flächen entscheidend, nur eines der beiden Szenarien pro Fläche anzusetzen.

3.1.5 Hinweise zur räumlichen Darstellung

Die angegebenen Nutzungsfaktoren (z. B. 0,2 für Grünland, 0,1 für Ackerland) gelten als Verbandsgemeindeweite Durchschnittswerte. Sie stammen aus Erfahrungswerten aus abgeschlossenen Wärmeplanungen und ausgewerteten Potenzialanalysen.

3.1.6 Integration in die Wärmeplanung

Die ermittelten Biomassepotenziale werden in das kommunale Wärmeplanungskonzept integriert. Sie dienen als Grundlage zur Abschätzung von verfügbaren erneuerbaren Energiequellen in der Region und unterstützen die Planung geeigneter KWK-Anlagen und Biogasanlagen. Die Berücksichtigung von Schutzgebieten stellt sicher, dass ökologische Anforderungen mit der energetischen Nutzung in Einklang gebracht werden.

3.1.7 Ergebnisse

Im Rahmen der Potenzialanalyse für die kommunale Wärmeplanung wurde das energetisch nutzbare Biomassepotenzial innerhalb des Verbandsgemeindegebiets systematisch ermittelt. Die Berechnung erfolgte flurstücksgenau auf Basis der drei relevanten Flächennutzungskategorien Wald, Grünland und Ackerland sowie unter Berücksichtigung potenzieller Nutzungspfade wie Reststoffverwertung, Substratanbau für Biogasanlagen und Biomasseverbrennungsanlagen. Auch wurde zwischen rein thermischer Nutzung sowie kombinierter Strom- und Wärmeerzeugung (KWK) differenziert.

Für das gesamte Verbandsgebiet ergibt sich ein **theoretisch nutzbares Biomassepotenzial von 46.137 MWh pro Jahr**.

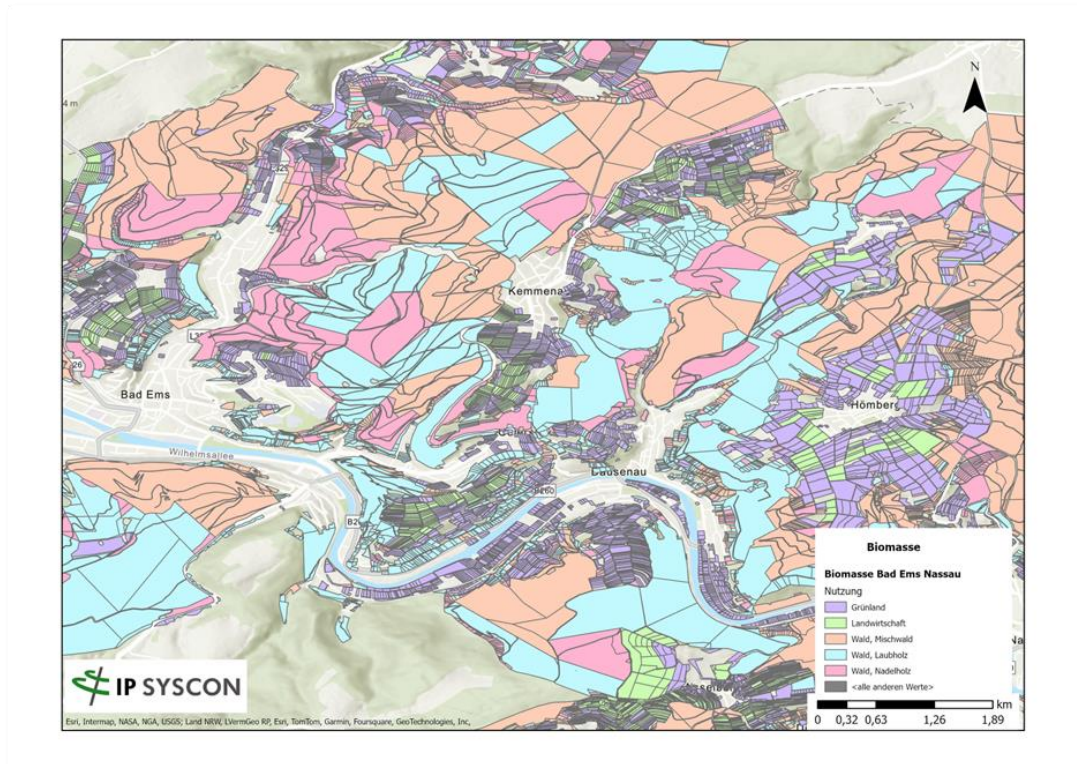


Abbildung 3-1 Auszugsweise Darstellung Biomasseflächen

Abgleich mit real verfügbaren Holzmengen

Vom Forstamt Lahnstein wurden **jährlich verfügbare Holzmengen in Höhe von insgesamt 4.672 Festmetern Energieholz** (davon 14 FM Nadelholz und 4.659 FM Laubholz) gemeldet, die für die energetische Nutzung im Rahmen der Wärmeplanung bereitgestellt werden können.

Zur Umrechnung der Festmeter in nutzbare Energie wurde ein mittlerer Heizwert von **2,0 MWh/Festmeter** (Holz, lufttrocken) angesetzt. Daraus ergibt sich ein bereinigter Energieertrag von:

$$4.672 \text{ FM} \cdot 2,0 \text{ MWh/FM} = 9.344 \text{ MWh/a}$$

Somit ergibt sich ein theoretisch nutzbares **Biomassepotenzial von 46.137 MWh/a**. **Abzüglich der gemeldeten Energieholzmengen des Forstamtes Lahnstein von 9.344 MWh/a ergeben sich somit Potenziale von 36.793 MWh/a** für das Verbandsgebiet ohne die Flächen der Gemeindewälder.

Einschätzung des Potenzials im Kontext der regionalen Struktur

Die ländlich geprägte Struktur des Planungsraums sowie die überdurchschnittlich hohe Dichte an bestehenden **Biogasanlagen** fördern grundsätzlich die Nutzung von Biomasse zur Wärmebereitstellung. Die vorhandene Infrastruktur ermöglicht eine vergleichsweise unkomplizierte Einspeisung von Wärme aus Biogasanlagen in Nahwärmenetze oder die Nutzung in Einzelanlagen zur dezentralen Versorgung.

Darüber hinaus eröffnet das Potenzial zur Etablierung von Kurzumtriebsplantagen (KUP) sowie die stoffliche Nutzung von Reststoffen aus der Landwirtschaft und Landschaftspflege weitere Optionen zur nachhaltigen Wärmeerzeugung – insbesondere vor dem Hintergrund der angestrebten Dekarbonisierung des Wärmesektors.

Fazit

Das bereinigte Gesamtpotenzial der Biomasse in Höhe von rund **36.793 MWh pro Jahr** bietet – in Kombination mit einer vorausschauenden regionalen Energieinfrastruktur – eine tragfähige Grundlage für eine verstärkte Nutzung regenerativer Wärmequellen. Gerade in der ländlich geprägten Struktur der Verbandsgemeinde stellt die Biomasse eine verlässliche und lokal verfügbare Ressource für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung dar.

3.2 Geothermie

Geothermie – die Nutzung der im Untergrund gespeicherten Wärmeenergie – stellt eine zentrale Option zur klimafreundlichen Wärmeversorgung dar. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau wurde das Potenzial der oberflächennahen Geothermie nach der VDI Richtlinie-4640 untersucht. Dabei standen insbesondere Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren im Fokus, da diese Technologien für eine dezentrale Nutzung im Gebäudebestand und Neubau besonders geeignet sind.

3.2.1 Grundlagen und Datenbasis

Für die Potenzialanalyse wurde zwischen Erdwärmesonden (vertikal, bis ca. 100 m) und Erdwärmekollektoren (horizontal, 1,2–2,5 m) unterschieden, jeweils in Kombination mit Wärmepumpensystemen. Die Analyse erfolgte auf Grundlage gesetzlicher Rahmenbedingungen (u. a. WHG, BBergG, VDI 4640) sowie raumbezogener Daten zu Geologie, Nutzungseinschränkungen und Standorteignung.

Vom Land Rheinland-Pfalz wurden flächendeckende Angaben zur spezifischen Wärmeentzugsleistung des Untergrundes bereitgestellt, die eine belastbare Bewertung des technisch nutzbaren Potenzials für Erdwärmesonden erlauben.

3.2.2 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden erschließen vertikal die im Untergrund gespeicherte Wärme. Die Entzugsleistung pro Meter Sondenlänge hängt maßgeblich vom Wärmeleitvermögen des Untergrundes, der geplanten Betriebsdauer (z. B. 1.800 h/a oder 2.400 h/a) und den Effizienzparametern der Wärmepumpe ab. Die vom Land Rheinland-Pfalz bereitgestellten Werte erlauben eine Differenzierung nach geologischer Beschaffenheit (z. B. Festgestein, wassergesättigte Sedimente, etc.). Die Wärmeentzugsleistungen lagen dabei in einer typischen Spanne von ca. 40–70 W/m.

Die Errichtung von Erdwärmesondenanlagen ist genehmigungspflichtig, insbesondere mit Blick auf Grundwasserschutzgebiete (z. B. Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete). Die potenziellen Flächen wurden daher um alle rechtlichen Ausschlusskriterien (z. B. Siedlungsflächen, Gewässer, Verkehrsflächen) bereinigt.

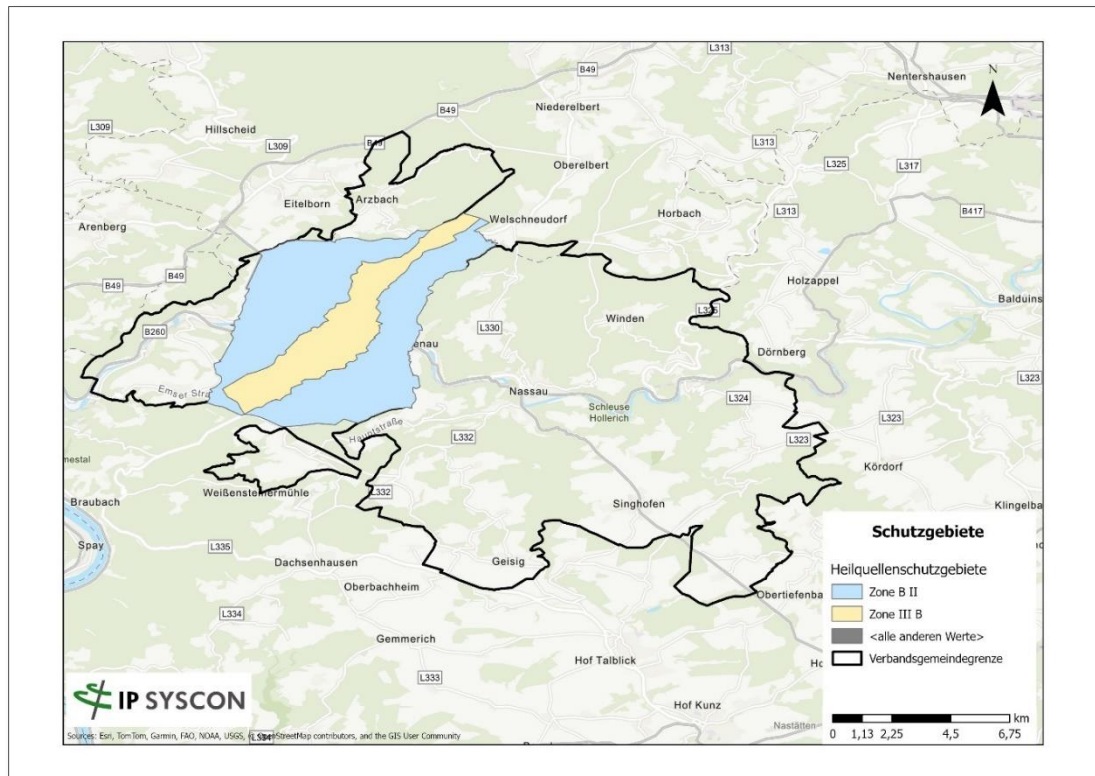


Abbildung 3-2 Heilquellenschutzgebiete im Bereich der Verbandsgemeinde

Die Abbildung 3-2 zeigt die verschiedenen Heilquellenschutzgebiete im Bereich der Verbandsgemeinde. Diese werden nach der VDI-Richtlinie 4640 nicht als Potenzialfläche ausgeschlossen, die Bohrungstiefe ist jedoch durch rechtliche Rahmenbedingungen auf 80 m Tiefe begrenzt.

Andere, im Untersuchungsgebiet vorhandene Wasserschutzgebiete werden nach VDI-Richtlinie 4640 nicht ausgeschlossen. Diese Gebiete wurden bei der Potenzialanalyse mit berücksichtigt. Für jede geothermische Unternehmung ist die Zustimmung der zuständigen, unteren Wasserbehörde einzuholen.

3.2.3 Erdwärmekollektoren

Kollektorsysteme nutzen die im Oberboden gespeicherte Energie aus Sonneneinstrahlung und atmosphärischen Einträgen. Sie werden flächenhaft in 1,2 bis 2,5 m Tiefe verlegt und eignen sich insbesondere auf unbebauten, gut durchfeuchteten Böden mit geringer Verschattung. Auf Basis bodenkundlicher Karten und Angaben zum Grundwasserstand konnte das Gebiet der Verbandsgemeinde nach Standorteignung für Erdwärmekollektoren bewertet werden. Dabei wurden drei Eignungskategorien unterschieden: gut geeignet, geeignet, wenig geeignet. Die zugehörigen Entzugsleistungen liegen typischerweise zwischen $< 20 \text{ W/m}^2$ (geringe Eignung) und $> 30 \text{ W/m}^2$ (gute Eignung).

3.2.4 Potenzialermittlung und Berechnungsansatz

Die Potenzialanalyse erfolgte flächenscharf im GIS, unter Berücksichtigung aller nutzungsrelevanten und genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen. Für die Berechnung der potenziellen thermischen Leistung wurden standardisierte Annahmen getroffen, u. a.:

- Erdwärmesonden: 100 m Tiefe, Sondenabstand 6 m, Mindestabstand zu Flurstücksgrenzen 10 m
- Betriebsdauer: 1.800 bzw. 2.400 h/a
- Wärmepumpen mit JAZ 4
- Nutzung der vom Land bereitgestellten Wärmeentzugswerte je Standort

Die potenzielle Wärmemenge pro Jahr wurde auf Basis der errechneten Entzugsleistung, des Wirkungsgrades und der Betriebsdauer kalkuliert. Für Kollektoren wurde zusätzlich die potenzielle Kollektorfläche auf geeigneten Flächen ermittelt und mit den jeweiligen Entzugswerten verknüpft.

3.2.5 Ergebnisse

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde das Potenzial der oberflächennahen Geothermie umfassend analysiert. Hierbei wurde zwischen zwei zentralen Systemen unterschieden:

- **Erdwärmekollektoren** (horizontale Flächenkollektoren)
- **Erdwärmesonden** (vertikale Sondensysteme)

Beide Systeme bieten durch die Nutzung von Untergrundwärme in Kombination mit Wärmepumpen eine **emissionsfreie, verlässlich verfügbare Wärmequelle**. Die Potenziale wurden flächenbasiert mit Hilfe von Geoinformationssystemen (GIS) unter Einbeziehung geologischer, rechtlicher und technischer Rahmenbedingungen berechnet.

Potenzial Erdwärmekollektoren

Für Erdwärmekollektoren ergibt sich ein theoretisches Potenzial von **7.709.096 MWh/a** bei einer angenommenen **Betriebsdauer von 1.800 Volllaststunden pro Jahr**. Dieses Potenzial basiert auf geeigneten unversiegelten Bodenflächen mit günstigen Boden- und Grundwasserverhältnissen.

Einschränkungen und Bewertung:

- Das gesamte technische Potenzial kann **nicht vollständig ausgeschöpft werden**, da konkurrierende Flächennutzungen (z. B. Landwirtschaft, Naturschutz, private Gärten) und Verschattungen eine Nutzung verhindern können.
- Insbesondere **Flächen mit größerer Entfernung zu den Wärmeverbrauchern** sind aus wirtschaftlicher Sicht kritisch zu bewerten, da **Wärmetransportverluste** und **Investitionskosten für Leitungsinfrastruktur** steigen.
- Dennoch zeigt sich, dass **flächennahe und gut geeignete Standorte**, z. B. an öffentlichen Einrichtungen oder Neubaugebieten, gezielt für eine **dezentrale, quartiersbezogene Wärmeversorgung** genutzt werden könnten.

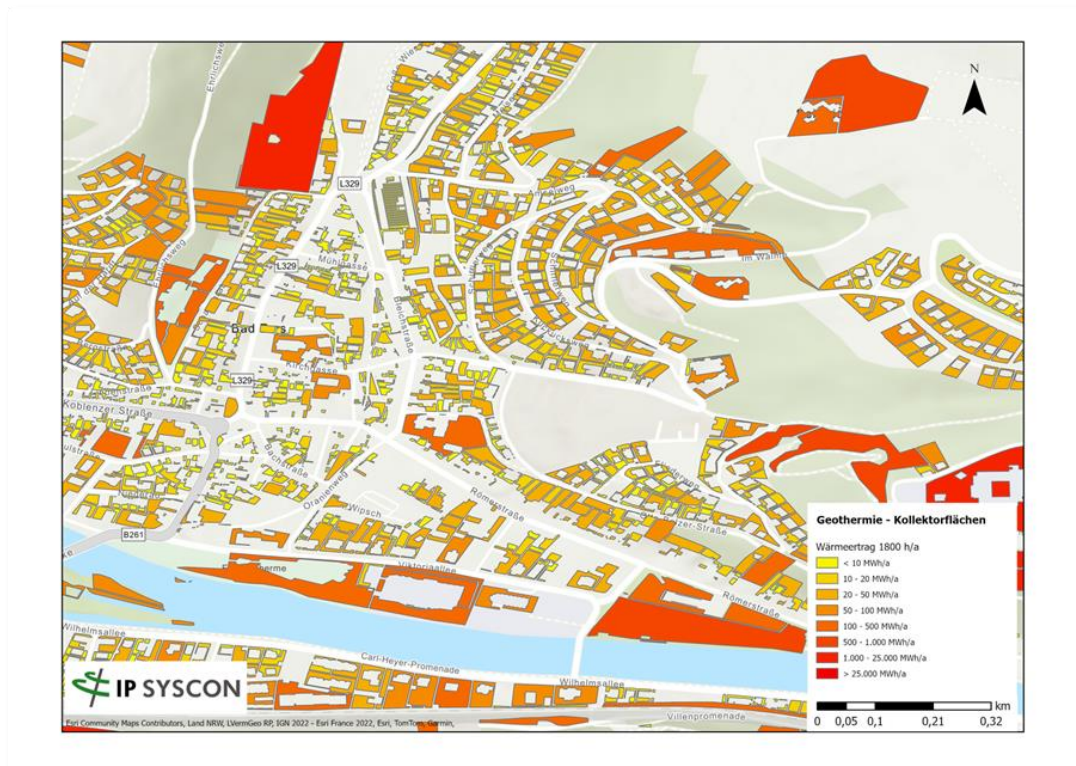


Abbildung 3-3 Auszugsweise geothermisches Potenzial für Kollektorflächen bei 1.800 Volllaststunden pro Jahr

Potenzial Erdwärmesonden

Die Potenzialanalyse für Erdwärmesonden ergibt ein rechnerisches Gesamtpotenzial von 51.837.018 MWh/a bei identischer Betriebsdauer (1.800 h/a). Die Bewertung stützt sich auf spezifische Entzugsleistungen des Untergrunds, die vom Land Rheinland-Pfalz bereitgestellt wurden. Dabei wurden Bohrtiefen, Wärmeleitfähigkeiten und Mindestabstände berücksichtigt.

Einschränkungen und Bewertung:

- Auch dieses Potenzial ist als **technisch möglich**, aber nicht vollständig realisierbar zu betrachten.
- Die Nutzung ist an **strenge Genehmigungsvoraussetzungen** geknüpft, insbesondere im Hinblick auf **Grundwasser- und Heilquellenschutzgebiete**.
- Der Bau vertikaler Sondenanlagen ist kostenintensiver und in bestimmten Lagen (z. B. felsigem Untergrund oder dicht bebauten Gebieten) technisch erschwert.
- Zudem gilt auch hier: **Je weiter entfernt potenziell nutzbare Flächen von Wärmesenken liegen**, desto höher sind die Transportverluste und Investitionskosten.

Zusammenfassende Bewertung

Die ermittelten Potenziale belegen, dass die oberflächennahe Geothermie ein großes technisches Gesamtpotenzial zur klimaneutralen Wärmeversorgung bietet – mit über 59,5 TWh/a aus beiden Systemen zusammengekommen. Die Analyse bildet eine wichtige Grundlage für strategische Entscheidungen zur zukünftigen Wärmeversorgung.

Gleichzeitig zeigt sich, dass realistische Nutzungsquoten deutlich unterhalb des theoretischen Maximalpotenzials liegen dürften. Aus heutiger Sicht ist ein selektiver, wirtschaftlich sinnvoller Ausbau an geeigneten Standorten der zielführende Weg. Hierzu zählen:

- **Standortnahe Flächen** in Neubaugebieten oder bei öffentlichen Gebäuden,
- **Quartierslösungen** mit gemeinsamer Erschließung,
- **Kombinationen mit PV oder Solarthermie** zur aktiven Regeneration von Kollektorflächen.

Fazit

Die Potenzialanalyse unterstreicht die hohe Relevanz der Geothermie im zukünftigen Wärmemix der Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau. Insbesondere in Verbindung mit Wärmepumpentechnologien und einer strategisch geplanten Erschließung bietet sie eine **dauerhaft verfügbare, weitgehend wetterunabhängige Wärmequelle**. Die Herausforderung liegt in der **intelligenten Auswahl, Priorisierung und Umsetzung** tatsächlich nutzbarer Standorte unter Berücksichtigung von **wirtschaftlichen, rechtlichen und technischen Aspekten**.

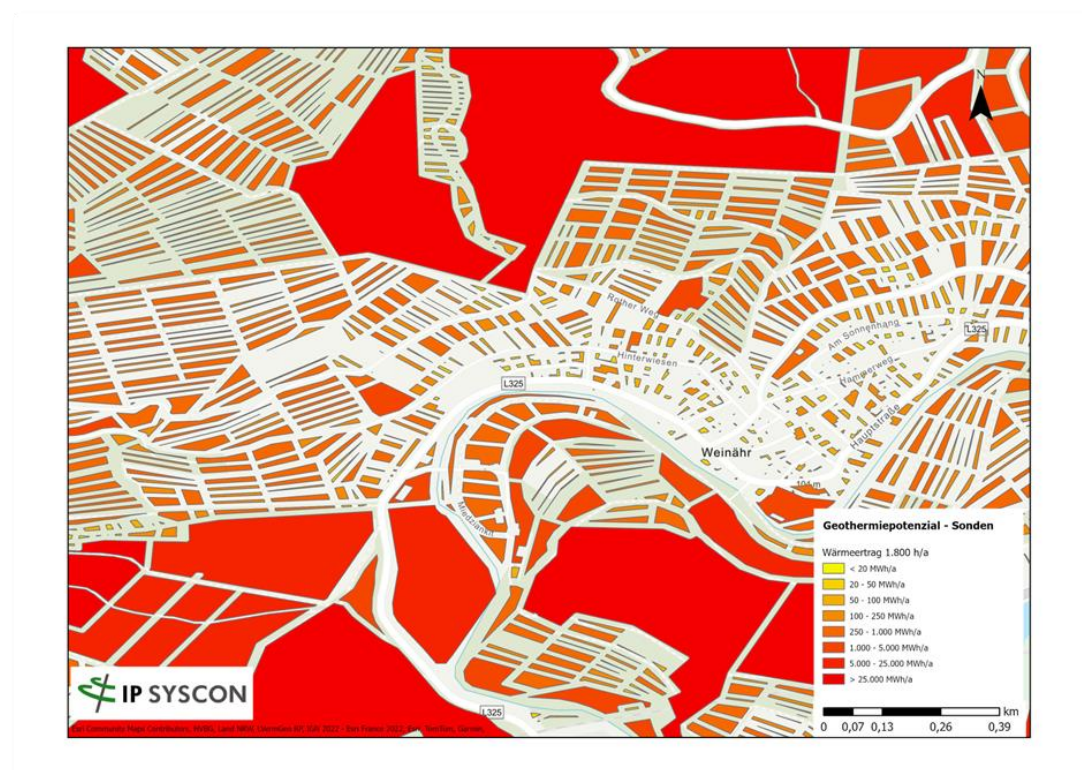


Abbildung 3-4 Exemplarisches geothermisches Potenzial für Erdwärmesonden bei 1.800 Volllaststunden pro Jahr

3.3 Umweltwärme aus Gewässern

3.3.1 Methodik der Datenberechnung

Ziel dieser Methodik ist die überschlägige Ermittlung des technisch nutzbaren Wärmepotenzials aus ausgewählten Fließgewässern zur Nutzung über Wärmepumpensysteme im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung. Dabei werden die mittleren Niedrigwasserabflüsse (MNQ) der Gewässer sowie technische und ökologische Rahmenbedingungen berücksichtigt.

Auswahl der betrachteten Gewässer

Folgende Fließgewässer wurden in die Potenzialanalyse einbezogen:

- Lahn
- Mühlbach
- Ruppelsbach*
- Sulzbach*
- Emsbach
- Unterbach*
- Gelbach
- Dörsbach

(*) Für die Gewässer Ruppelsbach, Sulzbach und Unterbach liegen keine gemessenen MNQ-Werte vor. Hier wurde ein pauschaler Wert von 0,02 m³/s auf Grundlage von Erfahrungswerten angesetzt.

Annahmen und Rahmenbedingungen

- MNQ-Werte: Der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) wurde für jedes Gewässer als konservative Bezugsgröße für die Wasserentnahme angesetzt. Er bildet die Grundlage für die Berechnung der maximal zulässigen Wärmeentnahme.
- Temperaturspreizung (ΔT): Für alle Gewässer wurde einheitlich eine maximale Temperaturdifferenz von 3 Kelvin ($\Delta T = 3 \text{ K}$) zwischen Zu- und Ablauf angenommen, um ökologische Beeinträchtigungen zu minimieren.
- Volllaststunden: Aufgrund jahreszeitlich bedingter Schwankungen in der Wassertemperatur wurde ein konservativer Wert von 1.600 Volllaststunden pro Jahr angesetzt.
- Es werden maximal 15 % des mittleren Niedrigwasserabflusses genutzt.
- Genehmigungsbedarf: Jegliche Eingriffe in den Wasserhaushalt, insbesondere Wasserentnahmen und Rückleitungen, sind genehmigungspflichtig. Die hier berechneten Potenziale stellen daher eine technische Machbarkeitsabschätzung dar, nicht jedoch eine genehmigungsrechtliche Bewertung.

Annahmen entstammen hierbei aus der Publikation FfE (2024): Wärmepumpen an Fließgewässern – Analyse des theoretischen Potenzials in Bayern.

3.3.2 Ergebnisse

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde das Potenzial zur Nutzung von Wärme aus Fließgewässern mittels Wärmepumpentechnologie untersucht. Grundlage der Berechnungen bildete der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) der jeweiligen Gewässer. Für die Wärmenutzung wurde eine Temperaturspreizung von 3 K sowie ein konservativer Wert von 1.600 Volllaststunden pro Jahr angesetzt. Veränderungen am Wasserhaushalt bedürfen grundsätzlich einer gesonderten behördlichen Genehmigung. Die Ergebnisse stellen somit eine überschlägige technische Potenzialabschätzung dar.

Gesamtergebnisse der betrachteten Gewässer

Die potenziell nutzbaren Wärmemengen wurden für jedes Fließgewässer individuell berechnet. Die Ergebnisse differenzieren zwischen der durch Strom (Wärmepumpenbetrieb) eingebrachten Energie und dem Anteil, der als Umweltwärme direkt aus dem Gewässer entzogen wird.

Tabelle 3-7 Gesamtübersicht der betrachteten Gewässer

Gewässer	Wärmemenge gesamt [MWh/a]	Stromanteil [MWh/a]	Umweltwärme [MWh/a]
Lahn	44.501	17.800	26.701
Mühlbach	997	399	598
Emsbach	2.230	892	1.338
Gelbach	1.677	671	1.006
Dörsbach	576	230	345
Ruppelsbach*	91	36	54
Sulzbach*	91	36	54
Unterbach*	91	36	54

* Aufgrund der geringen Größe dieser Gewässer und der damit verbundenen ökologischen Einschränkungen ist eine wirtschaftlich und genehmigungsrechtlich sinnvolle Nutzung derzeit kaum realistisch. Sie sind daher lediglich **informativ** aufgeführt.

Einordnung der Ergebnisse

Die Lahn stellt mit Abstand das größte Potenzial zur Flusswärmenutzung dar und bietet – bei geeigneter Infrastruktur und Genehmigungslage – signifikante Beiträge zur klimaneutralen Wärmeversorgung. Auch die kleineren Gewässer wie Mühlbach, Emsbach, Gelbach und Dörsbach weisen im lokalen Kontext durchaus relevante Wärmepotenziale auf, insbesondere für kleinere Quartierslösungen oder Nahwärmenetze.

Die in der Analyse getrennt ausgewiesenen Strom- und Umweltwärmeanteile ermöglichen eine differenzierte Betrachtung der Effizienz und Klimawirkung bei der Nutzung von Flusswärme mit Wärmepumpensystemen.

3.4 Luftwärme

Als eine weitere Form der Umweltwärmenutzung bietet die Außenluft eine nahezu unbegrenzt verfügbare Wärmequelle, welche sich besonders für gebäudenahe Anwendungen mit geringem Erschließungsaufwand eignet. Ihre Gewinnung erfolgt überwiegend mittels Luft-Wasser-Wärmepumpen, die die Außenluft als primäre Wärmequelle nutzen. Aufgrund der schwankenden Außenlufttemperatur ist die Effizienz der Wärmepumpe jedoch ebenfalls Schwankungen unterlegen. Zusätzlich sind die Außenlufttemperaturen in der Heizsaison, in der der Großteil des Wärmebedarfs anfällt, am geringsten, sodass die JAZ von Luft-Wasser-Wärmepumpen im Vergleich zu geothermisch betriebenen Wärmepumpen mit konstanten Quellentemperaturen i.d.R. geringer ausfällt. Die Investitionskosten von Luft-Wasser-Wärmepumpen sind geringer als bei Sole- oder Wasser-Wasser-Wärmepumpen, da die Kosten für die Quellenerschließung nicht anfallen. Aufgrund der niedrigeren Investitionskosten und des reduzierten Planungsaufwands ist die Luft-Wasser-Wärmepumpe derzeit die am weitesten verbreitete Wärmepumpenvariante. Insbesondere in voraussichtlich dezentral versorgten Gebieten, in denen das geothermische Potenzial oder die Flächenverfügbarkeit gering ist, wird die Luft-Wasser-Wärmepumpe der präferierte Wärmeerzeuger sein. Darüber hinaus können mit Außenluft betriebene Großwärmepumpen für die Wärmebereitstellung von Wärmenetzen

eingesetzt werden. Da die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete nach WPG unabhängig von der eingesetzten Wärmeerzeugertechnologie definiert werden und die Außenluft nahezu unbegrenzt verfügbar ist, wird kein spezifisches Potenzial für die Nutzung der Luftwärme über Luft-Wasser-Wärmepumpen ermittelt oder ausgewiesen.

3.5 Industrielle Abwärme

3.5.1 Methodik zur Erhebung industrieller Abwärmepotenziale

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wurde eine strukturierte Erhebung durchgeführt, um industrielle und gewerbliche Abwärmepotenziale im Gebiet der Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau zu identifizieren. Ziel war es, mögliche Abwärmequellen zu erfassen und deren Einbindung in zukünftige Wärmenetze zu prüfen.

Auswahl der Unternehmen

Die Auswahl der Unternehmen erfolgte in enger Abstimmung mit der lokalen Wirtschaftsförderung. Dabei wurde auf die örtliche Branchenkenntnis sowie vorhandene Unternehmensdaten zurückgegriffen. Die Kriterien zur Auswahl umfassten:

- Branchenzugehörigkeit: Berücksichtigung von Unternehmen mit potenziell abwärmerelevanten Prozessen (z. B. produzierendes Gewerbe, Anlagenbetrieb, gewerbliche Dienstleistungen mit Wärmebedarf).
- Mitarbeitendenzahl: Fokussierung auf mittlere und größere Betriebe mit einer relevanten Betriebsgröße.
- Umsatzhöhe: Auswahl wirtschaftlich aktiver Unternehmen mit potenziell höherem Energieeinsatz.

Die Kombination dieser Faktoren ermöglichte eine zielgerichtete Vorauswahl relevanter Betriebe mit möglichem Beitrag zur kommunalen Wärmewende.

Erhebungsinstrument und Durchführung

Die eigentliche Datenerhebung erfolgte über einen standardisierten Online-Fragebogen, der an die ausgewählten Unternehmen versendet wurde. Der Fragebogen umfasste unter anderem folgende Punkte:

- Art der betrieblichen Prozesse
- Erfassung von Abwärmemengen und Temperaturniveaus
- Bestehende Nutzungskonzepte für Prozesswärme oder Abwärme
- Potenziale für externe Nutzung oder Einspeisung in Wärmenetze
- Interesse an weiterführender Zusammenarbeit

Die Unternehmen wurden durch die Wirtschaftsförderung zur Teilnahme eingeladen und bei Rückfragen begleitet.

Rücklauf und Beteiligung

Insgesamt zehn Unternehmen haben sich an der Befragung beteiligt und ihre potenziellen Abwärmeströme offengelegt.

Die Daten aus diesen Rückmeldungen bilden die Grundlage für die Bewertung und Integration industrieller Abwärme in die kommunale Wärmeplanung. Die Bereitschaft zur Teilnahme signalisiert zudem ein regionales Interesse an nachhaltigen Wärmelösungen.

3.5.2 Ergebnisse

Im Rahmen der Online-Befragung zur Erfassung potenzieller Abwärmequellen gaben zehn Unternehmen aus der Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau eine Rückmeldung auf die Anfrage. Vier Unternehmen machten dabei konkrete und verwertbare Angaben zur Art und zum Umfang ihrer Abwärme. Zwei weitere Unternehmen bestätigten im Nachgang zur Umfrage im Rahmen persönlicher Rücksprachen ein grundsätzliches Abwärmepotenzial, welches derzeit jedoch noch nicht quantifiziert wurde.

Die verbleibenden vier Unternehmen machten keine spezifischen Angaben zu vorhandenen Abwärmeströmen, gelten aber aufgrund ihrer Betriebsstruktur als qualitativ relevante Akteure und können in künftige Planungen eingebunden werden.

Ein Abgleich mit der Plattform für Abwärme der Bundesstelle für Energieeffizienz ergab, dass kein Unternehmen aus der Verbandsgemeinde dort gelistet ist.

Die Erhebung industrieller Abwärmequellen hat ergeben, dass innerhalb der Verbandsgemeinde Bad Ems-Nassau mehrere Betriebe über potenziell nutzbare Abwärmeströme verfügen. Dies steht im Gegensatz der Nichtverfügbarkeit von Daten auf der Abwärmeplattform der Bundesstelle für Energieeffizienz und legt nahe, dass zukünftig verstärkte Informations- und Unterstützungsangebote zur Sichtbarmachung und Vernetzung erforderlich sind.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass in der Verbandsgemeinde ein erstes Fundament an konkreten und potenziellen Abwärmequellen identifiziert wurde. Die Ergebnisse bieten wertvolle Anknüpfungspunkte für die vertiefende Planung von Wärmenetzen und Kooperationsmodellen. Zur Ausschöpfung der Potenziale sollten nun gezielte Nachverdichtung der Datengrundlagen, technische Machbarkeitsanalysen sowie die aktive Vernetzung interessierter Unternehmen erfolgen.

3.6 Abwärme aus Abwasser

3.6.1 Methodik der Berechnung

Zielsetzung

Ziel dieser Methodik ist es, das Potenzial zur Nutzung von Abwärme aus Abwasser an zentralen Kläranlagen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zu ermitteln. Die gewonnene thermische Energie soll in einem Umkreis von maximal 1.000 Metern zur Versorgung angrenzender Gebäude oder Quartiere eingesetzt werden.

Datengrundlage

Die Erhebung basiert auf den Einwohnerzahlen der jeweiligen Einzugsgebiete der Klärwerke. Als Kenngröße dient der sogenannte Einwohnergleichwert (EGW), der stellvertretend für den anfallenden Abwasserstrom verwendet wird. Die Wärmepotenziale wurden auf Basis standardisierter Annahmen zur möglichen Temperaturabsenkung des Abwassers berechnet.

Auswahlkriterien für geeignete Entnahmestellen

- Lage: Entnahmestellen befinden sich entweder direkt vor oder hinter dem Klärwerk.

- Radius: Eine Nutzung ist nur innerhalb eines Umkreises von 1.000 Metern um die Kläranlage realistisch.
- Hydraulische Voraussetzung: Die Nennweite der Abwasserrohre muss mindestens DN 800 betragen, um einen wirtschaftlichen Wärmeentzug zu ermöglichen.

Berechnungsansatz

Die Ermittlung der Wärmeentzugsleistung basiert auf zwei Szenarien:

- Vor dem Klärwerk: Hier wird ein Temperaturentzug von 0,5 K angenommen.
- Hinter dem Klärwerk: Hier ist ein größerer Entzug von 5 K möglich, da das gereinigte Abwasser keinen ökologischen Einschränkungen mehr unterliegt.

Anwendungsbezug

Diese Methodik kann im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als Grundlage für die Identifikation geeigneter Standorte zur Abwasserwärmenutzung dienen. Sie liefert eine erste quantitative Abschätzung, die im Rahmen detaillierter Planungen durch hydraulische und wirtschaftliche Analysen ergänzt werden sollte.

3.6.2 Ergebnisse

Im Rahmen der Untersuchung zur Nutzung von Abwasserwärme im Gebiet der Verbandsgemeindewerke Bad Ems - Nassau wurden acht Klärwerke hinsichtlich ihres theoretischen Potenzials zur Wärmebereitstellung analysiert. Grundlage der Berechnung waren die Einwohnerzahlen im Einzugsgebiet der jeweiligen Kläranlage sowie ein standardisierter Temperaturentzug von 0,5 K (vor dem Klärwerk) bzw. 5 K (nach dem Klärwerk).

Die Ergebnisse zeigen, dass sich im gesamten Untersuchungsraum ein theoretisches Potenzial von rund **1,25 GWh pro Jahr bei 0,5 K Entzug** und sogar **12,47 GWh pro Jahr bei 5 K Entzug** ergibt.

Besonders hervorzuheben ist das Klärwerk **Bad Ems**, das mit einem Potenzial von über **8,1 GWh/a** (bei 5 K) mit Abstand den größten Beitrag leisten kann. Weitere nennenswerte Beiträge liefern die Anlagen in **Nassau** (2,16 GWh/a) sowie **Weinähr-Winden-Obernhof** (0,76 GWh/a). Kleinere Anlagen wie Zimmerschied oder Becheln tragen entsprechend ihrer Größe nur einen geringeren Anteil bei.

Tabelle 3-8 Klärwerke – Wärmeentzugsleistung

Klärwerk	Wärmeentzugsleistung 5 K (MWh/a)
Bad Ems	8.106
Nassau	2.161
Weinähr-Winden-Obernhof	756
Singhofen-Finkenwies	695
Attenhausen-Seelbach	321
Becheln	255
Dornholzhausen-Oberwies	140
Zimmerschied	37

Die Analyse verdeutlicht, dass Abwasser als Wärmequelle ein erhebliches Potenzial für die kommunale Wärmeversorgung bietet. Vor allem größere Kläranlagen wie in Bad Ems und Nassau weisen durch ihre hohe angeschlossene Einwohnerzahl ein entsprechendes thermisches Potenzial auf, das für die Beheizung ganzer Quartiere oder öffentlicher Gebäude genutzt werden könnte.

Insbesondere der hohe Temperaturentzug **nach dem Klärwerk** (5 K) bietet eine interessante Möglichkeit zur Energiegewinnung ohne ökologische Einschränkungen, da das gereinigte Abwasser bereits dem Gewässer zugeführt wird. Dies erleichtert sowohl Genehmigungsprozesse als auch die technische Umsetzung.

Die Voraussetzung, dass Entnahmestellen maximal 1.000 Meter von der Kläranlage entfernt liegen und die Rohrnennweite mindestens DN 800 betragen muss, schränkt jedoch die reale Umsetzbarkeit je nach Standort ein. Gerade kleinere Klärwerke mit geringer angeschlossener Einwohnerzahl und weniger leistungsfähiger Infrastruktur bieten zwar rechnerisch ein Potenzial, dieses ist jedoch wirtschaftlich oft nicht nutzbar.

In der weiteren Planung sind daher insbesondere **die großen Kläranlagen mit hohem Abwärmepotenzial und guter infrastruktureller Anbindung prioritär zu betrachten**. Diese Standorte sollten vertieft analysiert werden, etwa hinsichtlich vorhandener Wärmebedarfe im Umkreis, technischer Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit. Ergänzend könnten kleinere Anlagen im Rahmen von **dezentralen Lösungen** in ländlichen Räumen dennoch sinnvoll eingesetzt werden. Für einen Überblick, wie viele Gebäude mit welchem Wärmebedarf bzw. welchem Wärmeverbrauch in räumlicher Nähe zu den jeweiligen Kläranlagen stehen, gibt Tabelle 3-9 eine Übersicht, wie es sich in einem 1.000 m Radius um die jeweilige Kläranlage verhält:

Tabelle 3-9: Gegenüberstellung von Verbrauch und Potenzial im 1.000 m Radius um die jeweiligen Klärwerke.

Klärwerk	Wärmepotenzial (MWh/a)	Verbrauch (MWh/a)	Anzahl beheizter Gebäude in 1.000 m Radius
Bad Ems	8.106	34.271	1.443
Nassau	2.161	5.351	129
Weinähr-Winden-Obernhof	756	20.724	553
Singhofen-Finkenwies	695	7.598	261
Attenhausen-Seelbach	321	10.841	349
Becheln	255	14.731	467
Dornholzhausen-Oberwies	140	7.076	217
Zimmerschied	37	2.643	105

3.7 Solarthermie und Photovoltaik

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung kommt der Identifikation und Bewertung von solarthermischen und photovoltaischen Potenzialen eine zentrale Rolle zu. Ziel ist es, die lokal verfügbaren erneuerbaren Energiequellen systematisch zu erfassen und deren Beitrag zur zukünftigen Wärmeversorgung zu quantifizieren.

Für weitere Planungen ist zu beachten, dass Freiflächenanlagen in Heilquellen-/Wasserschutzgebieten einer Prüfung durch die zuständige Wasserbehörde bedarf und entsprechenden Auflagen unterliegen.

3.7.1 Datengrundlagen und räumliche Basisanalyse

Die Analyse basiert auf einem digitalen Oberflächenmodell (DOM), das auf flächendeckenden Laserscandaten für Rheinland-Pfalz (Erfassungszeitraum 2008–2019) beruht. Ergänzend wurden Gebäudegrundrisse aus der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) verwendet. Damit konnten über 3,2 Mio. Gebäude im Bundesland lokalisiert und hinsichtlich ihrer solaren Eignung untersucht werden. Folgende Elemente wurden berücksichtigt:

- Dachstrukturen wie Gauben, Schornsteine oder Antennen
- Geländeformen sowie Vegetation zur Verschattungsanalyse
- Topografie zur realitätsnahen Einstrahlungsmodellierung

Einstrahlungs- und Verschattungsanalyse

Im Zentrum der Potenzialermittlung steht die detaillierte Simulation der solaren Einstrahlung:

- Ganzjahresanalyse der direkten und globalen Einstrahlung auf Minutenbasis (Sonnenstandsverlauf)
- Einbezug von Abschattung durch Umgebungselemente und Dachaufbauten
- Anpassung an regionale Strahlungsverhältnisse auf Basis von DWD-Daten (30-jähriges Mittel, 1050–1100 kWh/m²*a)

Stark verschattete Dachflächen werden als ungeeignet identifiziert. Geringfügig verschattete Flächen werden mit reduzierter Einstrahlung in die Berechnung einbezogen.

Solarthermiepotenzial für die Wärmeplanung

Für die kommunale Wärmeplanung ist besonders die Solarthermie von Bedeutung, da sie direkt zur Wärmebereitstellung beiträgt. Die Bewertung erfolgt anhand spezifischer Wärmeertragskennwerte:

- Warmwasserbereitung: Mindestwert von 350 kWh/m²*a
- Heizungsunterstützung: Mindestens 165 kWh/m² in der Heizperiode (Oktober–April)
- Mindestflächengrößen:
 - Schrägdächer: 4 m² für Warmwasser, 8 m² für Heizungsunterstützung
 - Flachdächer (mit Aufständering): ≥ 12,5 m²

Die Analyse umfasst sowohl Dach- als auch Freiflächen. Für Freiflächen wurde eine Kombination aus Einstrahlungsdaten und nutzbaren Flurstücken im GIS vorgenommen, um geeignete Flächen für bodengestützte solarthermische Großanlagen zu identifizieren.

Ergänzende Photovoltaikanalyse

PV-Potenziale wurden ergänzend bewertet, da sie eine wichtige Rolle bei der Stromversorgung strombasierter Heiztechnologien (z. B. Wärmepumpen) spielen können:

- Modulwirkungsgrad: 19,5 % als marktüblicher Referenzwert
- Aufständerszenarien: Ost-West (10° Neigung, 80 % Flächenausnutzung) oder Süd (30°, 40 % Flächennutzung)
- Eignungskriterien:

- Mindestens 5 m² belegbare Fläche (Flachdach $\geq$ 6 m²)
- Mindest-Ertrag: 650 kWh/kWp*a
- CO₂-Einsparung: Basierend auf dem Emissionsfaktor nach dem KomBiReK-Projekt der Energieagentur RLP (vgl. GEMIS 4.94) (0,504 kg/kWh netto)

Diese Informationen können zur ergänzenden Dekarbonisierung der Wärmeversorgung – insbesondere im Quartiersmaßstab – herangezogen werden.

Klassifizierung und Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse wurden in einem digitalen Zwilling visualisiert:

- Ausweisung geeigneter Dach- und Freiflächen für Solarthermie und PV
- Klassifizierung basierend auf Flächenverfügbarkeit, Einstrahlung und spezifischem Ertrag
- Keine tiefere Unterteilung innerhalb geeigneter Flächen, da individuelle Nutzungsprofile (z. B. Wärmebedarf, Speichertechnik) maßgeblich sind

3.7.2 Ergebnisse Solarthermie

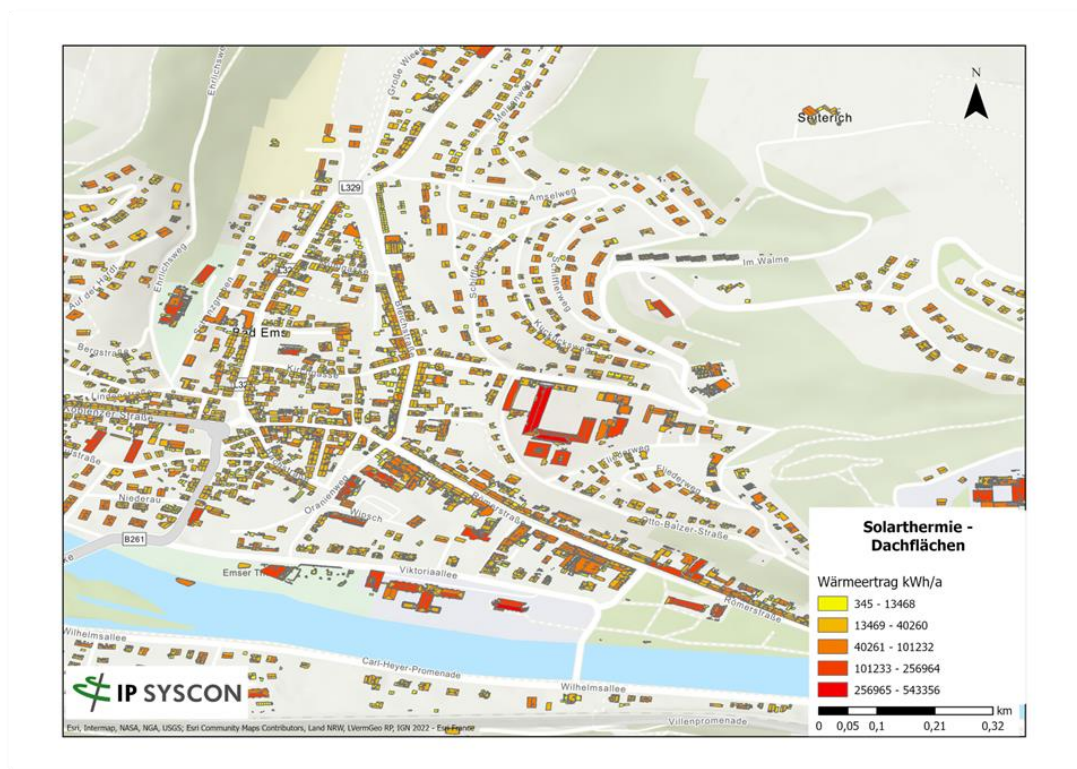


Abbildung 3-5 Exemplarische Darstellung des Solarthermiepotenzials auf Dachflächen

Für die Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung das **technische Solarthermiepotezial** auf geeigneten Dach- und Freiflächen ermittelt. Dabei ergibt sich ein jährliches Potenzial von:

- **Dachflächenpotenzial für Solarthermie: 1.030.347 MWh pro Jahr**
- **Freiflächenpotenzial für Solarthermie: 12.398.213 MWh pro Jahr**

Dieser Wert beschreibt das **technische Potenzial** und geht von einer maximal möglichen Nutzung aller geeigneten Dach- und Freiflächen für die solare Wärmeerzeugung aus. Dabei

wurden u. a. Kriterien wie Ausrichtung, Neigung und Verschattung der Dächer berücksichtigt. Die Zahl stellt somit eine theoretische Obergrenze dar und ist nicht gleichzusetzen mit dem wirtschaftlich tatsächlich erschließbaren Potenzial. Entfernungen zu den nächsten Gebäuden wurden hierbei nicht berücksichtigt.

Ein wesentlicher Einflussfaktor auf das nutzbare Solarthermiefpotenzial ist die Konkurrenz zu Photovoltaikanlagen. Beide Technologien konkurrieren oftmals um dieselben geeigneten Dachflächen. Im Falle einer Belegung durch Photovoltaik verringert sich das Potenzial für eine thermische Nutzung, auch wenn eine Kombination beider Technologien technisch möglich ist.

Technisches vs. wirtschaftliches Potenzial

Auch bei der Solarthermie ist zwischen **technischem** und **wirtschaftlichem Potenzial** zu unterscheiden. Nicht alle Flächen, die technisch geeignet sind, lassen sich wirtschaftlich sinnvoll erschließen. Wirtschaftliche Aspekte wie:

- Investitions- und Betriebskosten
- Nachfrage und Wärmeabnahme (z. B. bei Mehrfamilienhäusern oder in Wärmenetzen)
- Integration in bestehende Heizsysteme
- Fördermöglichkeiten spielen eine zentrale Rolle bei der tatsächlichen Umsetzbarkeit.

Zusammenfassung:

Das ermittelte **technische Solarthermiefpotenzial** auf Dach- und Freiflächen in der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau verdeutlicht das große theoretische Angebot an solarer Wärme. Eine Realisierung dieses Potenzials ist jedoch nur teilweise möglich, da bestehende Anlagen bereits Flächen belegen und eine **Abwägung mit konkurrierenden Nutzungen – insbesondere der Photovoltaik – zwingend erforderlich** ist. Für die kommunale Wärmeplanung ergibt sich daraus die Notwendigkeit einer **ganzheitlichen Flächenstrategie**, bei der sowohl Strom- als auch Wärmeerzeugung in ihrer Wechselwirkung betrachtet und optimiert werden.

3.7.3 Ergebnisse Photovoltaik

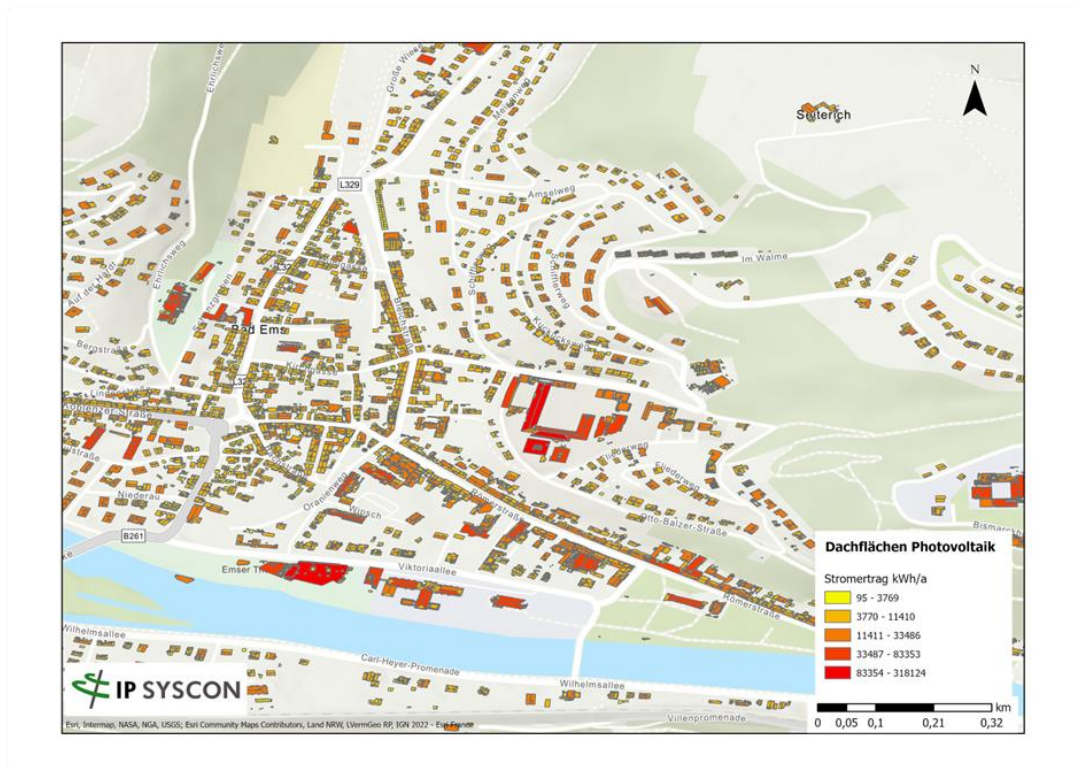


Abbildung 3-6 Exemplarische Darstellung des Photovoltaikpotenzials auf Dachflächen

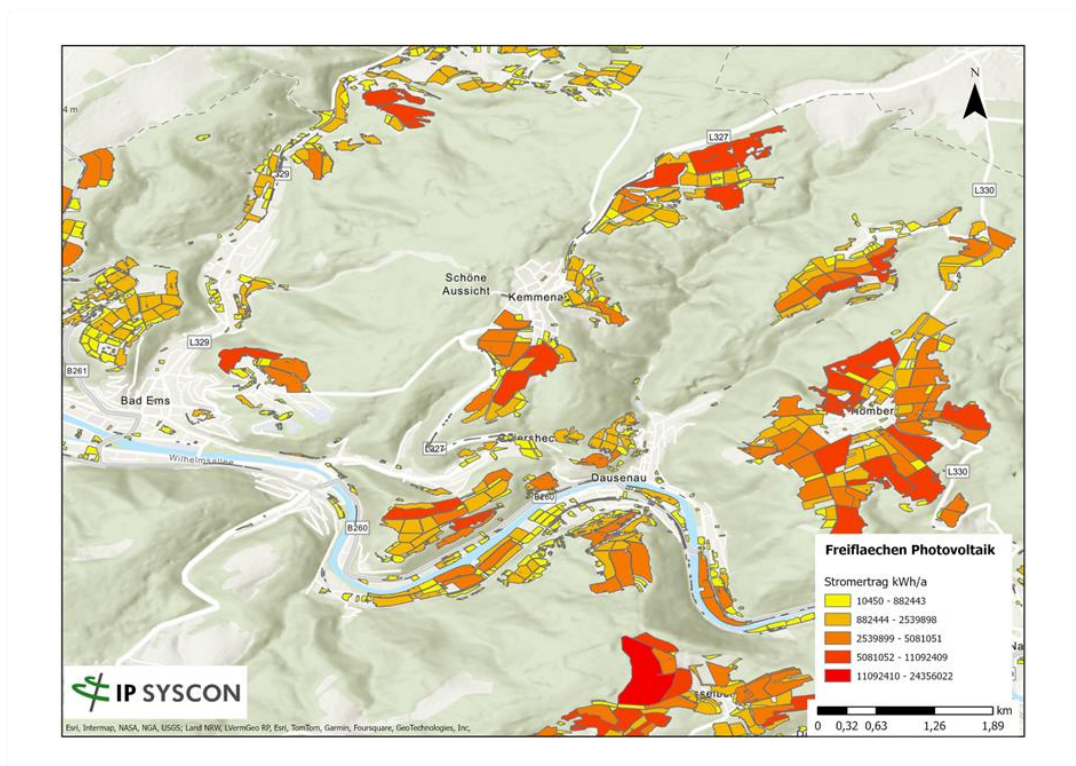


Abbildung 3-7 Exemplarische Darstellung des Photovoltaikpotenzials auf Freiflächen

Für die Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau wurden zwei wesentliche Kategorien von Flächen hinsichtlich ihres technischen Photovoltaikpotenzials analysiert:

- **Dachflächenpotenzial:** 347.351 MWh pro Jahr
- **Freiflächenpotenzial:** 6.865.074 MWh pro Jahr

Diese Werte repräsentieren das **technische Potenzial**, also die theoretisch maximal erzielbare Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen unter Annahme optimaler technischer Bedingungen (z. B. Ausrichtung, Neigung, Verschattung und verfügbare Fläche). Die Berechnungen basieren auf verfügbaren Dach- und Freiflächen, deren Eignung für die Photovoltaiknutzung zuvor identifiziert wurde.

Allerdings stehen **bestehende Photovoltaikanlagen** bereits heute auf einem Teil dieser Flächen. Diese bereits genutzten Flächen sind im Rahmen der Wärmeplanung **nicht mehr verfügbar** und müssen bei einer detaillierten Betrachtung des **zusätzlichen Ausbaubedarfs** abgezogen werden.

Technisches vs. wirtschaftliches Potenzial

Das ausgewiesene technische Potenzial stellt die **theoretische Obergrenze** dar, die unter Idealbedingungen erreichbar wäre. In der Realität jedoch ist nur ein **Teil dieses Potenzials wirtschaftlich nutzbar**. Gründe dafür sind:

- **Investitionskosten** und Wirtschaftlichkeit für private und gewerbliche Akteure
- **Netzinfrastruktur** und mögliche Engpässe bei Einspeisung und Verteilung
- **Rechtliche und planerische Einschränkungen**, z. B. Denkmalschutz oder baurechtliche Vorgaben
- **Akzeptanz in der Bevölkerung**, insbesondere bei Freiflächenanlagen

Ein wirtschaftliches Potenzial würde nur jene Flächen und Bedingungen einbeziehen, bei denen der Photovoltaik-Ausbau unter den aktuellen Marktbedingungen tatsächlich sinnvoll realisiert werden kann.

Flächenkonkurrenz: Photovoltaik vs. Solarthermie

Gerade im Kontext der **kommunalen Wärmeplanung** ist die Frage der Flächennutzung besonders kritisch. Denn Flächen, die grundsätzlich für die Nutzung von Solarenergie geeignet sind, können meist **nicht gleichzeitig für Photovoltaik und Solarthermie** verwendet werden. Dies betrifft vor allem **Dachflächen**, auf denen sowohl thermische Solaranlagen zur Wärmegewinnung als auch PV-Anlagen zur Stromerzeugung installiert werden könnten.

Im Rahmen der Wärmewende kann die **Solarthermie** eine wichtige Rolle zur direkten Bereitstellung von Niedertemperaturwärme für Wärmenetze oder Einzelgebäude spielen. Die Auswahl geeigneter Flächen muss daher im **Gesamtkontext der kommunalen Energieplanung** erfolgen – inklusive Priorisierung und möglicher Zielkonflikte.

Fazit

Das technische Photovoltaikpotenzial in der Verbandsgemeinde ist vor allem durch die großen Freiflächen beachtlich und bildet eine solide Grundlage für zukünftige Klimaschutz- und Energiewende-Maßnahmen. Jedoch muss es mit Vorsicht interpretiert werden, da:

- bestehende Anlagen bereits Flächen binden,
- Flächenkonkurrenzen mit Solarthermie bestehen,

- und ein erheblicher Unterschied zwischen technischem und wirtschaftlichem Potenzial besteht.

Für die kommunale Wärmeplanung ergibt sich daraus der klare Handlungsbedarf, integrierte Flächenstrategien zu entwickeln, in denen Strom- und Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren sinnvoll abgestimmt werden. Nur so kann das vorhandene Potenzial tatsächlich im Sinne einer nachhaltigen und lokalen Energieversorgung ausgeschöpft werden.

3.8 Windpotenzial

Die Windpotenzialanalyse dient zur Ermittlung des technisch nutzbaren Windenergiepotenzials im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung. Dabei werden ausschließlich geeignete Potenzialflächen mit einer mittleren Windgeschwindigkeit von ≥ 7 m/s berücksichtigt (Ausschluss von Schwachwindgebieten gemäß WinNiePot¹).

Windenergieanlagen (WEA)

Zwei Anlagentypen werden zur Potenzialberechnung verwendet:

- Große WEA: ENERCON E-160 EP5 E2, Nennleistung: 5500 kW
- Kleine WEA: ENERCON E-138 EP3 E2, Nennleistung: 4200 kW

Die Auswahl dieser Anlagen ermöglicht eine einfache Aktualisierung durch Austausch entsprechender Parameter.

3.8.1 Flächenbelegung und Abstandsregelung

Priorisierung

- Vorrangige Belegung geeigneter Flächen mit großen WEA, um das maximale Potenzial auszuschöpfen.
- Verbleibende ungenutzte Potenzialflächen werden anschließend mit kleinen WEA bestückt.

Abstandsregelung

Die Flächenbelegung berücksichtigt Mindestabstände zwischen WEA gemäß aktueller Annahmen:

- 3,25-facher Rotordurchmesser zu anderen Anlagen (konservativer Ansatz)
- Alternativ möglich: Nutzung differenzierter Abstandsregelungen mittels Abstandsellipsen (z. B. 5x D in Hauptwindrichtung, 3x D in Nebenwindrichtung – aktuell nicht implementiert, aber vorbereitet für zukünftige Erweiterung)

Flächeninanspruchnahme pro WEA

- Große WEA: 270.400 m²
- Kleine WEA: 201.601 m²

Hinweis: Die vollständige Rotorfläche (Rotor-In-Prinzip) muss innerhalb der nutzbaren Potenzialfläche liegen.

¹ Flächenpotenzialanalyse für Windenergie an Land in Niedersachsen, <https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/ergebniskarten-der-windflächenpotenzialanalyse-downloadmöglichkeit-220485.html>

Flächenermittlung

Die für die Windpotenzialermittlung nutzbaren Flächen wurden von der Verbandsgemeinde zur Verfügung gestellt.

Platzierung der WEA

- Für jede Fläche wird berechnet, wie viele Anlagen dort platzierbar sind:
- Zuerst: Platzierung der großen WEA
- Danach: Platzierung kleiner WEA auf Restflächen

3.8.2 Ertragsberechnung

Datengrundlage

- Für jede Fläche werden die überlagerten Windertragskacheln (z. B. aus Windatlanten) herangezogen.
- Median-Ertrag aller sich mit der Fläche überschneidenden Kacheln wird als repräsentativer Wert angenommen.

Aggregation

- Gesamtertrag = Summe aller berechneten Einzelerträge
- Berechnung erfolgt:
 - Einmal mit KRK²-Flächenreduktion
 - Einmal ohne KRK-Flächenreduktion

Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse werden als Spannbreite möglicher Energieerträge ausgegeben:

- Untergrenze: Ertrag unter Berücksichtigung der KRK-Reduktion
- Obergrenze: Ertrag unter vollständiger Flächennutzung (ohne Reduktion)

Aktualisierbarkeit

Alle Eingangsparameter (Anlagentypen, Abstände, Flächeninanspruchnahme, Ertragsdaten) sind modular aufgebaut und leicht austauschbar, um zukünftige technische Entwicklungen oder geänderte Rahmenbedingungen berücksichtigen zu können.

3.8.3 Ergebnisse

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde auf Basis definierter methodischer Schritte (vgl. Methodikabschnitt) das technische Windenergiepotenzial im Gemeindegebiet ermittelt. Unter Verwendung des Anlagentyps **ENERCON E-160 EP5 E2 mit 5.500 kW Nennleistung** ergibt sich ein **theoretisch nutzbares Windstrompotenzial von insgesamt ca. 146 GWh pro Jahr**. Diese Berechnung basiert auf der priorisierten Flächenbelegung mit großen Windenergieanlagen, unter Berücksichtigung realistischer Flächeninanspruchnahmen und Abstandskriterien. Die Flächenauswahl erfolgte ausschließlich auf Grundlage von Arealen mit einer mittleren Windgeschwindigkeit ≥ 7 m/s, wodurch potenziell unwirtschaftliche Schwachwindstandorte ausgeschlossen wurden.

² Konfliktrisikoklassen – hier als Ausschlusskriterium für Windenergiepotenziale

Die Berechnungen erfolgten sowohl mit als auch ohne Berücksichtigung von KRK-Kriterien (Kriterien zur Reduktion nutzbarer Flächen z. B. durch Landschaftsschutz, Siedlungsabstände, etc.). Das genannte Ergebnis bezieht sich auf die **maximal theoretisch nutzbare Gesamtfläche**, also ohne Flächenreduktion nach KRK. In der konkreten Planungspraxis ist mit einem leicht reduzierten Wert zu rechnen.

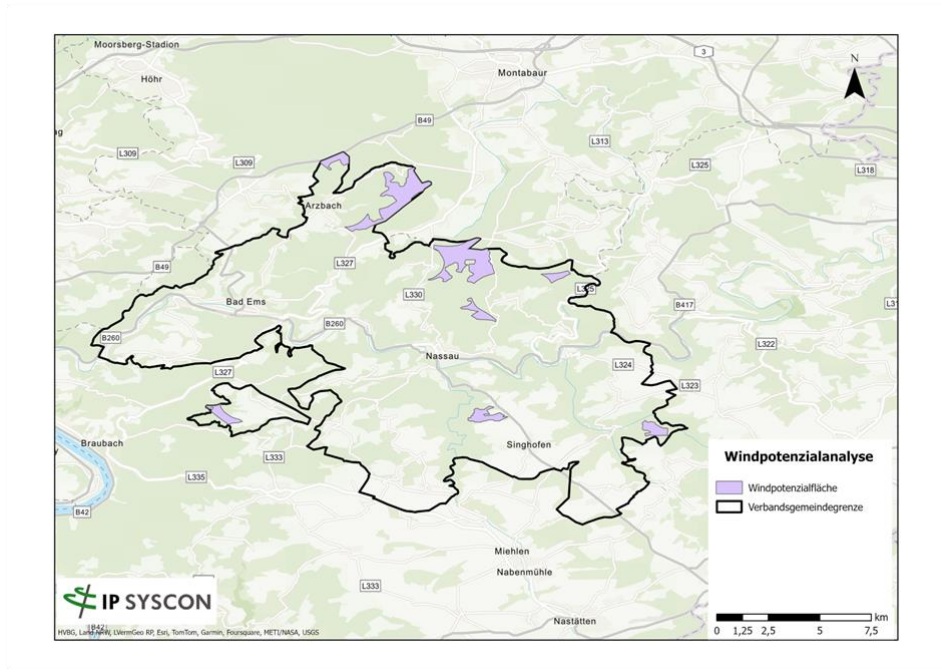


Abbildung 3-8 Darstellung der Windpotenzialflächen

Bei der Windstromerzeugung handelt es sich primär um die Bereitstellung elektrischer Energie. Dennoch hat dieser Strom **eine hohe Relevanz für den Wärmesektor**, da er über verschiedene Technologien direkt oder indirekt zur Deckung des Wärmebedarfs genutzt werden kann:

- **Wärmepumpen:** Durch die Versorgung mit Windstrom kann der Anteil erneuerbarer Wärme deutlich gesteigert werden. Insbesondere in Kombination mit intelligenter Steuerung und Wärmespeichern lassen sich volatile Einspeisungen gut mit der Wärmebedarfsstruktur koppeln.
- **Direktheizsysteme (z. B. Infrarotheizungen, elektrische Speicherheizungen):** In speziellen Anwendungen oder als Ergänzung in Niedrigenergiehäusern kann Windstrom direkt zur Raumwärmeerzeugung genutzt werden.
- **Power-to-Heat-Konzepte:** Überschüssiger Windstrom kann zur Wärmeerzeugung in Heizpatronen oder elektrischen Kesseln genutzt und in Nahwärmenetze eingespeist werden.
- **Sektorenkopplung:** Die Einbindung des Windstroms in den Wärmesektor unterstützt die Ziele der sektorübergreifenden Dekarbonisierung und verbessert die Auslastung des Stromnetzes durch lokale Nutzung.

Das errechnete Windpotenzial von **146 GWh/a** entspricht einem erheblichen Anteil am gesamten kommunalen Endenergiebedarf im Wärmesektor. Nach Informationen des statistischen Bundesamtes beträgt der durchschnittliche Wärmeverbrauch pro Kopf im Bereich

Wohnen 6,2 kWh/a³. Für 30.000 Einwohner summiert sich dieser Wert auf 186 GWh/a. Daraus ergibt sich:

- Ein erheblicher Beitrag zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung ist durch Windstrom möglich.
- In Kombination mit Wärmepumpentechnologien (typische Arbeitszahl 3–4) könnten bis zu **400–500 GWh/a an Nutzwärme** generiert werden, was teilweise oder sogar vollständig den lokalen Bedarf abdecken könnte.
- Der Vorteil gegenüber anderen erneuerbaren Energien liegt in der hohen Ertragsdichte der Windenergie, insbesondere an Standorten mit überdurchschnittlichen Windverhältnissen.

Einschränkungen:

- Der tatsächliche Zubau von Windenergieanlagen ist abhängig von Genehmigungsverfahren, Akzeptanz vor Ort und der konkreten Ausweisung geeigneter Flächen im Flächennutzungsplan.
- Die Integration in lokale Wärmeversorgungskonzepte erfordert Speicherlösungen und ggf. Netzentüchtigungen.

Das Windenergiepotenzial stellt eine **strategisch bedeutende Option** zur Versorgung des Wärmesektors mit erneuerbarer Energie dar. Die Nutzung dieses Potenzials sollte integraler Bestandteil der weiteren kommunalen Wärmeplanungen und Energieinfrastrukturentwicklung sein.

Empfohlen wird die vertiefte Prüfung geeigneter Standorte, die Initiierung von Beteiligungsverfahren mit Bürger*innen sowie die strategische Kombination mit Wärmenetzen und Wärmespeichern.

³ https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2022/PD22_09_p002.html

3.9 Wasserstoff

Die Erzeugung von Wasserstoff kann durch verschiedene Verfahren erfolgen, wobei die Elektrolyse von Wasser unter Einsatz von erneuerbaren Energien eine der umweltfreundlichsten Methoden darstellt. Bei diesem Prozess wird Wasser (H_2O) mithilfe von elektrischem Strom in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) aufgespalten. Dies ermöglicht die Produktion von sogenanntem "grünem Wasserstoff", der keine Treibhausgasemissionen verursacht. Es gibt jedoch auch andere Methoden, wie z. B. die Dampfreformierung von Erdgas, die zwar kostengünstiger, aber weniger umweltfreundlich ist, da hierbei CO_2 freigesetzt wird.

Eine wichtige Funktion von Wasserstoff ist seine Eignung als Speichermedium, um überschüssige Energie aus erneuerbaren Quellen wie Wind- und Solarenergie zu speichern. Diese gespeicherte Energie kann dann bei Bedarf wieder in Wärme umgewandelt werden. Die hohe Energiedichte von Wasserstoff macht diesen besonders attraktiv für industrielle Anwendungen. Insbesondere in der Schwerindustrie, wie der Stahl- und Chemieindustrie, wird Prozesswärme auf einem hohen Temperaturniveau benötigt, die effektiv durch Wasserstoff bereitgestellt werden kann. Ebenso sind einige industrielle Prozesse schwer zu elektrifizieren oder mit direkten elektrischen Heizmethoden zu betreiben. Zudem wird Wasserstoff in der Stahl- und Chemieindustrie stofflich benötigt.

Neben dem industriellen Einsatz kann Wasserstoff auch zur dezentralen Gebäudebeheizung über Brennstoffzellengeräte oder Gasbrennwertkessel (H_2 -Ready) verwendet werden. Jedoch ist der Einsatz von Wasserstoff im dezentralen Gebäudebereich vor allem aufgrund des Gesamtwirkungsgrades technisch und wirtschaftlich unattraktiv. In privaten Haushalten sind die Energieeffizienz und die Kosten, entscheidende Faktoren. Die Umwandlung von Elektrizität in Wasserstoff und anschließend in Wärme ist mit Energieverlusten verbunden. Direktelektrische Lösungen, wie z. B. Wärmepumpen, sind oft die effizientere und kostengünstigere Lösung für die Raumheizung und Warmwasserbereitung im Wohngebäudebereich.

In Abbildung 3-9 ist der Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von einer Kilowattstunde Raumwärme und Trinkwarmwasser über den Jahresdurchschnitt dargestellt. Um eine Kilowattstunde thermische Energie für Raumwärme und Trinkwarmwasser bereitzustellen, wird für einen mit Wasserstoff betriebenen Gasbrennwertkessel die 1,6-fache Menge an elektrischer Energie benötigt.

Der Vergleich zeigt deutlich den Effizienzvorteil der direkten Stromnutzung gegenüber der Verbrennung wasserstoffbasierter Brennstoffe, der sich auch im Endpreis für die Wärmegestehungskosten niederschlägt. Im Vergleich zu Wärmepumpen ergibt sich ein um das Fünffache bzw. Achtfache höherer Stromeinsatz (in Abhängigkeit der JAZ).

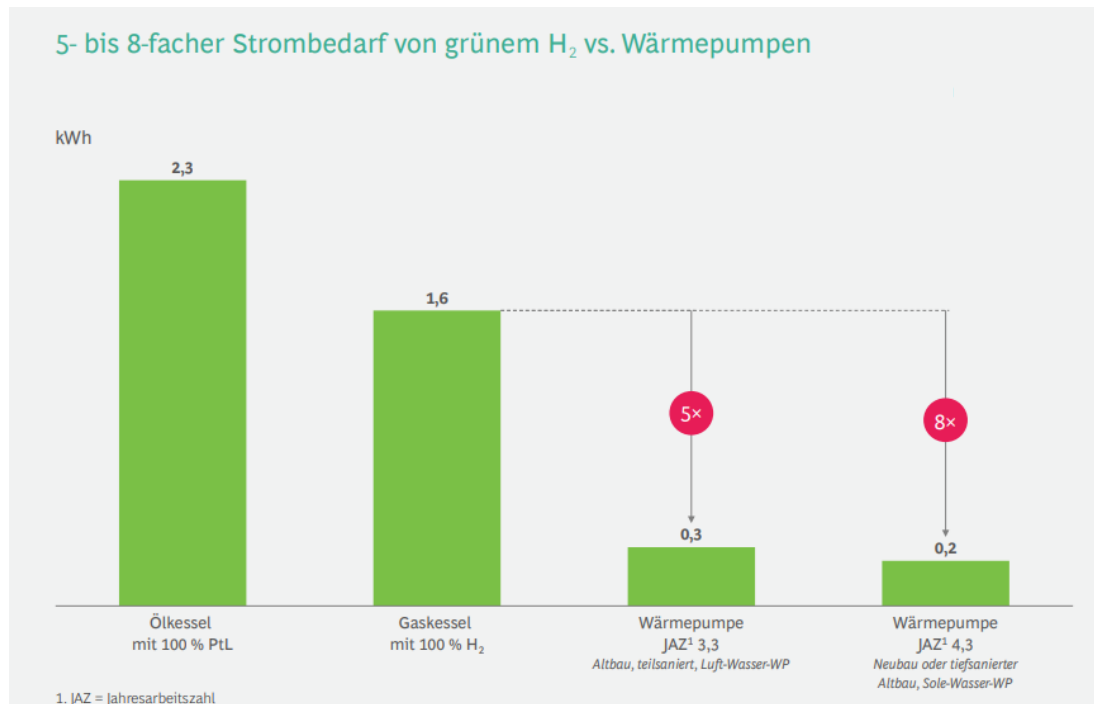


Abbildung 3-9 Strombedarf von verschiedenen Technologien zur Bereitstellung von 1 kWh Raumwärme und Trinkwarmwasser im Jahresdurchschnitt (BDI, 2021)

Zusammenfassend ist eine zukünftige Wärmeversorgung des Gebäudebereichs über Wasserstoff nicht realistisch. Pläne von Gasnetzbetreibern zur Umstellung der bestehenden Gasnetze auf zukünftigen Wasserstoffbetrieb liegen aktuell nicht vor und sind auch nicht absehbar. Allerdings kann Wasserstoff für bestimmte Industriezweige mit hohen Temperaturanforderungen sinnvoll sein. Für einen wirtschaftlichen Einsatz von regenerativ erzeugtem Wasserstoff ist die Kombination von bestimmten Randbedingungen erforderlich. Randbedingungen sind u. a. ein hoher Energiebedarf, hohe Prozesstemperaturen sowie eine Wasserstoffverteilung bzw. ein Elektrolyseur in der Nähe.

3.10 Zusammenfassung

Die folgende Tabelle 3-10 führt die im Zuge der Analyse ermittelten technischen Potenziale für den Ausbau von erneuerbaren Stromquellen sowie die Potenziale lokaler Wärmequellen auf. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass es durch mögliche Überschneidungen der Potenzialflächen zur Konkurrenz zwischen den einzelnen Energieträgern als auch mit anderen Nutzungen der Fläche kommen kann. Es ist im Einzelfall zu bewerten, welche Fläche für welche Technologie sinnvollerweise genutzt und ggf. kombiniert werden kann.

Tabelle 3-10 Überblick der Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung in der Verbandsgemeinde Bad Ems – Nassau

Technologie	Ø jährlicher Stromertrag	Ø jährlicher Wärmeertrag
Geothermie		
Erdwärmesonden	-	51.837 GWh/a
Erdwärmekollektoren	-	7.709 GWh/a
Umweltwärme		
Flussthermie	-	30 GWh/a
Luftwärme	-	„unbegrenzt“
Abwärme		
Industrielle Abwärme	-	78 GWh/a
Abwasserwärme	-	12,5 GWh/a
Solarenergie		
Solarthermie Dach	-	1.030 GWh/a
Solarthermie Freiflächen		12.398 GWh/a
Photovoltaik Dach	347 GWh/a	-
Photovoltaik Freiflächen	6.865 GWh/a	-
Biomasse		37 GWh/a
Windenergie	146 GWh/a	-
Wasserstoff	Kein Potenzial	Kein Potenzial

Die zentralen Ergebnisse der Analyse für eine klimafreundliche Wärmeversorgung in Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau verdeutlichen, dass insbesondere im Bereich der oberflächennahen Geothermie beträchtliche nutzbare Wärmemengen vorhanden sind (Erdwärmesonden: 51.837 GWh/a, Erdwärmekollektoren: 7.709 GWh/a). Sie bietet die mit Abstand größte Option für eine langfristig verlässliche und wetterunabhängige Wärmebereitstellung. Darüber hinaus kann auch Solarthermie mit 1.030 GWh/a einen weiteren wichtigen Beitrag liefern.

Zudem verfügt die Verbandsgemeinde über ein beachtliches Photovoltaik-Potenzial auf Dachflächen (ca. 347 GWh/a) und Freiflächen (rund 6.685 GWh/a) sowie Windenergie

(146 GWh/a), womit ein insgesamt jährliches Strompotenzial von etwa 7.178 GWh erreichbar ist. Der grüne Strom kann idealerweise zum Betrieb der Wärmepumpen für die oberflächennahe Geothermie genutzt werden.

Die übrigen Technologien spielen entweder eher eine untergeordnete Rolle: jedoch bestehen Potenziale für Abwasserwärme und industrielle Abwärme festgestellt, die standortnah genutzt werden könnten.

Wasserstoff bietet in der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau aktuell kein realistisches Szenario zur Wärmeerzeugung, da weder eine Anbindung an ein Wasserstoffnetz noch ein wirtschaftlicher Eigenbetrieb von Elektrolyseanlagen absehbar ist.

Zur Einordnung der Potenziale ist in Abbildung 3-10 noch einmal der Jahresheizenergiebedarf an Wärme in der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau dargestellt. Die im Gebiet der Verbandsgemeinde erschließbaren Potenziale sind dabei bei weitgehender Ausnutzung ausreichend, um den Wärmebedarf der Verbandsgemeinde zu decken. Insbesondere in den Wintermonaten wird jedoch weiterhin ein zusätzlicher Strombezug aus anderen Gebieten als Hilfsenergie für die Wärmebereitstellung notwendig sein.

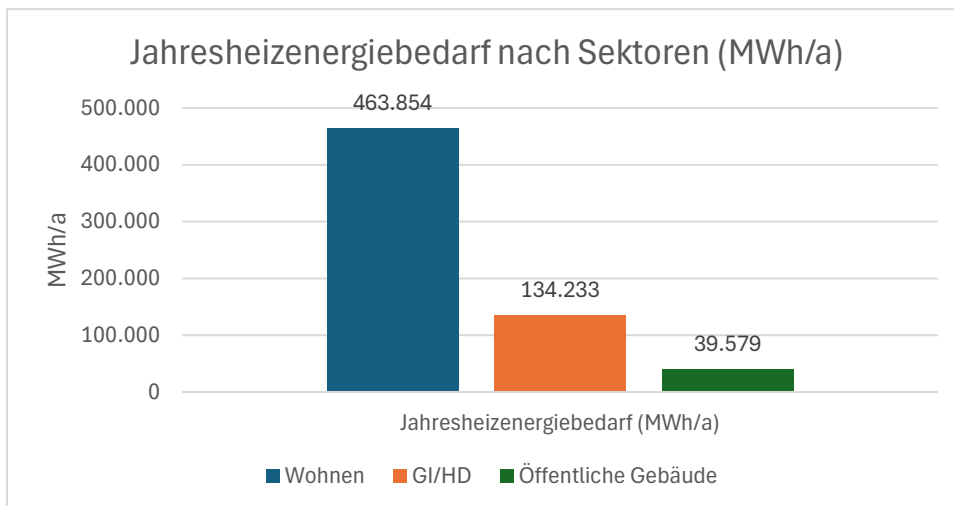


Abbildung 3-10 Jahresheizenergiebedarf nach Sektoren

4 Wärmebedarfsentwicklung

4.1 Neubaugebiete

In der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau befinden sich derzeit über 60 Wohneinheiten in verschiedenen Gebieten in Planung. Konkret sind in derzeit 35 WE in Singhofen im Baugebiet „Am Steinkopf“, 27 WE in Geising „Brunnenstraße“, 250 WE in Bad Ems „Mergelkraut“ sowie 25 WE in Bad Ems „Alte Kemmenauer Straße“ geplant. Zusätzlich sollen im Rahmen des Umbaus des REWE-Marktes in Bad Ems („An der Wipsch“) 45 WE entstehen.

Aufgrund der bisher zumeist im Anfangsstadium befindlichen Planungen erfolgt hier keine räumliche Zuordnung bzw. Darstellung. Die derzeit geplanten Wohneinheiten werden durch die Errichtung nach aktuellen Baustandards nur einen geringen Einfluss auf den Gesamtwärmebedarf in der Verbandsgemeinde haben.

4.2 Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz

4.2.1 Methodik

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde das technische Potenzial zur Reduktion des gebäudebezogenen Heizenergiebedarfs durch energetische Sanierung der Gebäudehülle analysiert. Grundlage hierfür bildet eine differenzierte Betrachtung dreier Sanierungszustände: unsaniert (Ist-Zustand), teilsaniert (Dach und Fenster erneuert) sowie vollsaniert (alle Bauteile der Gebäudehülle entsprechend Gebäudeenergiegesetz – GEG – modernisiert).

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist die Ermittlung von Einsparpotenzialen im Wärmebedarf durch energetische Sanierungsmaßnahmen ein zentraler Bestandteil. Ziel dieser Methodik ist es, dass technisch mögliche Einsparpotenzial durch verbesserte Gebäudehülle-Effizienz darzustellen. Hierzu wird der Heizwärmebedarf für jedes Gebäude in verschiedenen Sanierungszuständen berechnet und verglichen.

Sanierungszustände

Für die Analyse wurden zwei energetische Sanierungszustände definiert:

1. Teilsanierter Zustand: Austausch von Dach und Fenstern
2. Vollsanierter Zustand: Austausch aller relevanten Bauteile der thermischen Gebäudehülle (Dach, Außenwände, Fenster, Bodenplatte bzw. Kellerdecke)

Diese Zustände repräsentieren typische Sanierungsstufen, wie sie in der kommunalen Praxis anzutreffen bzw. als Ziel gesetzt sind. Die Dach- und Fensterflächen wurden aufgrund von prozentualen Verteilungen von Einzelförderanträgen bei der BAFA ausgewählt.

Sanierungsrate

Für die Sanierungsraten wurden folgende drei Sanierungsraten im Projektverlauf definiert und für jede Sanierungsrate der Wärmebedarf bis zum Zieljahr 2045 mit den Zwischenjahren 2030, 2035 und 2040 berechnet:

- Sanierungsrate: 0,83% (aktuelle Sanierungsrate im Bundesschnitt, berechnet durch das Institut für Wirtschaft im Jahr 2023)
- Sanierungsrate: 1,25 %, abgeleitet aus den Leitfäden der KWW und der KEA-BW sowie der KEA-Nds

- Sanierungsrate 1,75 %, abgeleitet aus den Leitfäden der KWW und der KEA-BW sowie der KEA-Nds

3. Datengrundlage – U-Werte der Bauteile

Für die Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Bauteile in sanierten Zuständen wurden die Anforderungen gemäß der jeweils aktuellen Fassung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) herangezogen. Die U-Werte orientieren sich an den energetischen Mindestanforderungen nach GEG für Austausch bzw. Sanierung einzelner Bauteile.

4. Berechnungsmethodik

Die Berechnung erfolgte dabei nach den in der Bestandsaufnahme beschriebenen Methodiken mit jeweils veränderten U-Werten.

5. Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisse werden unter anderem in Form von:

- Absoluten Jahresheizenergiebedarfen [kWh/a] pro Gebäude und Sanierungszustand
- Einsparpotenzialen [%] durch Teilsanierung und Vollsanieung
- Aggregierten Werten auf allen Aggregationsebenen (Wärmelinie, Hotspot, Cluster, Gemeinde)

dargestellt. Diese Werte fließen in die Wärmebedarfsprognose und Szenarienbildung der kommunalen Wärmeplanung ein.

Prozesswärme

Im Rahmen der Einsparungen zur Senkung des Wärmebedarfs durch Steigerung der Gebäudeenergieeffizienz wurde außerdem qualitativ das Einsparpotenzial für die Prozesswärme bestimmt. Die Reduktion der Prozesswärmefaktoren folgt hierbei den Vorgaben des Technikcatalogs des Kompetenzzentrum Wärmewende⁴ in Halle.

4.2.2 Gesamtbetrachtung – Gebäudebestand

Zur Ermittlung der Einsparpotenziale im Gebäudesektor wurden unterschiedliche Sanierungsszenarien modelliert, die auf Annahmen zur Sanierungsrate, Sanierungstiefe und Sanierungsreihenfolge basieren. Die Berechnung erfolgte auf Grundlage gebäudescharfer Wärmebedarfsdaten, die mithilfe des Wärmebedarfsservices (WBS) simuliert wurden.

Ein zentrales Kriterium für die Abschätzung der Entwicklung im Gebäudebestand ist die Sanierungsrate, also der Anteil der Gebäude, die pro Jahr energetisch modernisiert werden. Hierzu wurden drei Szenarien definiert: ein konservatives „Business-as-Usual“-Szenario mit einer jährlichen Sanierungsrate von 0,83 %, ein realistisches Zielszenario mit 1,25% sowie ein ambitioniertes Effizienzzenario mit einer jährlichen Rate von 1,75%. Die Sanierungsraten werden dabei als Vollsaniierungsäquivalent angegeben.

Ergänzend dazu wurde für die Sanierungstiefe folgende Werte angenommen: 90 % der angenommenen Sanierungen sind Teilsanierungen (Fenster- und Dachdämmung), 10 % als

⁴ abrufbar unter <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung>

Vollsanierungen (umfassende Gebäudesanierung aller Gewerke) modelliert. Für die Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Bauteile in sanierten Zuständen wurden die Anforderungen gemäß der aktuellen Fassung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) herangezogen.

Zur Priorisierung der Gebäude kam ein Worst-Performing-Ansatz zum Einsatz: Sanierungen wurden vorrangig bei Gebäuden mit dem höchsten spezifischen Wärmebedarf angesetzt, da hier die größten Einsparpotenziale vermutet werden. Gebäude mit bereits geringem Wärmebedarf wurden im Modell hingegen mit einer niedrigen Sanierungswahrscheinlichkeit belegt.

Die Berechnung erfolgte in zwei Schritten: Zunächst wurde das technische Einsparpotenzial pro Gebäude für den teil- und vollsanierten Zustand berechnet (siehe Tabelle 4-1). Anschließend wurden diese Werte unter Berücksichtigung der jeweiligen Sanierungsrate und -tiefe auf die Gesamtzahl der Gebäude in den Szenarien (Stützjahre z.B. 2030, 2040) übertragen. So konnten projektspezifische Wärmebedarfsszenarien entwickelt werden, die das zukünftig mögliche Einsparpotenzial im Gebäudesektor realitätsnah abbilden. Diese können so auch in den unterschiedlichen Aggregationsstufen abgebildet werden.

Für den gesamten betrachteten Gebäudebestand ergibt sich folgender Heizenergiebedarf in den jeweiligen Zuständen:

Tabelle 4-1 Übersicht über die Einsparungen von Teil- und Vollsanierungen

Sanierungszustand	Heizenergiebedarf [MWh/a]	Absolute Einsparung [MWh/a]	Relative Einsparung [%]
Ist-Zustand	637.666	–	–
Teilsaniert	526.761	110.905	17,4 %
Vollsaniert	354.283	283.383	44,4 %

Die Analyse zeigt, dass durch gezielte energetische Maßnahmen an der Gebäudehülle erhebliche Einsparungen beim Heizenergiebedarf möglich sind. Eine Teilsanierung führt bereits zu einer Reduktion um rund 17 %, während eine Vollsanierung den Bedarf um mehr als 44 % senkt.

Sektorale Betrachtung

Die Potenziale zur Senkung verteilen sich unterschiedlich auf die drei betrachteten Sektoren – **Wohnen, Gewerbe/Industrie/Handel/Dienstleistungen (GI/HD)** sowie **öffentliche Gebäude**. Die sektorale Auswertung liefert ein differenziertes Bild des energetischen Sanierungspotenzials:

Tabelle 4-2 Übersicht über die Einsparungen von Teil- und Vollsaniierungen in den Sektoren

Sektor	Heizenergiebedarf Ist [MWh/a]	Teilsaniert [MWh/a]	Vollsaniert [MWh/a]	Einsparung vollsaniert [%]
Wohnen	463.854	394.744	242.458	47,7 %
GI/HD	134.233	99.287	85.067	36,6 %
Öffentliche Gebäude	39.579	32.729	26.757	32,4 %

Interpretation

- Im **Wohngebäudesektor** liegt das größte absolute und relative Einsparpotenzial: Bei Vollsaniierung kann der Heizenergiebedarf um fast **221.400 MWh/a** gesenkt werden.
- Der **nicht-wohnwirtschaftliche Bereich (GI/HD)** weist ein moderates Einsparpotenzial auf, wobei auch hier durch gezielte Maßnahmen rund **49.000 MWh/a** eingespart werden können.
- **Öffentliche Gebäude** tragen trotz kleinerer Gesamtsumme mit einem relativen Einsparpotenzial von über **32 %** ebenfalls zur Zielerreichung bei und können als Vorbilder in der kommunalen Sanierungsstrategie dienen.

Bedeutung für die kommunale Wärmeplanung

Die dargestellten Effizienzpotenziale stellen eine zentrale Stellschraube für die Transformation des Wärmesystems dar. Insbesondere in Kombination mit dem Ausbau erneuerbarer Wärmeerzeugung können sie maßgeblich zur Reduktion von CO₂-Emissionen und zur langfristigen Senkung der Energiekosten beitragen.

Für die strategische Wärmeplanung bedeutet dies:

- Priorisierung von Sanierungsmaßnahmen im Wohnsektor
- Integration von Förderprogrammen und Sanierungsfahrplänen
- Potenzialabschätzung für sinkenden Anschlussbedarf in Wärmenetzen
- Anpassung von Szenarien der zukünftigen Wärmeerzeugung an sinkende Bedarfe

Die energetische Sanierung der Gebäudehülle bildet somit einen **tragenden Baustein** der kommunalen Wärmewende.

4.2.3 Einsparpotenziale im Bereich Prozesswärme

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden auch potenzielle Einsparungen im Bereich der Prozesswärme betrachtet. Aufgrund unvollständiger oder ungenauer Datenlagen mussten dabei mehrere Annahmen getroffen und pauschale Absenkpfade herangezogen werden.

Datenlage und methodische Annahmen

Die Grundlage der Analyse bildet der Technikkatalog des Kompetenzzentrums Wärmewende (KWW), aus dem die verwendeten Absenkpfade entnommen wurden. Eine branchenbezogene Differenzierung war nicht möglich, da in den ALKIS-Daten (Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem) für Gebäude lediglich die allgemeine Nutzungsfunktion „Gebäude für Wirtschaft oder Gewerbe“ vorliegt. Eine exakte Zuordnung zu spezifischen Industrie- oder Gewerbebezügen war daher nicht umsetzbar.

Darüber hinaus lagen keine gebäudescharfen Energieverbrauchsdaten vor. Somit konnten auch keine realen Prozesswärmeverbräuche ermittelt werden. Für die Analyse wurde daher ein vereinfachendes Verfahren angewendet, bei dem der spezifische Nutzenergieverbrauch als Indikator für die energetische Einstufung herangezogen wurde. Hierbei gelten folgende Kategorien:

- Niedriger spezifischer Nutzenergieverbrauch: $\leq 200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Hoher spezifischer Nutzenergieverbrauch: $> 200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Absenkpfade nach Baualtersklassen

Basierend auf diesen Annahmen wurden die prozentualen Reduktionspotenziale der Prozesswärme gemäß der jeweiligen Baualtersklasse und Verbrauchsintensität wie folgt festgelegt:

Tabelle 4-3 Übersicht über die Absenkpfade der Prozesswärme

Baualtersklasse	Nutzenergieverbrauch	Reduktionspotenzial Prozesswärme
bis 1978	$\leq 200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	16 %
	$> 200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	32 %
1979 – 2009	$\leq 200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	14 %
	$> 200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	37 %
ab 2010	$\leq 200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	4 %
	$> 200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	30 %

Diese Werte spiegeln technologie- und strukturbedingte Einsparpotenziale wider, die im Zuge energetischer Optimierungsmaßnahmen in gewerblichen und industriellen Prozessen realisiert werden könnten.

Bewertung

Die Ergebnisse bieten einen orientierenden Überblick über die theoretischen Einsparpotenziale im Bereich der Prozesswärme auf Verbandsgemeindeebene. Sie sind jedoch mit Unsicherheiten behaftet, da sowohl die branchenspezifische Zuordnung als auch der tatsächliche Verbrauch der einzelnen Gebäude unbekannt sind. Für eine genauere Analyse wären detaillierte Verbrauchsdaten sowie eine feinere Klassifizierung der Nutzungen erforderlich.

5 Eignungsgebiete, Szenarien und Entwicklungspfade

Das Zielszenario soll aufzeigen, wie die von der Kommune angestrebte Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2040 ermöglicht werden kann. Das Szenario wird auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse ausgearbeitet und bezieht dabei die berechneten Endenergieeinsparpotenziale durch energetische Sanierung sowie die Potenziale zur Nutzung Erneuerbarer Energien mit ein.

Für die Wärmeplanung wird das Zielszenario Bottom-Up aufgebaut, d.h. zuerst wird die Kommune in Teilgebiete unterteilt, welche bzgl. ihrer Eignung für eine dezentrale Wärmeversorgung, für den Aufbau/Anschluss an ein Wärmenetz und für den Anschluss an ein Wasserstoffnetz analysiert werden.

Aus dieser Analyse wird für jedes Teilgebiet ein Wärmeversorgungsszenario für das Zieljahr entwickelt. Die Ergebnisse der Teilgebiete werden dann aggregiert, um das Gesamtszenario für die Kommune darzustellen.

Für jedes Teilgebiet wird ein Steckbrief erstellt. In diesem Kapitel werden zunächst die allgemeine Vorgehensweise und dann die Ergebnisse für die Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau dargestellt.

5.1 Vorgehen und Kriterien zur Einteilung der Gebiete

Im ersten Schritt wurde die Siedlungsfläche der Verbandsgemeinde in Teilgebiete aufgeteilt. Ziel der Wärmewendestrategie ist es für jedes Teilgebiet die zukünftig möglichen Wärmeversorgungsarten darzustellen. Deshalb sollten die Teilgebiete möglichst homogen im Sinne der Wärmeplanung sein, bzw. mögliche Synergien erfasst werden. Für die Aufteilung wurden die folgenden Kriterien herangezogen:

- ▶ zusammenhängende Siedlungsgebiete bzw. allgemein gebräuchliche Ortsabgrenzungen
- ▶ Natürliche oder bauliche Hindernisse: Trennung durch große Straßen, Bahngleise, Flüsse
- ▶ Bestehende Wärmeversorgungsart: leitungsgebundene Wärmeversorgung oder dezentrale Wärmeversorgung
- ▶ Siedlungstypen: Freistehende Einzelgebäude, Dorfkern oder Blockbebauung mit hoher Wohnungsdichte
- ▶ Abnehmerstruktur: Wohn-, gewerbliche oder industrielle Nutzung
- ▶ Ergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse

Alle Gebäude, die aufgrund ihrer Alleinlage keinem Teilgebiet zugeordnet wurden, werden nicht weiter berücksichtigt. Einige Teilgebiete wurden nach dem Feedback der Akteure neu zugeschnitten. Ein Kriterium waren dabei Unterschiede in der Eignung für die Wärmeversorgungsarten.

Gebietseinteilung

Die ermittelten Teilgebiete haben zunächst keine Wertung und sind teilweise kleiner als Stadtteile oder Gemeinden. Die Abbildung 5-1 zeigt die Einteilung des Verbandsgemeindegebiets in die Teilgebiete.

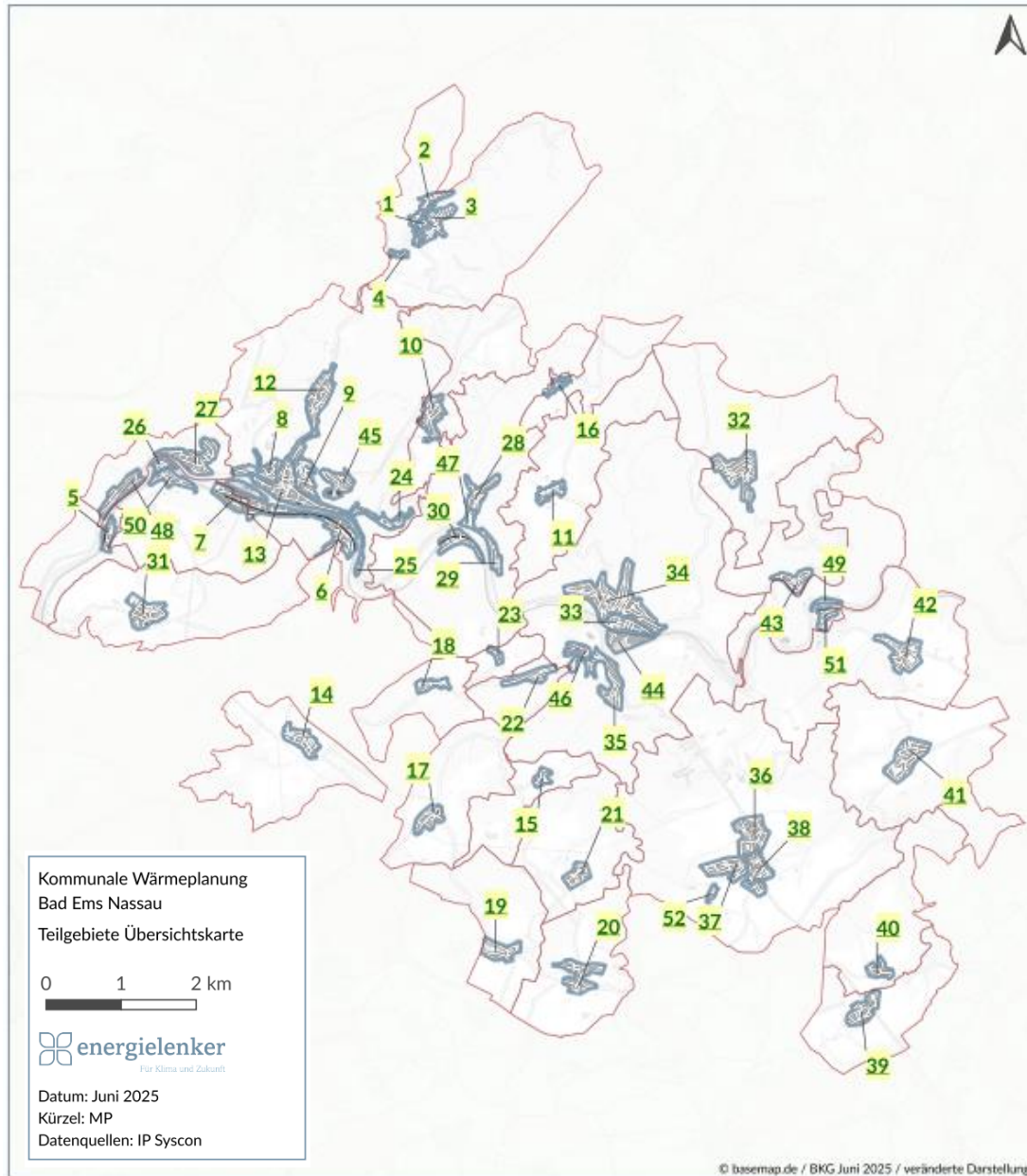


Abbildung 5-1 Einteilung der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau in Teilgebiete

Ermittlung der Eignung für Versorgungsoptionen

Nachdem die Einteilung in Teilgebiete erfolgt ist, werden den Teilgebieten auf Basis ihrer Eignung die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete (§ 3 (1) Nr. 14 WPG und §19 (2) WPG) zugewiesen. Dementsprechend erhalten die zunächst neutralen Teilgebiete eine

Wertung. Insgesamt können vier unterschiedliche Wärmeversorgungsgebiete unterschieden werden: Wärmenetzgebiet, dezentrales Gebiet, Wasserstoffnetzgebiet⁵ und Prüfgebiet.

Ein **Wärmenetzgebiet** ist ein Teilgebiet, welches entweder ein bestehendes Wärmenetz hat oder sich für die Errichtung eines Wärmenetzes eignen könnte.

Ein **dezentrales Gebiet** wird dadurch definiert, dass es sich nicht für die Versorgung über ein Wärme- oder Gasnetz eignet.

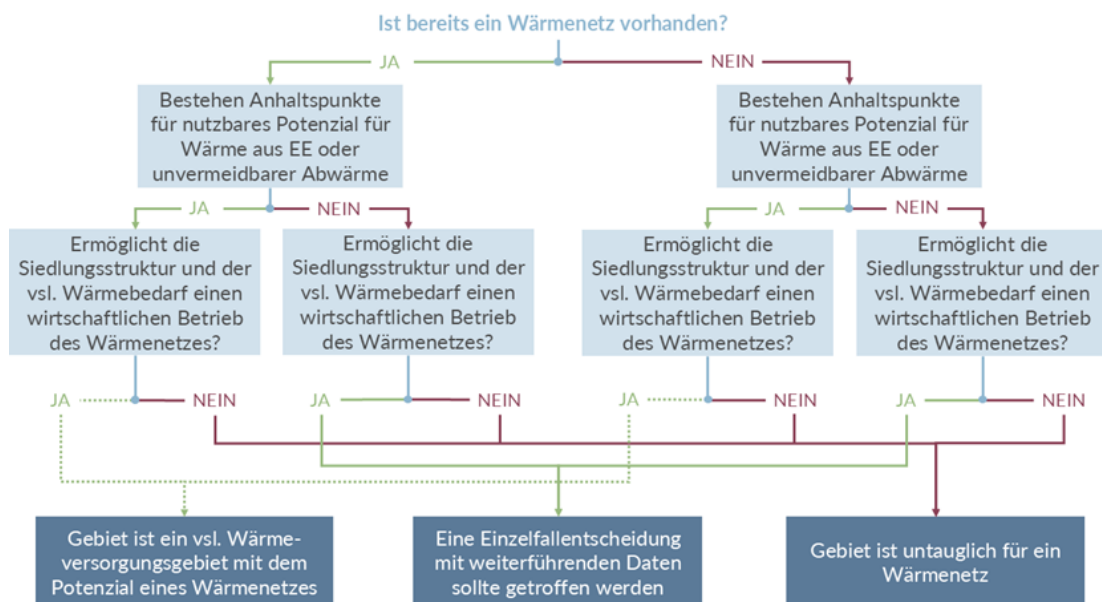


Abbildung 5-2 Prüfschema eines Wärmeversorgungsgebiet nach WPG §14 (2)

Ein **Wasserstoffnetzgebiet** ist ein Teilgebiet, welches entweder ein bestehendes Wasserstoffnetz aufweist oder sich in Zukunft für ein Wasserstoffnetz eignen könnte. Hierbei ist zu beachten, dass weder die notwendigen zur Verfügung stehenden Wasserstoffmengen noch die zukünftigen Preise ausreichend zuverlässig abgeschätzt werden können. Die derzeit in Deutschland im Aufbau befindlichen Produktionskapazitäten werden in erster Linie für industrielle Anwendungen sowie die saisonale Speicherung in der Stromproduktion benötigt.

⁵ Berücksichtigung entsprechend Vorgabe des WPG

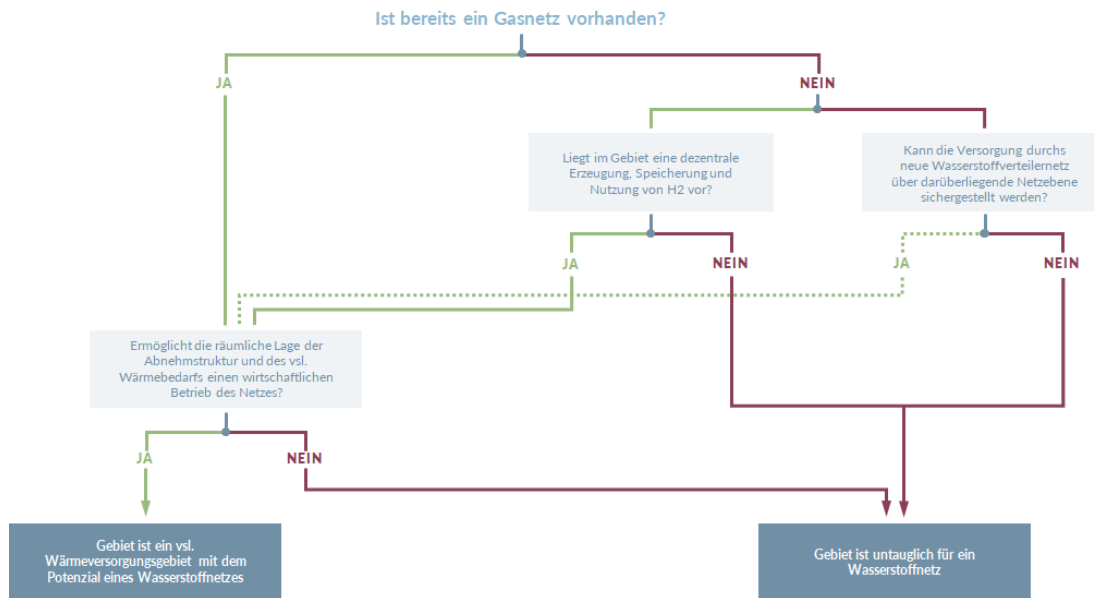


Abbildung 5-3 Prüfschema für ein Wasserstoffnetz

Ein **Prüfgebiet** ist ein Teilgebiet, für welches zum jetzigen Zeitpunkt keine Einschätzung erfolgen kann, wie das Teilgebiet in Zukunft mit Wärme versorgt wird. Die Versorgung des Teilgebiets mit leitungsgebundenem grünem Methan kann beispielsweise nicht ausgeschlossen werden.

Zur Einteilung der Gebiete werden, neben den gezeigten Prüfschemata (Abbildung 5-2 und Abbildung 5-3), vor allem die Ergebnisse der Bestandsanalyse genutzt. Sowohl die ermittelte Wärmebedarfs- als auch die Wärmelinienindichte und bestehende Gas- und Wärmenetze werden als Grundlage genutzt.

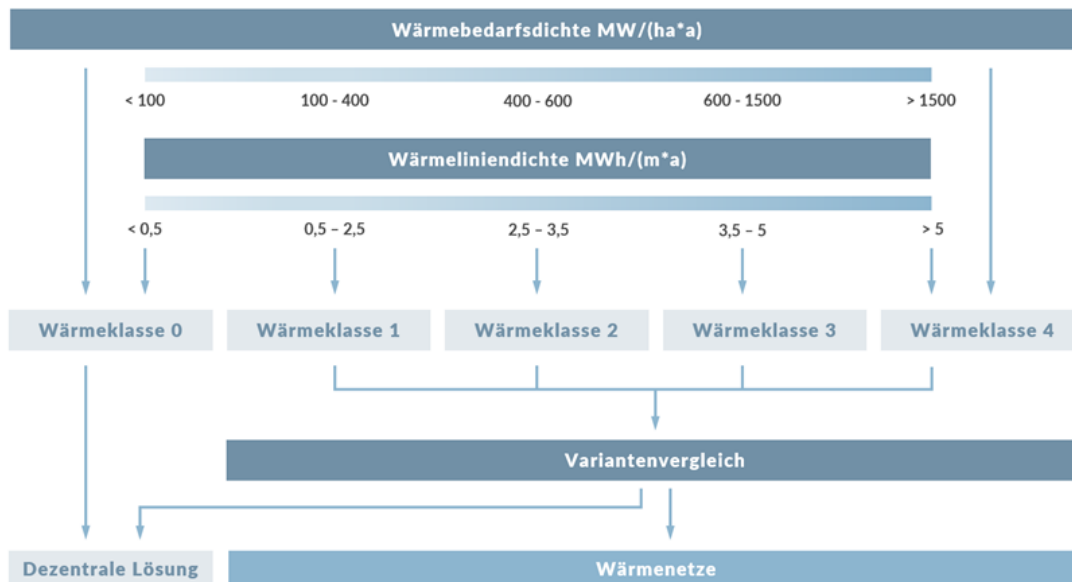


Abbildung 5-4 Einteilung der Wärmeklassen in Abhängigkeit der Wärmelinienindichte und Wärmebedarfsdichte

Die Einteilung auf Basis der Kriterien Wärmebedarfs- und Wärmelinienindichte ist in Abbildung 5-4 dargestellt. Für die endgültige Bewertung der wahrscheinlichen Eignung werden weitere Kriterien herangezogen, siehe auch Tabelle 5-2. Die Abbildung 5-4 zeigt, dass vor allem Gebiete mit geringen Wärmedichten für eine dezentrale Versorgung geeignet sind. Gebiete oder

Straßenzüge mit höheren Bedarfen können sich unabhängig von der Gebietseinteilung auch für eine zentrale Versorgung eignen. Die Einordnung der Wärmeklasse gibt an, welches Temperaturniveau sich für ein potenzielles Netz eignen kann. Dabei ist jedoch zu beachten, dass sich die Investitionskosten für Wärmenetze für verschiedene Temperaturniveaus kaum unterscheiden und lediglich die Betriebskosten Unterschiede begründen.

Gebiete zur Wärmenetzprüfung

Gebiete zur Wärmenetzprüfung eignen sich grundsätzlich auf Basis der Wärmedichte bzw. Wärmelinien-dichte für den Aufbau eines Wärmenetzes. Zusätzlich gibt es entweder bereits ein Wärmenetz in räumlicher Nähe oder eine mögliche erneuerbare Wärmequelle in unmittelbarer Nähe und das Gebiet wurde von einem Wärmenetzbetreiber bzw. potenziellen Wärmenetzbetreiber als interessantes Ausbaugbiet eingeschätzt.

Das Ergebnis der Einteilung der Teilgebiete in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete ist in der Abbildung 5-11 auf Seite 87 kartographisch dargestellt.

Neben der Ausweisung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsart in den Teilgebieten, sollen auch Gebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial ausgewiesen werden (§18 (5) WPG). Der Fokus dieser Gebiete liegt auf der Reduzierung des Energiebedarfs durch Sanierungsmaßnahmen. Potenzielle Sanierungsgebiete können sowohl zentrale als auch dezentrale Gebiete sein.

Erhöhtes Energieeinsparpotenzial

Gebiete, in denen im Zielszenario über 7 % des Gesamtenergiebedarfs durch Sanierung eingespart werden können, werden als Gebiete mit erhöhtem Sanierungspotential in der Karte dargestellt. Die Verbandsgemeinde kann diese Zuordnung aufgreifen und über Satzungen und Quartierskonzepte die energetische Sanierung vor Ort unterstützen. Die Ausweisung als Sanierungsgebiet ermöglicht darüber hinaus städtebauliche (Förder-)Instrumente für die Realisierung der Ziele der Wärmewende.

5.2 Darstellung in Teilgebietssteckbriefen

Für jedes Teilgebiet wurde ein Steckbrief erstellt, der die wichtigsten Daten zu diesem Gebiet zusammenfasst, das Gebiet beschreibt, die Potenziale in diesem Gebiet ausweist und das Zielszenario definiert. In Abbildung 5-5 bis Abbildung 5-7 ist ein beispielhafter Steckbrief dargestellt. Die Inhalte werden im folgenden Kapitel beschrieben, die Steckbriefe aller Teilgebiete finden sich im Anhang.

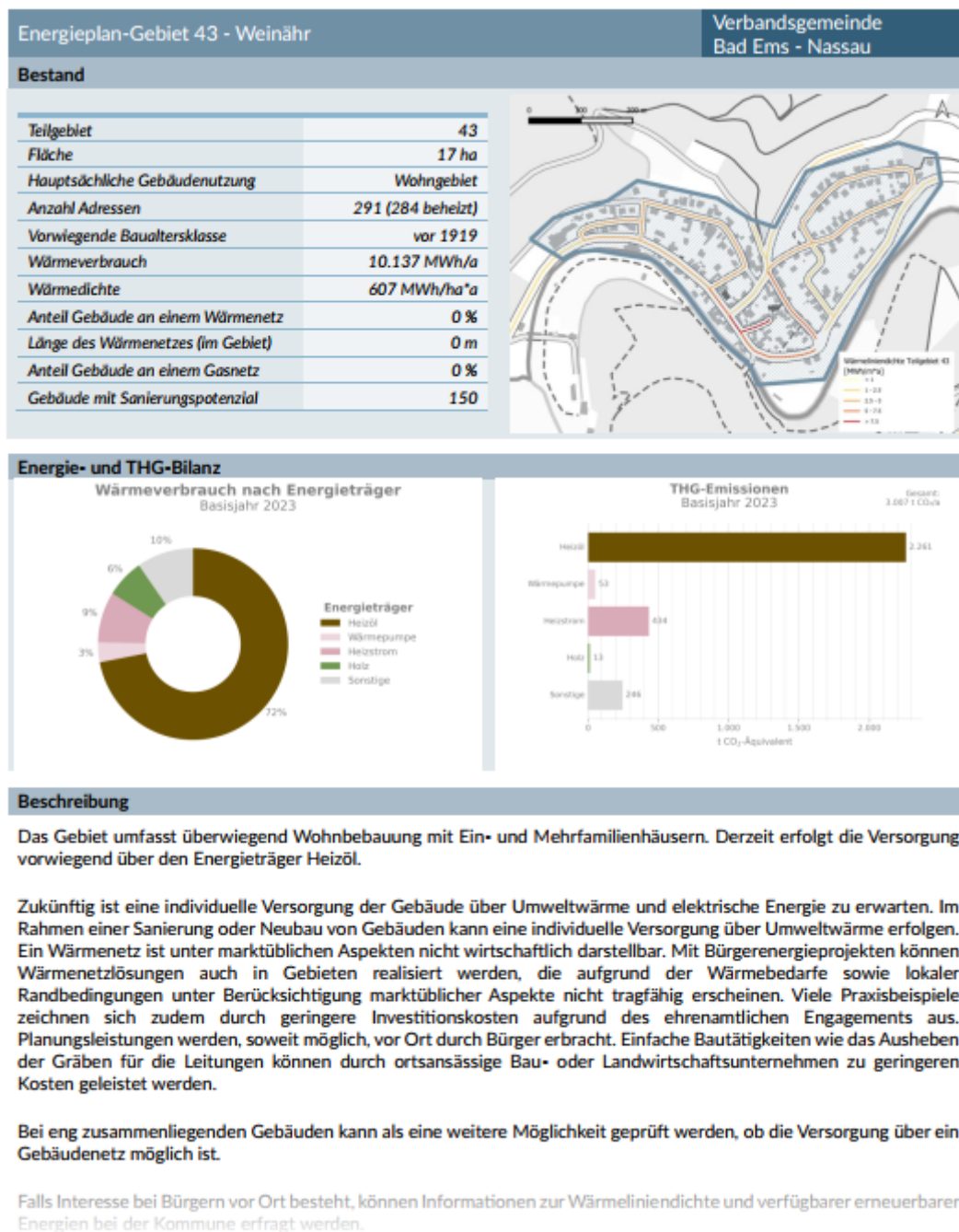


Abbildung 5-5 Beispiel der ersten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

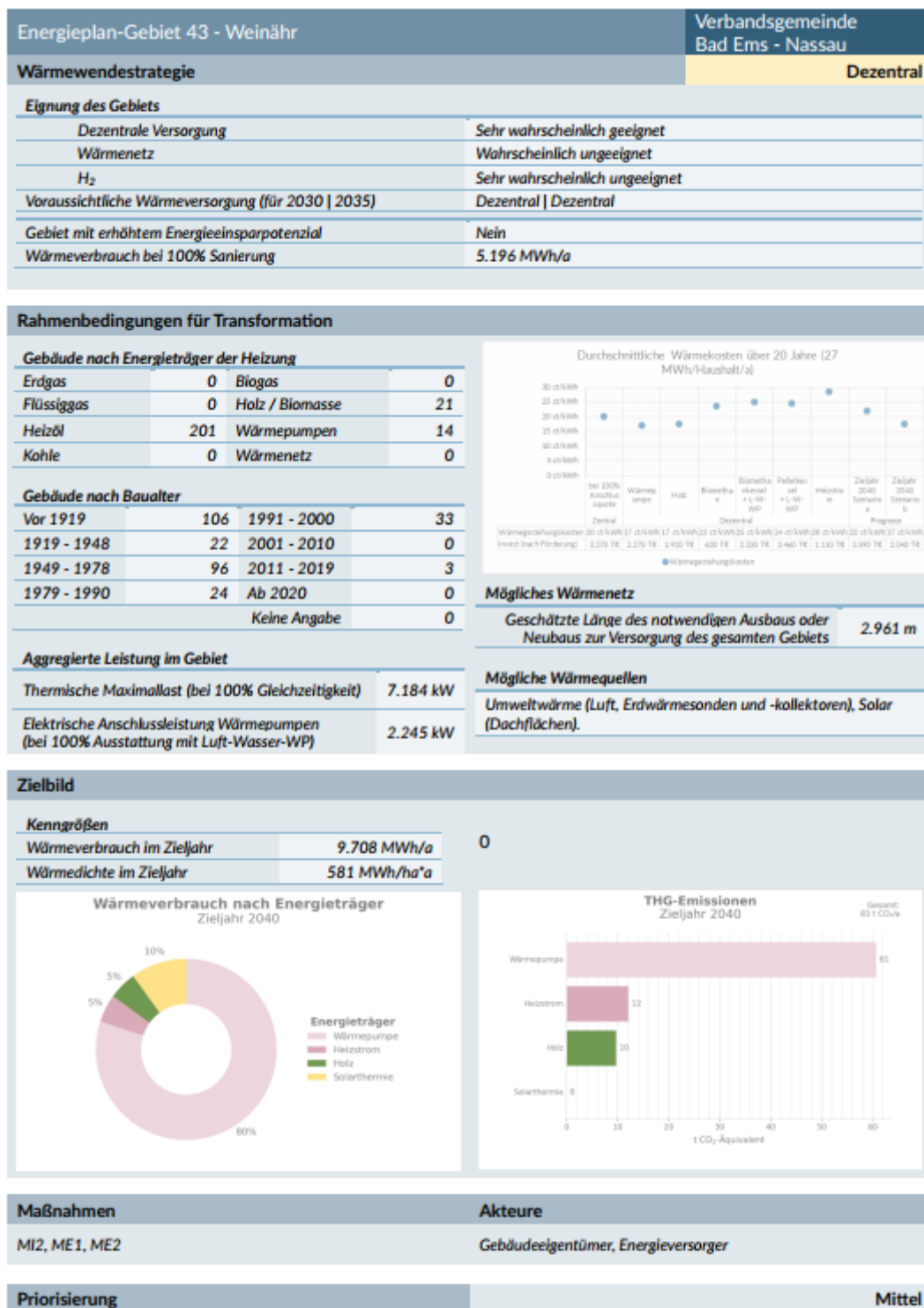


Abbildung 5-6 Beispiel der zweiten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

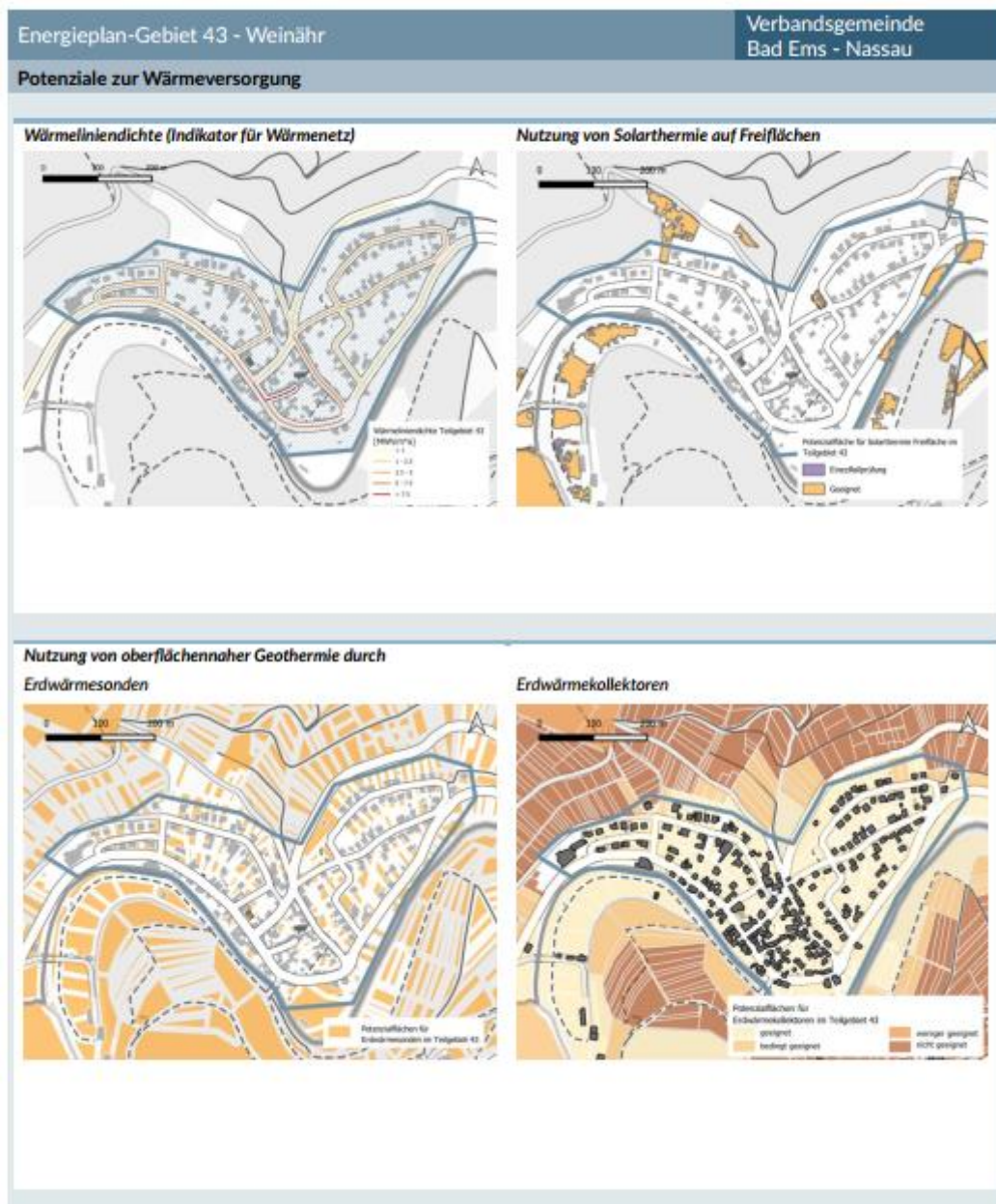


Abbildung 5-7 Beispiel der dritten Seite eines Teilgebietssteckbriefs

Bestand

Zunächst werden für jedes Teilgebiet in einer Tabelle die wichtigsten Bestandsdaten dargestellt. Dazu werden die Gebäudedaten aller in diesem Gebiet befindlichen Gebäude aggregiert. In Tabelle 5-1 sind die dargestellten Werte genauer erläutert.

Tabelle 5-1 Bestandsdaten Teilgebiete

Teilgebiet	Zufällige Nummerierung zur Identifikation des Teilgebiets
Fläche	Grundfläche des Gebiets in ha, Grundlage für die Berechnung der Wärmedichte
Hauptsächliche Gebäudenutzung	Hauptsächliche Nutzung der Gebäude, es wird unterschieden zwischen Wohnen, Industrie/Gewerbe und Mischgebiet

Anzahl Gebäude	Anzahl der Gebäude im Gebiet auf Basis des Gebäudekatasters, sowie die Anzahl der beheizten Gebäude. Teilweise sind hier auch Gebäudeteile in größeren Gebäudekomplexen als Gebäude gezählt.
Vorwiegende Baualtersklassen	Die vorwiegende Baualtersklasse der Gebäude in diesem Gebiet
Wärmeverbrauch	Der aggregierte Wärmeverbrauch aller Gebäude im Gebiet im Basisjahr
Wärmedichte	Der Wärmeverbrauch pro Fläche aller Gebäude im Gebiet
Anteil Gebäude an einem Wärmenetz	Anteil der Gebäude im Gebiet, die im Basisjahr über ein Wärmenetz versorgt wurden. Zu unterscheiden vom Anteil der Wärmemenge, die durch das Wärmenetz bereitgestellt wird, siehe auch Energiebilanz. Ist bspw. nur ein Gebäude mit einem überdurchschnittlichen Wärmebedarf an das Wärmenetz angeschlossen, ist der Anteil Wärmenetz in der Energiebilanz deutlich höher als der Anteil der Gebäude mit Wärmenetzanschluss.
Länge des Wärmenetzes (im Gebiet)	Länge der Wärmenetzleitungen im Gebiet, falls dort bereits ein Wärmenetz existiert. Auch Leitungen, die ohne Anschlüsse durch das Gebiet führen, werden ebenfalls erfasst.
Anteil Gebäude an einem Gasnetz	Anteil der Gebäude im Gebiet, die im Basisjahr mit Erdgas versorgt wurden. Inaktive Gasanschlüsse wurden nicht mitgezählt. Auch hier kann der Anteil der angeschlossenen Gebäude vom Anteil des Wärmeverbrauchs nach Energieträger abweichen, s.o. Wärmenetz.
Gebäude mit Sanierungspotenzial	Anzahl der Gebäude, die nach der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Methodik ein Sanierungspotenzial aufweisen.

Energie- und THG-Bilanz

Die Darstellung des Wärmeverbrauchs nach Energieträgern sowie der dadurch bedingten Emissionen basieren auf der Aggregation des gebäudescharfen Wärmeverbrauchs im Teilgebiet sowie den dazugehörigen Emissionsfaktoren, die im Anhang aufgeführt sind.

Beschreibung

Kurze Textbeschreibung des Teilgebietes. Hier werden auch Besonderheiten dargestellt.

Wärmewendestrategie

Im Baustein „Wärmewendestrategie“ wird die Eignung des Gebiets sowie die Einteilung in zukünftige Wärmeversorgungsvarianten dargestellt, sowie die Rahmenbedingungen und ein Pfad für die Transformation aufgezeigt. Dies basiert neben den Bestandsdaten auf den vorhandenen Potenzialen, die im Detail im letzten Baustein des Steckbriefs dargestellt werden.

Dabei wird die Eignung des Gebiets nach dem Wärmeplanungsgesetz für die drei Versorgungsarten dezentral, Wärmenetz und Wasserstoffnetz jeweils nach sehr wahrscheinlich geeignet, wahrscheinlich geeignet, wahrscheinlich ungeeignet und sehr wahrscheinlich ungeeignet bewertet. Die Einschätzung der Gebiete erfolgt dabei analog zu den im Leitfaden Wärmeplanung aufgeführten Kriterien und Indikatoren, siehe Tabelle 5-2.

Tabelle 5-2 Kriterien und Indikatoren zur Bewertung der Eignung der Teilgebiete nach Leitfaden KWP (ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI, 2024)

Bewertungs- kriterien	Indikatoren	Wärmenetz- gebiet	Wasserstoff- netzgebiet	Gebiet mit dezentraler Versorgung
Voraussichtliche Wärmegestehungskosten	Wärme(linien)dichte	x	o	o
	Potenzielle Ankerkunden Wärmenetz	x	o	o
	Erwarteter Anschlussgrad an Wärme-/Gasnetz	x	x	o
	Langfristiger Prozesswärmebedarf (>200°C und/oder stofflicher H ₂ -Bedarf)	o	x	o
	Vorhandensein von Wärme- oder Gasnetz im Teilgebiet selbst oder angrenzenden Teilgebieten	x	x	o
	Spezifischer Investitionsaufwand für Ausbau/Bau Wärmenetz	x	o	o
	Preisentwicklung Wasserstoff	o	x	o
	Potenziale für erneuerbare Wärmeerzeugung und Abwärmeeinspeisung	x	o	x
	Anschaffungs-/ Investitionskosten Anlagentechnik	x	x	x
Realisierungsrisiken und Versorgungssicherheit	Risiken hinsichtlich Auf-, Aus-, und Umbau der Infrastruktur im Teilgebiet	x	x	x
	Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	o	x	o
	Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	x	x	o
	Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	x	x	x
Kumulierte THG-Emissionen		x	x	x

Erläuterung:

x = Indikator wurde zur Bewertung in der jeweiligen Kategorie genutzt

o = Indikator ist für die Bewertung der Kategorie nicht relevant

Auf Basis der Ausgangssituation und der ermittelten Eignung wurde als Transformationspfad eine voraussichtliche Wärmeversorgung für das Ziel- und die Stützjahre festgelegt. Zusätzlich wurde jedes Gebiet als Gebiet zur dezentralen Versorgung, als **Wärmenetzprüfgebiet**, **Wasserstoffnetzgebiet** oder **Prüfgebiet** eingeteilt (siehe Abschnitt 5.1). Diese Kriterien sind als Leitlinien für eine erste Einordnung zu sehen. Hierbei ist zu beachten, dass dies nur die hauptsächlich geplante Versorgungsart darstellt. Es entsteht dadurch keine Pflicht zur Nutzung dieser Versorgungsart oder zum Ausbau der Infrastruktur.

Rahmenbedingungen für die Transformation

Hier erfolgt eine Darstellung der Energieträger nach Heizungsarten und Anzahl der Gebäude nach Baualter. Für den potenziellen Aus- oder Aufbau eines Wärmenetzes wird eine Abschätzung der notwendigen Wärmenetzlängen anhand der Wärmelinienlängen dargestellt. Unter mögliche Wärmequellen werden die vor Ort für eine dezentrale Versorgung vorhandenen und nutzbaren Quellen genannt. Mit der aggregierten Leistung werden die thermische Maximallast der bisherigen erdgasbasierten Versorgung sowie die elektrische Anschlussleistung bei Umstellung auf 100 % Versorgung mit Luft-Wasser-Wärmepumpen abgebildet.

Zielbild

Für jedes Gebiet wird ein Szenario für das Zieljahr 2040 modelliert. In diesem Szenario wird die Anzahl der bis 2040 angenommenen, sanierten Gebäude, der Wärmebedarf im Jahr 2040 sowie die resultierende Wärmedichte im Zieljahr dargestellt. Da die Sanierungsquote über das gesamte Gebiet der Verbandsgemeinde angenommen wird, wird je nach Einsparpotenzial eine unterschiedliche Anzahl von Gebäuden in jedem Gebiet saniert.

Zusätzlich erfolgt eine Darstellung der angenommenen Energieträgerverteilung und der daraus folgenden Treibhausgasemissionen im Zieljahr. Bei der Nutzung von Strom wird entsprechend des Technikkataloges (Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 2024) verbleibende Emissionen aus der Stromgestehung inklusive der Vorketten im Zieljahr angenommen. Diese Emissionen sind voraussichtlich unvermeidbare Restemissionen, die es zu kompensieren gilt.

Maßnahmen und Akteure

Aufgezählt werden alle Maßnahmen, die im beschriebenen Teilgebiet eine Zielerreichung der THG-neutralen Wärmeversorgung bis 2040 ermöglichen. Unter Akteure werden die für die Umsetzung verantwortlichen Akteure benannt. Im Falle einer dezentralen Versorgung sind die lokalen Energieversorger und die Gebäudeeigentümer aufgeführt. Hier besteht die Aufgabe in der Sicherstellung der notwendigen Leistungsfähigkeit der Stromnetze für die erwarteten zukünftig notwendigen zusätzlichen Mengen an elektrischer Energie.

Potenziale zur Wärmeversorgung

Es werden außerdem die möglichen Quellen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung sowohl für dezentrale Anlagen als auch Freiflächenpotenziale für größere Anlagen zur Einbindung in ein Wärmenetz beschrieben. Diese sind im letzten Abschnitt des Teilgebietssteckbriefs auch kartografisch für jedes Teilgebiet im Detail dargestellt.

5.3 Eignungsgebiete Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau

Im Folgenden wird die Einordnung der Teilgebiete nach Wärmeplanungsgesetz dargestellt.

5.3.1 Eignung für die Versorgung durch ein Wärmenetz

Wärmenetze bieten einen strategischen Vorteil zum Erreichen der Klimaschutzziele. Bei der Modernisierung zentraler Wärmeerzeugungsanlagen oder der Umstellung des Wärmenetzes auf erneuerbare Energien werden auf einen Schlag alle angeschlossenen Verbraucher erreicht. Maßnahmen in diesem Bereich haben also einen großen Hebel im Vergleich zu objektbezogenen Maßnahmen. Es kann davon ausgegangen werden, dass in Zukunft die Wärmeversorgung diverser wird und es stärker darauf ankommt, alle Akteure und Systembestandteile multivalent in das Versorgungssystem einzubeziehen. Das bedeutet, dass einzelne, in das Wärmenetz eingebundene Akteure zu unterschiedlichen Zeiten Wärmeabnehmer und Wärmelieferant sein können. Potenziale für neue Wärmenetze oder die Erweiterung von bestehenden Wärmenetzen finden sich in städtebaulichen Strukturen mit entsprechend hoher Wärmedichte. Die Wärmedichte bzw. Wärmeliniendichte sind Indikatoren für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen – je höher die Wärmeliniendichte, desto geringer fällt der Anteil der Leitungsverluste aus.

Die Eignung für eine Wärmenetzversorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet und stellt sich wie in Abbildung 5-8 gezeigt dar.

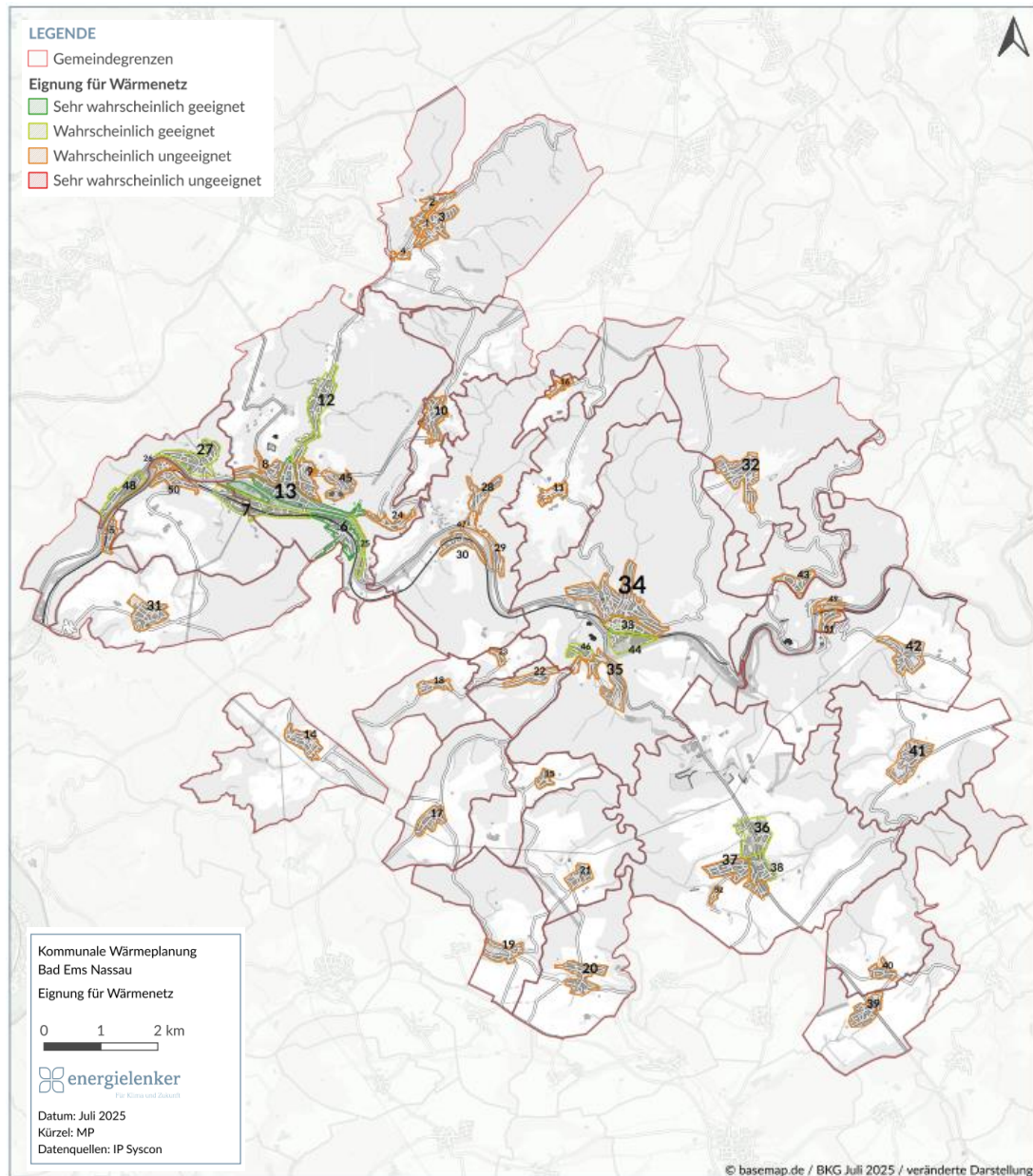


Abbildung 5-8 Eignung der Teilgebiete für eine Wärmenetzversorgung

In der Verbandsgemeinde wurden zwei Gebiete als sehr wahrscheinlich und neun Gebiete als wahrscheinlich für ein Wärmenetz geeignet eingestuft. 41 Gebiete sind für eine Wärmenetzversorgung wahrscheinlich ungeeignet. Mit Bürgerenergieprojekten können Wärmenetzlösungen auch in Gebieten realisiert werden, die aufgrund der Wärmebedarfe sowie lokaler Randbedingungen unter Berücksichtigung marktüblicher Aspekte nicht tragfähig erscheinen. Viele Praxisbeispiele zeichnen sich zudem durch geringere Investitionskosten aufgrund des ehrenamtlichen Engagements aus. Planungsleistungen werden, soweit möglich, vor Ort durch Bürger erbracht. Einfache Bautätigkeiten wie das Ausheben der Gräben für die Leitungen können durch ortsansässige Bau- oder Landwirtschaftsunternehmen zu geringeren Kosten geleistet werden. Bei eng zusammenliegenden Gebäuden kann als weitere Möglichkeit geprüft werden, ob die Versorgung über ein Gebäudenetz möglich ist.

5.3.2 Eignung für die Versorgung mit Wasserstoff

Da bis zum Abschluss der Wärmeplanung vom Gasverteilnetzbetreiber keine Absichten für die Transformation des Gasverteilnetzes nach § 71k GEG geäußert wurden und die zukünftige Wasserstoffversorgung insbesondere hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit für private Haushalte eher unwahrscheinlich ist, werden keine Gebiete als Wasserstoffnetzgebiete ausgewiesen.

5.3.3 Eignung für dezentrale Versorgung

Viele Gebiete eignen sich grundsätzlich für eine dezentrale Versorgung, da die Wärmedichte kein ausschlaggebender Faktor ist. Auch in Gebieten mit zentraler Eignung werden zumindest anteilig dezentrale Technologien genutzt. Eine Voraussetzung für dezentrale Wärmeerzeugung ist je nach Technologie eine entsprechende Verfügbarkeit von Platz auf dem Grundstück und im Gebäude. Ist dies nicht gegeben, wird die Auswahl der einsetzbaren Technologien eingeschränkt oder der Anschluss an ein zentrales System muss in Betracht gezogen werden. In Gebieten, wo ausreichend Ressourcen und Platz zur Verfügung stehen, bietet die dezentrale Versorgung jedoch erhebliche Vorteile, wie Unabhängigkeit von großen Versorgungsnetzen und die Möglichkeit, individuelle, umweltfreundliche Energiekonzepte umzusetzen.

Die Eignung für eine dezentrale Versorgung wurde nach dem Leitfaden Wärmeplanung bewertet (siehe Abschnitt 5.2) und stellt sich wie in Abbildung 5-9 gezeigt dar.

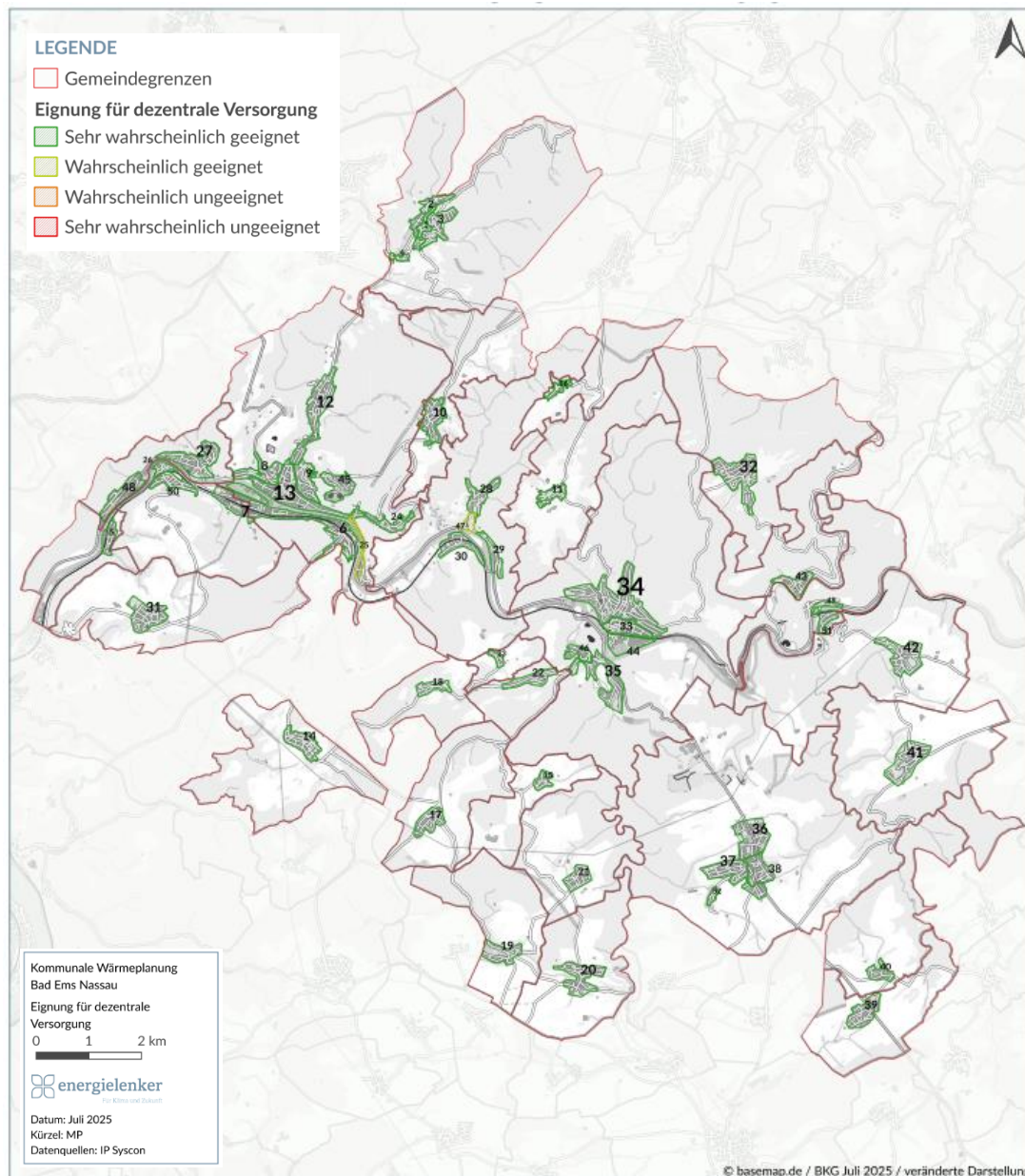


Abbildung 5-9 Eignung der Teilgebiete für eine dezentrale Versorgung

In der Verbandsgemeinde sind 52 Teilgebiete sehr wahrscheinlich und 2 Teilgebiete wahrscheinlich zur dezentralen Versorgung geeignet. Kein Teilgebiet ist wahrscheinlich ungeeignet für eine dezentrale Versorgung. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass eine dezentrale Versorgung im gesamten Verbandsgemeindegebiet möglich wäre.

5.3.4 Gebiete mit Sanierungspotenzial

Sanierungen spielen eine wesentliche Rolle für die Wärmewende, da sie die Energieeffizienz von Gebäuden deutlich verbessern und damit den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen erheblich senken. Viele Bestandsgebäude, besonders ältere, sind nur gering gedämmt und verbrauchen dadurch unnötig viel Energie für die Beheizung. Durch Maßnahmen wie die Dämmung von Außenwänden, Dächern oder Fenstern sowie den Austausch veralteter Heizsysteme können große Energieeinsparpotenziale erschlossen werden. Das reduziert nicht

nur die Kosten für die Bewohner, sondern trägt auch erheblich zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes bei, was für das Erreichen der Klimaziele entscheidend ist.

Eine gute Gebäudesanierung schafft außerdem die Grundlage für den effizienten Einsatz moderner, umweltfreundlicher Heiztechnologien wie Wärmepumpen. Diese Technologien arbeiten am effizientesten mit niedrigeren Vorlauftemperaturen.

Teilgebiete in denen die Umsetzung von Voll- und Teilsanierungen im Zielszenario 7 % an Energieeinsparung des Wärmebedarfs erreicht werden konnte, werden in der folgenden Abbildung in Gebieten mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial dargestellt. Insgesamt weisen 7 Teilgebiete ein erhöhtes Sanierungspotenzial auf.

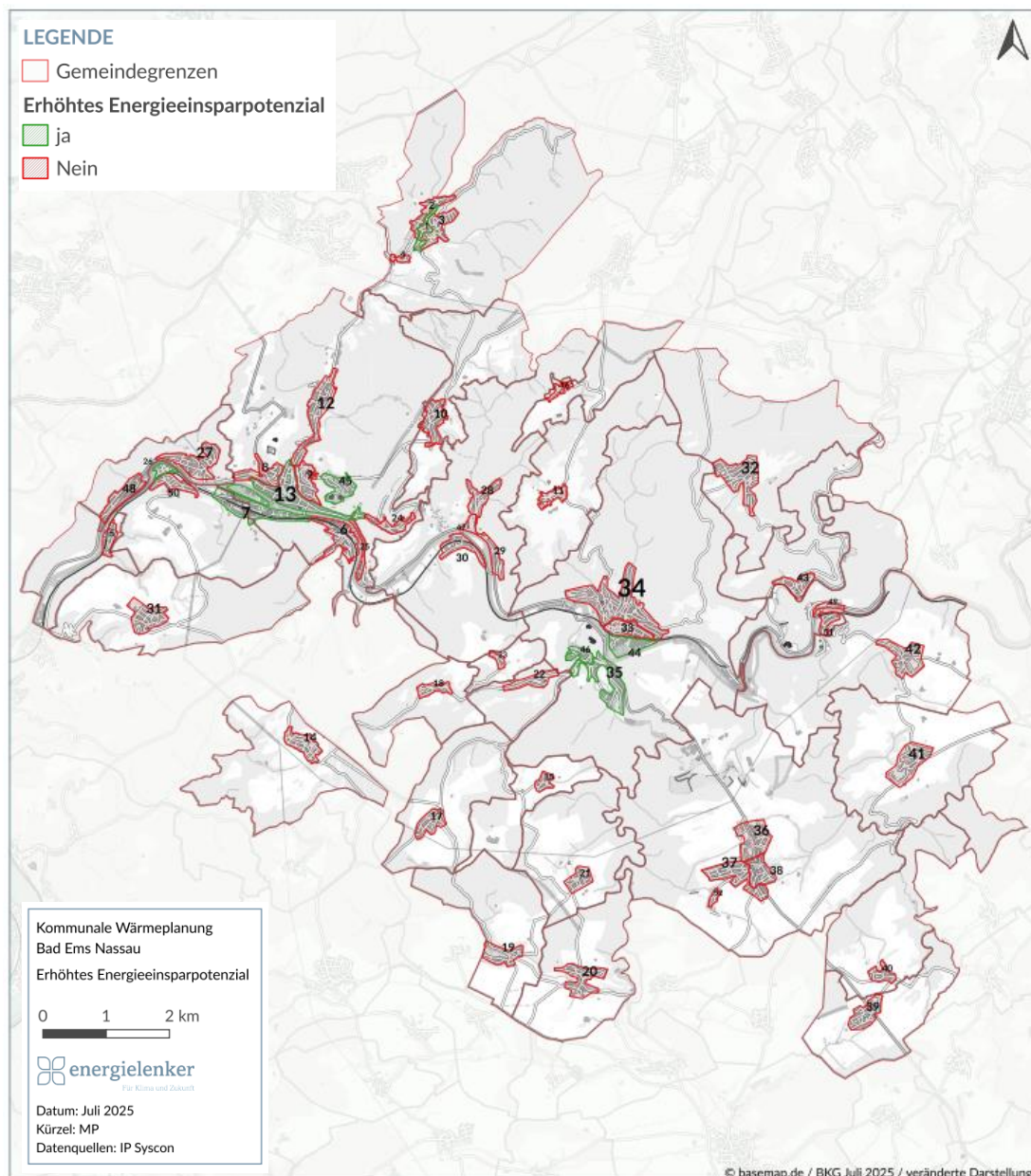


Abbildung 5-10 Teilgebiete in Bad Ems - Nassau mit hohem Sanierungspotenzial

5.3.5 Einteilung nach zukünftiger Wärmeversorgung

Anhand der Eignung der Gebiete wurden die Teilgebiete in Abbildung 5-11 in zukünftige Wärmeversorgungsoptionen eingeteilt.

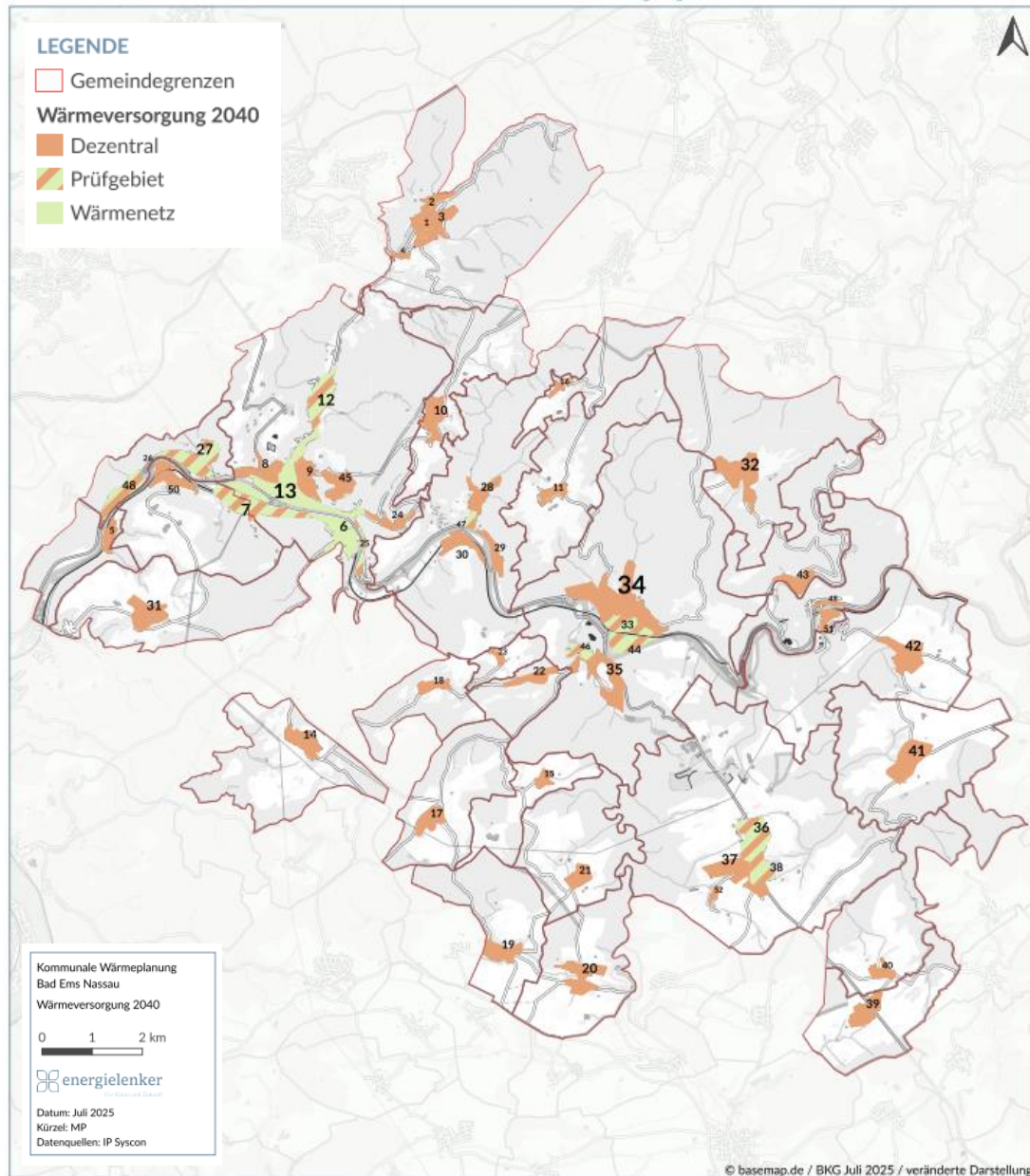


Abbildung 5-11 Einteilung in zukünftige Wärmeversorgungen

Dabei wurden 39 Gebiete als zukünftig vorwiegend dezentral eingeordnet und 2 Gebiete als Wärmenetzprüfung eingeteilt sowie 11 Gebiete als Prüfgebiete.

5.4 Szenarien

Auf Basis des jeweiligen Szenarios für die Teilgebiete wurde für das gesamte Verbandsgemeindegebiet ein Gesamtszenario berechnet. Gleichbleibende Annahmen sind dabei das Zieljahr der Klimaneutralität sowie der zukünftige Wärmebedarf. Für das Szenario spielt die Reduzierung des Wärmebedarfs durch Energieeinsparmaßnahmen eine wesentliche Rolle, gleichzeitig bleibt die Wahl der Wärmeerzeugungstechnologie, insbesondere die

Entscheidung zwischen zentraler und dezentraler Versorgung, unabhängig davon eine zentrale Frage. In dem jeweiligen Szenario des Teilgebietes werden für Teilgebiete mit Versorgung über ein Wärmenetz Anschlussquoten angenommen. Für nicht angeschlossene Gebäude wird vorrangig eine Versorgung mit Wärmepumpen angenommen.

Es wird davon ausgegangen, dass alle Gas- und Ölheizungen bis zum Zieljahr 2040 ausgetauscht werden. Für Gasheizungen wird angenommen, dass diese in etwa 20 Jahre betrieben werden. Kaputte Heizungen werden durch andere Technologien ersetzt. Biomasse-Heizungen bleiben bestehen. Für auszutauschende Heizungen wird je Teilgebiet entschieden, ob diese durch eine zentrale (Wärmenetzanschluss) oder dezentrale Heizungstechnologie ersetzt werden. Die auszutauschenden Heizungen werden mit Wärmepumpen oder Biomasse-Heizungen ersetzt.

Ein Großteil der Wärmeversorgung im Verbandsgemeindegebiet Bad Ems - Nassau wird zukünftig über Wärmepumpen erfolgen. Aber auch die Versorgung über ein Wärmenetz in einzelnen Teilgebieten hat auf Grund der zur Verfügung stehenden erneuerbaren Energien erhöhtes Potenzial.

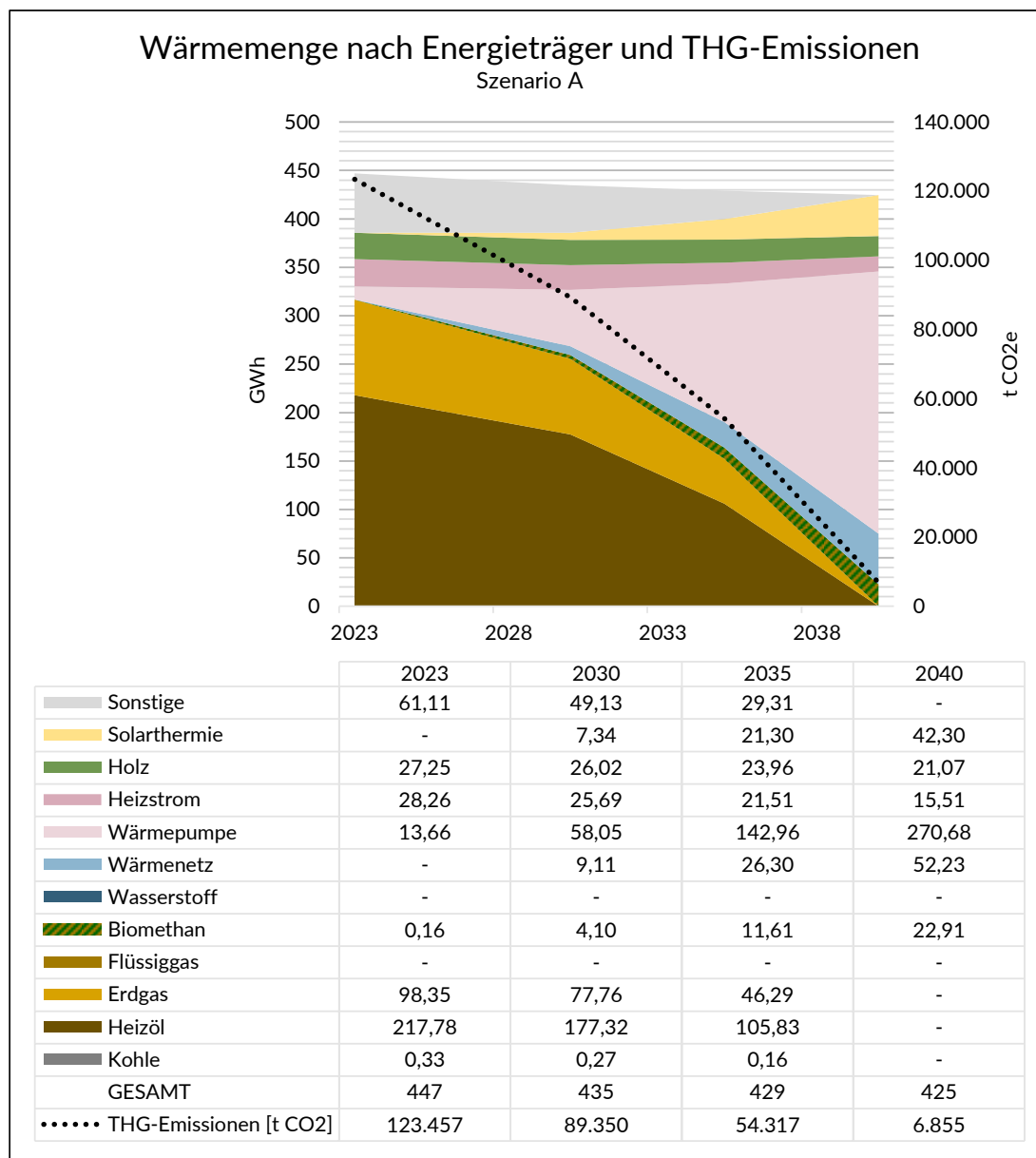


Abbildung 5-12 Prognose des Wärmeverbrauchs nach Energieträger in der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau

5.5 Entwicklung der Gasversorgung

Die Gasversorgung wird sich in den kommenden Jahrzehnten deutlich verändern. Der Ausbau erneuerbarer Energien wird weiter vorangetrieben, gleichzeitig werden sich fossile Energieträger durch steigende CO₂-Preise weiter verteuern, wodurch die Nachfrage nach Erdgas sinken wird. Die zukünftige Entwicklung der Gasversorgung wird von mehreren Faktoren beeinflusst, nicht nur den lokalen Zielen zur Wärmewende, den Strategien der Energieversorger, sondern auch von individuellen Entscheidungen von Gebäude- und Unternehmenseigentümern sowie geopolitischen Entwicklungen. Eine konkrete Vorhersage der Geschwindigkeit der Umstellung ist schwierig und es sollte eine Strategie entwickelt werden, wie mit den Veränderungen umzugehen ist.

Folgende Faktoren sind dabei zu berücksichtigen:

- ▶ **Rückgang der fossilen Gasnutzung:** Angesichts der globalen Klimaziele und der Bestrebungen zur Reduzierung von CO₂-Emissionen wird die Nutzung von fossilem Erdgas langfristig zurückgehen. Erdgas wird als Brückentechnologie in verschiedenen Wirtschaftszweigen noch eine Zeit lang eine Rolle spielen, aber langfristig durch erneuerbare Energien ersetzt werden. Auf nationaler und internationaler Ebene werden Anreize geschaffen, um den Umstieg auf erneuerbare Energien und energieeffiziente Technologien zu fördern. Dies betrifft insbesondere den Heizungssektor, wo der Ausbau von Wärmepumpen, Solarthermie und Fernwärme intensiv vorangetrieben wird. Dies wird die Nachfrage nach Erdgas zur Wärmeerzeugung schrittweise senken.
- ▶ **Verfügbarkeit von grünem Gas und Wasserstoff:** Grünes Gas, wie Biogas oder synthetisches Methan, sowie Wasserstoff (insbesondere grüner Wasserstoff, der aus erneuerbaren Quellen produziert wird), werden zunehmend an Bedeutung gewinnen. Diese Alternativen können Erdgas teilweise ersetzen, soweit nicht wirtschaftlich effizientere Lösungen zur Verfügung stehen und den Übergang zu klimafreundlicheren Lösungen unterstützen. Wasserstoff wird insbesondere in der Industrie Anwendung finden, aber bei der Wärmeversorgung von privaten Haushalten und Gewerbe voraussichtlich keine größere Anwendung finden.
- ▶ **Volatilität der Gaspreise:** Die Gaspreise könnten in den kommenden Jahren volatil bleiben, beeinflusst durch geopolitische Krisen, Nachfrageschwankungen und den Übergang zu alternativen Energien. Während der Rückgang der Erdgasnachfrage auf lange Sicht zu einer Stabilisierung führen könnte, wird es kurzfristig vor allem durch die Einführung des europäischen ETS-2 Emissionshandels ab 2027 voraussichtlich zu deutlichen Preisanstiegen kommen. Zudem sind durch die Veränderungen der globalen Energiemärkte für Erdgas größere Schwankungen in den Importpreisen nicht auszuschließen. Hierbei ist ebenfalls zu bedenken, dass die Erdgasförderung innerhalb Europas seit vielen Jahren rückläufig ist und sich dieser Trend auch weiter fortsetzen wird.

Konkret im Gebiet der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau ist daher zu prüfen, welche Teile der Gasinfrastruktur weiterhin wirtschaftlich für Gasnetzbetreiber und Anschlussnehmer genutzt werden können.

Bis zum 30.06.2028 neu verbaute Gasheizungen müssen nach dem Gebäudeenergiegesetz einen steigenden Anteil erneuerbarer Energien aufweisen (von 15 % in 2029 bis 60 % ab 2040). Ab dem 01.07.2028 dürfen nur noch Heizungen mit einem Anteil von mindestens 65% erneuerbarer Energien verbaut werden. Dies kann durch die Kombination einer Gasheizung als Hybridsystem oder durch die Nutzung von Biomethan oder Wasserstoff erfolgen. Ab dem 01.01.2040 muss die Wärmeerzeugung komplett klimaneutral sein.

Auf Basis der aktuellen Datenlage ist es wahrscheinlich, dass das Gasnetz in einigen Gebieten der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau nicht über das Zieljahr 2040 hinaus genutzt wird, da die Versorgung einzelner Privatabnehmer für den Netzbetreiber unwirtschaftlich wird. Der lokale Gasnetzbetreiber hat derzeit jedoch keine Pläne für die Stilllegung von Segmenten des Erdgasnetzes.

In Gebieten mit größeren Abnehmern (z.B. Industrieunternehmen) ist weiterhin eine Versorgung über das Gasnetz wahrscheinlich, allerdings ist hierzu der Übergang zu klimaneutralen Gasen wie Biomethan und ggf. Wasserstoff notwendig. Eine detailliertere Analyse und Strategie insbesondere auch hinsichtlich der Verfügbarkeit von grünem Gas sollte entwickelt werden.

6 Fokusgebiete

Zusätzlich zu den Anforderungen des Wärmeplanungsgesetzes ist für den Wärmeplan der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau die Betrachtung von zwei bis drei Fokusgebieten mit Maßnahmen inklusive konkreten Zeiträumen für die Umsetzung gefordert. Die Fokusgebiete sind exemplarische Gebiete, um spezifische Strategien zur künftigen Energie- und Wärmeversorgung zu erarbeiten.

Die Auswahl der Fokusgebiete erfolgte unabhängig von Teilgebieten anhand dem Beispielcharakter, der anstehenden vorrangigen Umsetzung oder besonderen Herausforderungen im Gebiet. Ausgewählt wurden Gebiete, für die voraussichtlich zeitnah Umsetzungs- und Investitionsentscheidungen getroffen werden können.

Im „Fokusgebiet-Teilgebiet 13“ wurden mehrere erneuerbare Energien Potenziale (bspw. Grubenwasser, Abwasser, Flusswärme) identifiziert. Die Wärmeliniendichte ist hoch und die Bebauung sehr dicht sowie teilweise denkmalgeschützt. Demnach ist davon auszugehen, dass ggf. die dezentral zur Verfügung stehenden Technologien nur eingeschränkt nutzbar sind und die Prüfung eines Wärmenetzes erfolgen sollte.

Im „Fokusgebiet – Teilgebiet 36“ gab es bereits in der Vergangenheit Überlegungen für ein Wärmenetz. Im Gebiet befinden sich potenzielle Ankerkunden. Zudem wurde ein mögliches Abwärmepotenzial identifiziert, was jedoch zunächst genauer untersucht werden sollte. Aufgrund der bestehenden hohen Wärmeliniendichten könnten hier bereits erfolgte Überlegungen wieder aufgenommen werden und die Machbarkeit eines Wärmenetzes geprüft werden.

Im Rahmen der Untersuchung für die ersten beiden Fokusgebiete wurden zunächst verschiedene potenzielle Szenarien für den Aufbau eines Wärmenetzes in den einzelnen Fokusgebieten entwickelt. Grundlage hierfür bildete die Analyse der Wärmeliniendichte sowie Informationen, die durch Akteursgespräche eingeholt wurden, um infrastrukturelle Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Basierend auf diesen Kriterien wurden potenzielle Netzverläufe digital kartiert. Für jede Variante wurde die Gesamtlänge der benötigten Rohrleitungen ermittelt. Parallel dazu erfolgte die Erhebung des Wärmebedarfs in Abhängigkeit von den angeschlossenen Adressen innerhalb des jeweiligen Fokusgebiets. Die erhobenen Parameter – die Rohrlänge, der aggregierte Wärmebedarf sowie die Anzahl potenzieller Anschlussnehmer – dienten anschließend als Grundlage zur Kostenschätzung. Diese erfolgte unter Bezugnahme der öffentlichen Daten des Leitfadens kommunale Wärmeplanung aus dem zugehörigen Technikatalog (Prognos AG; ifeu, 2024). Die angegebenen Kosten umfassen die Anschlusskosten für die Haushalte, die aus Hauptleitung und Verteilnetz zusammengesetzte Rohrnetzskosten sowie zusätzlich die Kosten für Übergabe- und Pumpstationen. Aufgrund der schwierigen Differenzierung zwischen Hauptleitung und Verteilnetz wird für die Kalkulation der Kosten eine gleichmäßige Verteilung der Anteile dieser beider Leitungstypen angenommen. Dabei werden für jedes Gebiet und Szenario die zwei Anschlussquoten 25% und 100% betrachtet, um für die Kostenabschätzung sowohl Minimal- als auch Maximalwerte darzustellen. Betreiberkosten wie Ausgaben für Betrieb, Instandhaltung und Personal wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht berücksichtigt, da auf dieser strategischen Planungsebene noch keine belastbaren Informationen zur Betriebsform oder zum technischen Konzept vorliegen. Eine genaue Abschätzung ist erst in der späteren Fachplanung möglich.

Innerhalb des „Fokusgebietes – Teilgebiet 47“ liegt zunächst die Prüfung von dezentralen Versorgungslösungen mit Wärmepumpen im Fokus. Die Bebauung ist teilweise sehr dicht

sowie denkmalgeschützt. Die Straßen sind sehr eng und teils ohne Bürgersteige sowie teilweise bereits umfänglich saniert. Zudem stehen nur eingeschränkt Außenflächen für die Aufstellung von beispielsweise Luftwärmepumpen zur Verfügung. Demnach sollen in diesem Gebiet zunächst detailliertere Betrachtungen hinsichtlich dezentraler Versorgungslösungen erfolgen.

6.1 Fokusgebiet - Teilgebiet 13 Bad Ems

Das Fokusgebiet - Teilgebiet 13 Bad Ems liegt im zentralen Siedlungsbereich der Stadt Bad Ems im nordwestlichen Teil der Verbandsgemeinde und umfasst eine Fläche von ca. 63 ha. Aktuell sind in diesem Wohngebiet 687 Adressen beheizt, mit einem jährlichen Wärmebedarf von rund 37.461 MWh. Knapp dreiviertel der Gebäude in dem Gebiet werden aktuell mit Gas beheizt. Den restlichen Gebäuden wurden Energieträger anhand von ZENSUS Daten zugewiesen. Aufgrund der kompakten Struktur und hoher Wärmeliniendichten (vgl. Steckbrief Teilgebiet 13 in Anhang) bietet das Gebiet demnach gute Voraussetzungen für den Ausbau eines Wärmenetzes.

Wärmenetzaufbau

Ein mögliches Ausbauszenario ist in Abbildung 6-2 dargestellt. Es sieht den Aufbau eines Wärmenetzes vor, dass sich vorrangig entlang der Insel Silberau, der Koblenzer Straße und der Viktoriaallee erstreckt. Der Schwerpunkt dieses Szenarios liegt auf der Versorgung kommunaler Einrichtungen wie der Kreisverwaltung des Rhein-Lahn-Kreises, Schulen, Sporthallen und der Feuerwehr Insgesamt könnten im Rahmen dieses Szenarios bis zu 79 Adressen mit einem Wärmebedarf von knapp 9.270 MWh/a an das Wärmenetz angeschlossen werden.

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wurde im Austausch mit lokalen Akteuren auf ein mögliches Potenzial zur Nutzung von Flusswasserwärme am Standort des bestehenden Wasserkraftwerks Bad Ems an der Lahn hingewiesen. Die Nutzung des Flusswassers in Kombination mit Wärmepumpentechnologie könnte grundsätzlich als Option für eine regenerative Wärmeversorgung in Betracht gezogen werden. Konkret könnte das Wasser der Lahn als Wärmequelle für eine zentrale Wärmepumpe genutzt werden, um die im Fluss gespeicherte Umweltwärme auf ein für die Netzeinspeisung nutzbares Temperaturniveau anzuheben. Dieses Konzept, auch als „kalte Nahwärme“ bezeichnet, bietet unter geeigneten Rahmenbedingungen eine effiziente und klimafreundliche Möglichkeit zur Wärmebereitstellung. Gegenwärtig handelt es sich hierbei jedoch um ein theoretisches Potenzial, dessen technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit im Rahmen einer vertieften Fachplanung noch zu prüfen ist. Aus diesem Grund kann diese Option zum aktuellen Planungsstand noch nicht in die wirtschaftliche Bewertung oder Dimensionierung des Wärmenetzes einbezogen werden. Des Weiteren wurden im Gebiet Wärme aus Abwasser und Grubenwasser als weitere erneuerbare Energien Potenziale identifiziert. Eine genauere Abschätzung und mögliche Einbindung der Potenziale sollte bei weiteren Betrachtungen mit untersucht werden.

Wärmenetzprüfung: Fokusgebiet 13

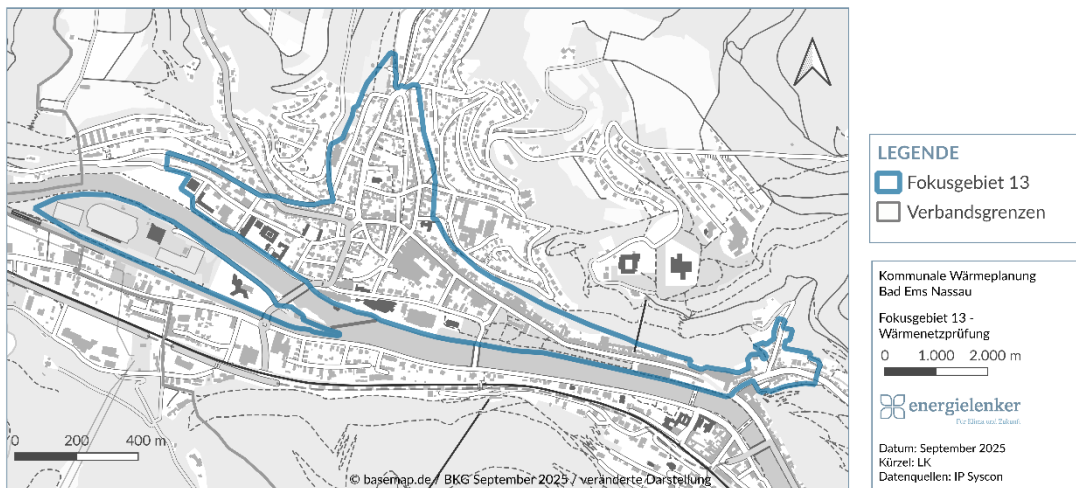
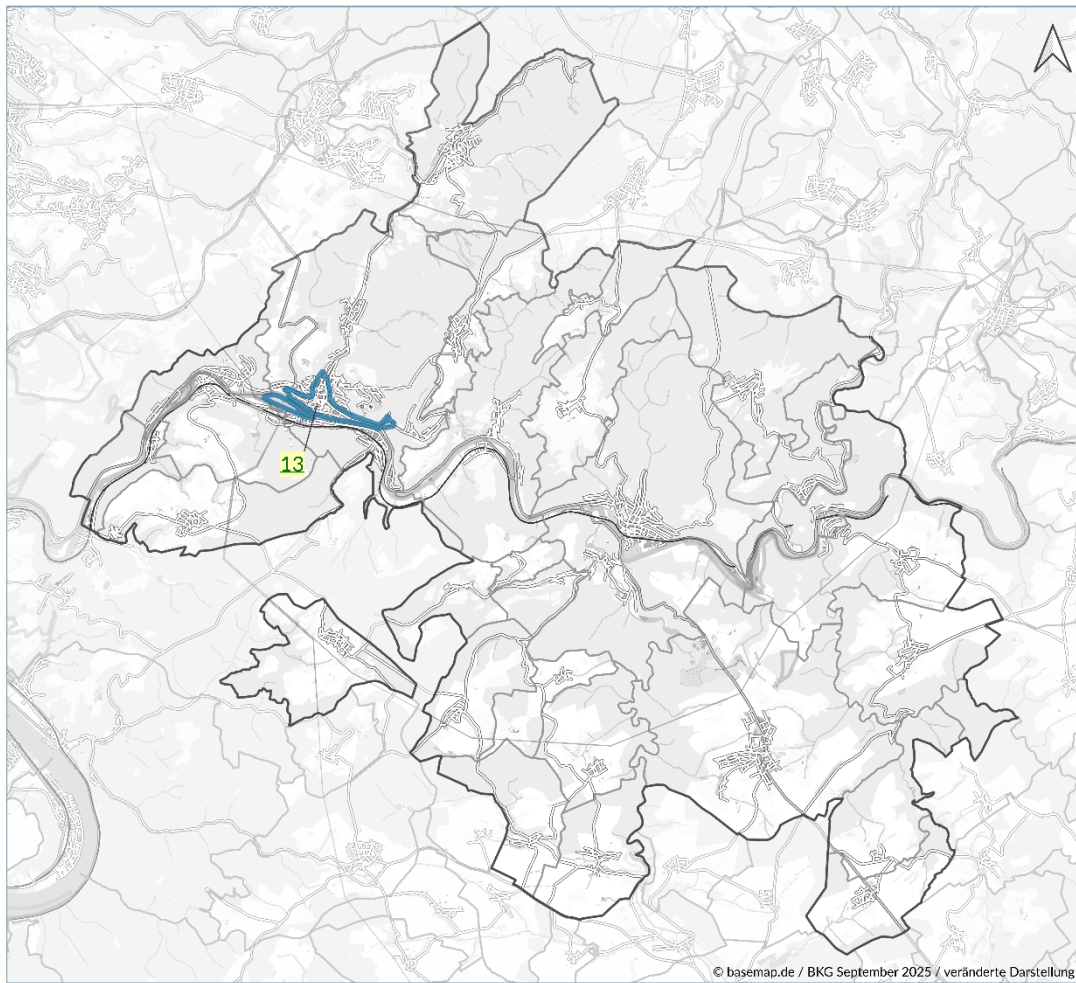


Abbildung 6-1 Fokusgebiet - Teilgebiet 13 Bad Ems

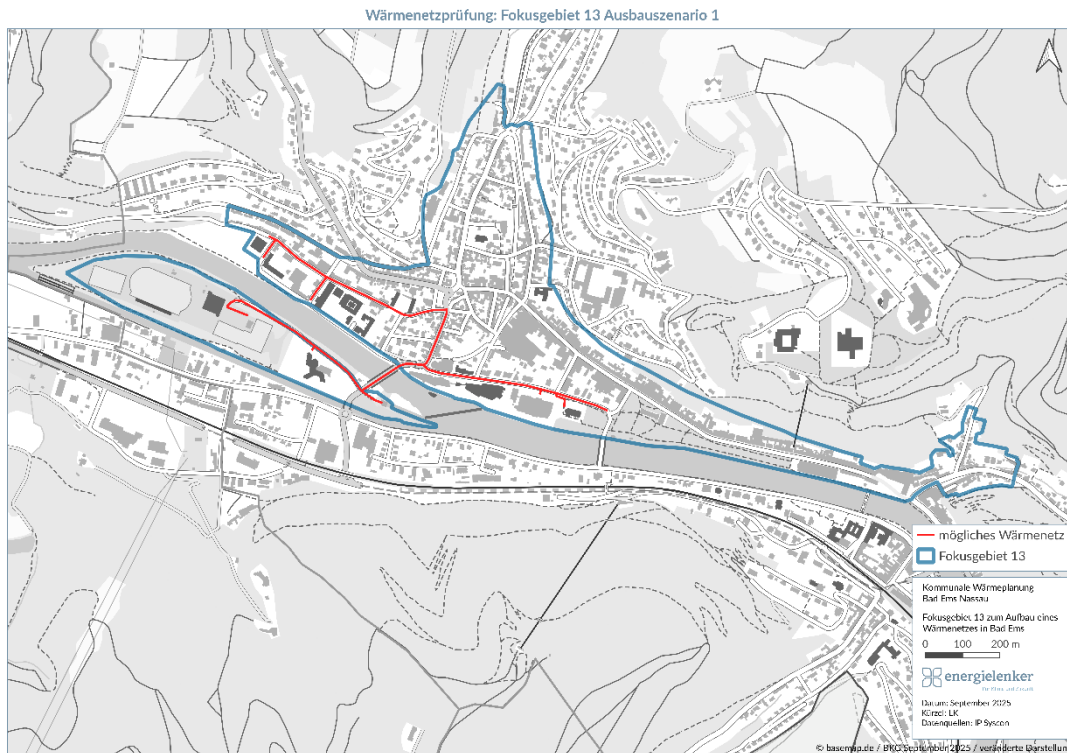


Abbildung 6-2 Wärmenetzprüfung Fokusgebiet 13: Szenario 1

Ein weiteres Ausbauszenario ist in Abbildung 6-3 dargestellt. In diesem Szenario könnten bis zu 478 Adressen im betrachteten Teilgebiet an ein Wärmenetz angeschlossen werden. Der damit erschlossene jährliche Wärmebedarf liegt bei rund 25.200 MWh. Mit diesem Ausbau würden große Teile des Fokusgebiets abgedeckt und ein wesentlicher Beitrag zur kommunalen Wärmewende geleistet.

Die konkrete Umsetzung eines solchen Wärmenetzes erfordert jedoch eine sorgfältige planerische Prüfung der örtlichen Gegebenheiten. Insbesondere in engen Straßenzügen, wie etwa der Koblenzer Straße oder der Kirchgasse, ist zu prüfen, ob ausreichend Platz für den Leitungsbau zur Verfügung steht. Hier könnten potenzielle Flächenkonflikte mit bestehenden Infrastrukturen wie Abwasser-, Trinkwasser- oder sonstigen Versorgungsleitungen auftreten, die im Rahmen der weiteren Planung berücksichtigt und gelöst werden müssen.

Bei weiteren Planungen ist zudem zu berücksichtigen, dass das skizzierte Vorhaben innerhalb der Pufferzone des UNESCO-Welterbes "Obergermanisch-Rätischer Limes" liegt. Die Schaffung eines Wärmenetzes im beschriebenen Bereich der Stadt Bad Ems kann zu Konflikten mit dem seriellen, transnationalen UNESCO-Welterbe "Obergermanisch-Rätischer Limes" führen. Entsprechend bedürfen jegliche Eingriffe in diesen Bereichen einer denkmalrechtlichen Genehmigung.

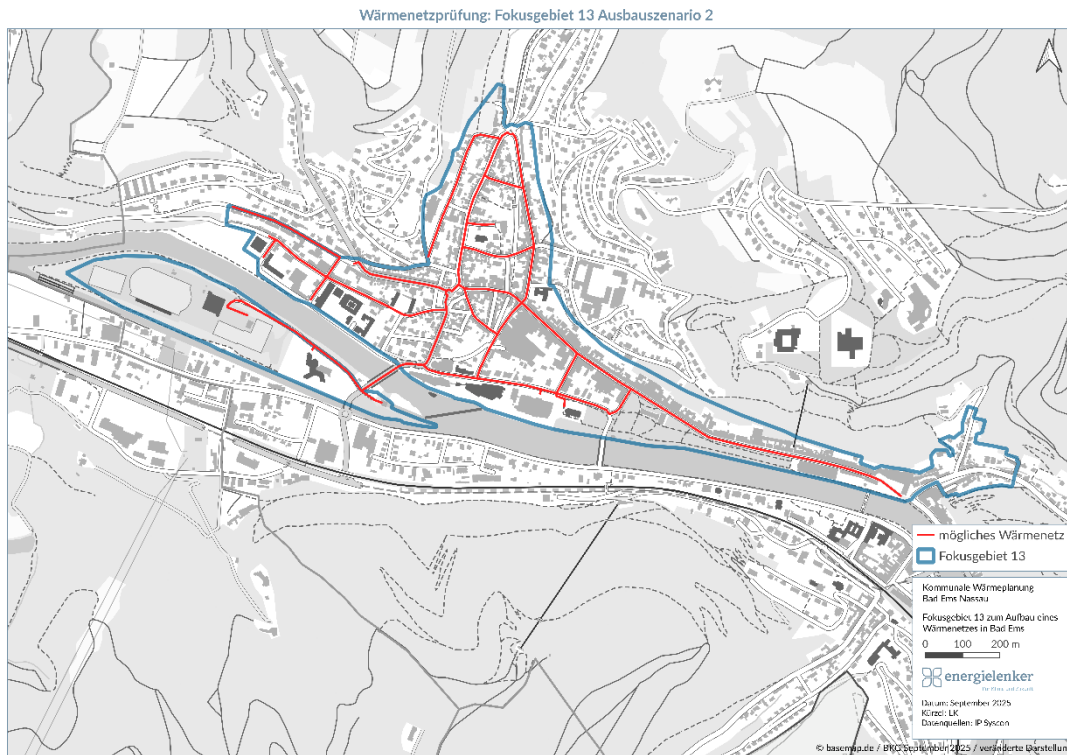


Abbildung 6-3 Wärmenetzprüfung Fokusgebiet 13: Szenario 2

Investitionskosten für das Wärmenetz

Die Tabellen Tabelle 6-1 und Tabelle 6-2 geben eine Übersicht über die geschätzten Investitionskosten für den Ausbau des Wärmenetzes im Fokusgebiet 13.

Tabelle 6-1 Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 1

	Anschlussquote 100 %	Anschlussquote 25 %
Hausanschluss	1.097.863,00 €	274.465,75 €
Rohrnetz	2.302.458,00 €	2.302.458,00 €
Übergabestationen	1.011.606,64 €	366.291,14 €
Pumpen	916.172,06 €	331.735,37 €
Summe	5.328.099,70 €	3.274.950,25 €

Tabelle 6-2 Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 2

	Anschlussquote 100 %	Anschlussquote 25 %
Hausanschluss	6.642.766,00 €	1.660.691,50 €
Rohrnetz	7.009.422,00 €	7.009.422,00 €
Übergabestationen	1.995.927,54 €	604.013,31 €
Pumpen	1.807.632,49 €	547.030,92 €
Summe	17.455.748,03 €	9.821.157,74 €

In Abbildung 6-4 sind die zwei verschiedenen Anschlussszenarien als Minimal- und Maximalwerte zur Abschätzung des Kostenrahmens gegenübergestellt.

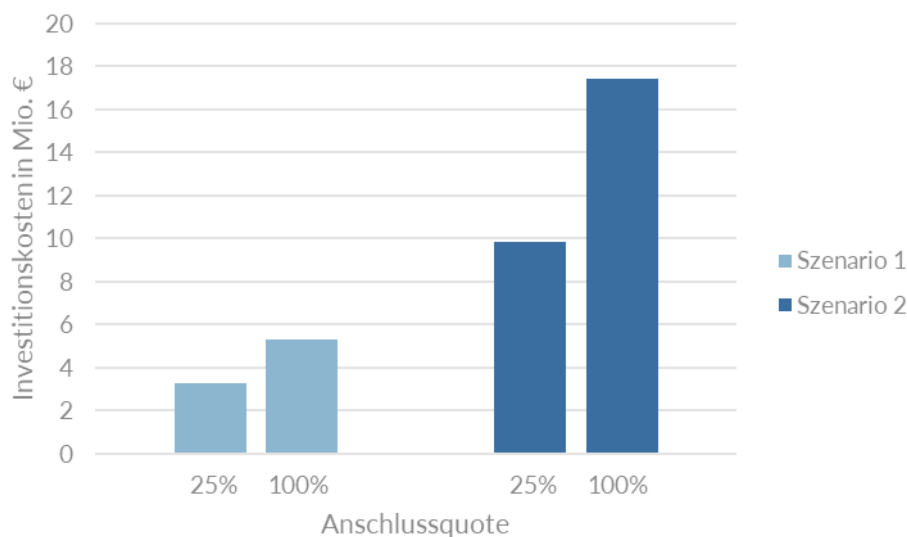


Abbildung 6-4 Kostenvergleich unterschiedlicher Szenarien und Anschlussquoten Fokusgebiet 13

Zeitlicher Ablaufplan kommender Schritte

Ab September 2025	Netzwerk – Betreiber und Investoren Wärmenetz gründen und fortführen (mindestens quartalsweise). Förderung über die Kommunalrichtlinie „Betrieb kommunaler Netzwerke“ prüfen.
Ab September 2025 Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten klären	BEW-Förderung für Wärmenetze Haushaltsmittel einplanen
Ab Januar 2026	Bei Genehmigung der Fördermittel: Ausschreibung Machbarkeitsstudie BEW Modul 1
Weiteres zeitliche Vorgehen Ende 2026	Nach Vorlage der Machbarkeitsstudie planen

6.2 Fokusgebiet – Teilgebiet 36 Singhofen



Abbildung 6-5 Lage des Fokusgebietes 36 in der Verbandsgemeinde

Das Fokusgebiet 36 liegt im Süden der Verbandsgemeinde in Singhofen und umfasst eine Fläche von knapp 34 ha. Aktuell sind in diesem Wohngebiet 183 Adressen beheizt, mit einem jährlichen Wärmebedarf von rund 10.554 MWh. 44 % der Gebäude im Gebiet werden aktuell über Gas beheizt. Den restlichen Gebäuden wurden Energieträger anhand von ZENSUS Daten

zugewiesen. Aufgrund der kompakten Struktur und hoher Wärmeliniendichten (vgl. Steckbrief Teilgebiet 36 im Anhang Teilgebietssteckbriefe) bietet das Gebiet gute Voraussetzungen für den Ausbau eines Wärmenetzes.

Wärmenetzaufbau

Ein mögliches Ausbauszenario ist in Abbildung 6-6 dargestellt. Im Fokusgebiet 36 könnte in diesem ersten Ausbauszenario ein Wärmenetz rund um den Schulkomplex der Oranienschule Singhofen sowie angrenzender Gebäude entstehen. Ziel wäre die Versorgung mehrerer öffentlicher und privater Liegenschaften innerhalb eines zusammenhängenden Versorgungsgebiets. Im dargestellten Szenario werden 18 Gebäude mit einem jährlichen Wärmebedarf von rund 900 MWh erschlossen. Damit wird die für eine Förderung im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) relevante Mindestanzahl von 16 Gebäuden erreicht. Als mögliche Erzeugungstechnologie wurde in der Vergangenheit ein Blockheizkraftwerk (BHKW) diskutiert, dass gleichzeitig Strom und Wärme liefert. Die Erzeugungstechnologie ist gerade im Hinblick auf den Einsatz des Energieträgers und der Wirtschaftlichkeit erneut zu prüfen. Konkrete technische Ausgestaltung und die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens sind im Rahmen weiterführender Fachplanungen zu prüfen.

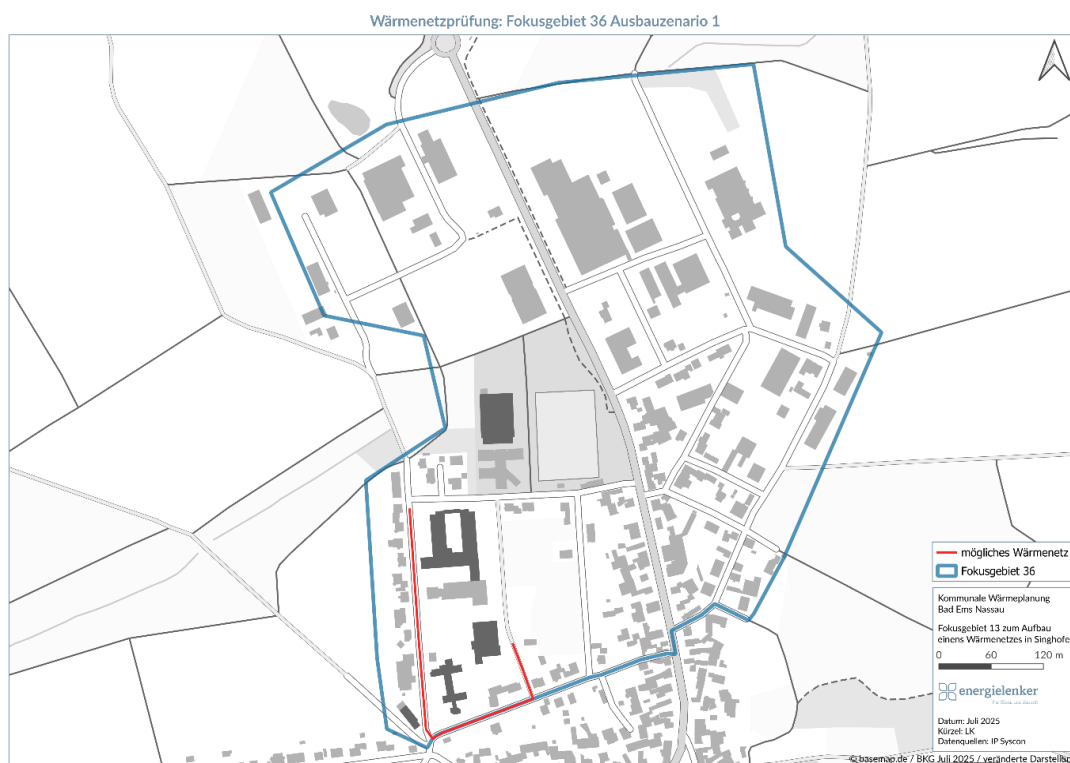


Abbildung 6-6 Wärmenetzprüfung Fokusgebiet 36: Szenario 1

Ein zweites Ausbauszenario ist in Abbildung 6-6 dargestellt. Es sieht den Aufbau eines erweiterten Wärmenetzes vor, das – zusätzlich zu den im ersten Szenario betrachteten Straßenzügen – auch Teilabschnitte der Taurusstraße, der Hauptstraße sowie der Walter-Gemmer-Straße umfasst. Das identifizierte Abwärmepotenzial im Gebiet wäre auf eine mögliche Einbindung zu prüfen. Insgesamt könnten in diesem Szenario bis zu 62 Adressen mit einem aktuellen jährlichen Wärmebedarf von rund 5.345 MWh an das Netz angeschlossen werden. Die konkrete technische Ausgestaltung sowie die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens gilt es auch hier im Rahmen weiterführender Fachplanungen zu prüfen.

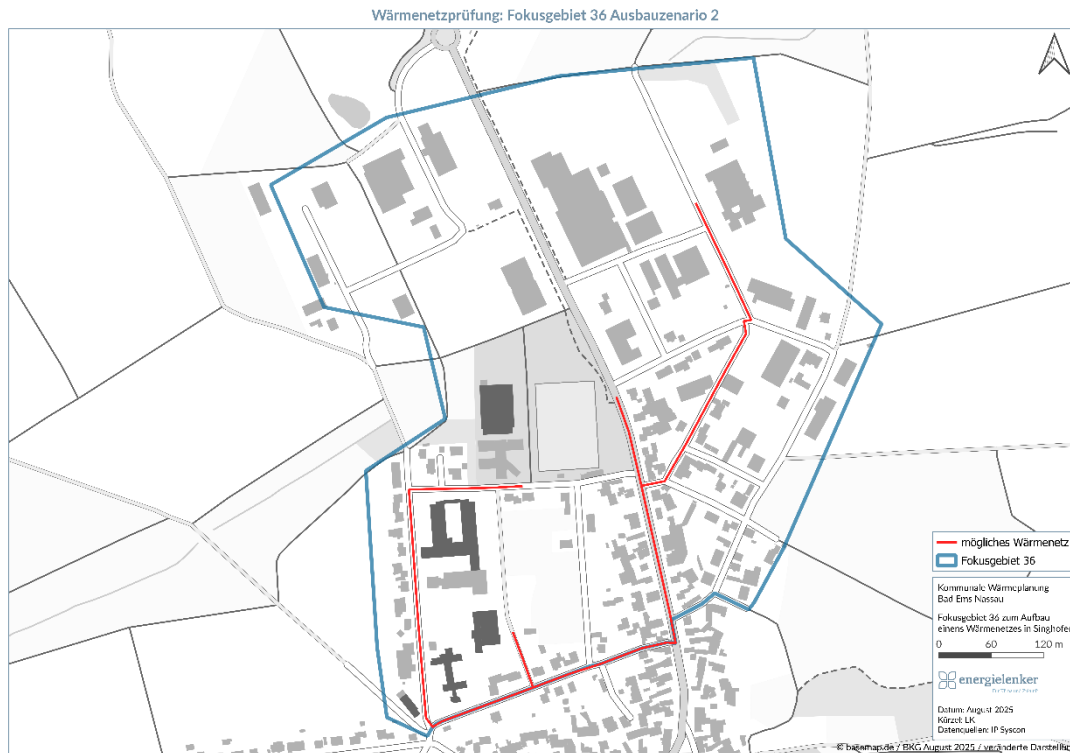


Abbildung 6-7 Wärmenetzprüfung Fokusgebiet 36: Szenario 2

Investitionskosten für das Wärmenetz

Die Tabelle 6-3 und Tabelle 6-4 geben eine Übersicht über die geschätzten Investitionskosten für den Ausbau des Wärmenetzes im Fokusgebiet 36.

Tabelle 6-3 Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 1

	Anschlussquote 100 %	Anschlussquote 25 %
Hausanschluss	208.455,00 €	52.113,75 €
Rohrnetz	482.602,00 €	482.602,00 €
Übergabestationen	146.384,56 €	38.426,50 €
Pumpen	132.574,69 €	34.801,35 €
Summe	1.006.603,02 €	618.229,13 €

Tabelle 6-4 Abgeschätzte Investitionskosten des Wärmenetzes: Szenario 2

	Anschlussquote 100 %	Anschlussquote 25 %
Hausanschluss	861.614,00 €	215.403,50 €
Rohrnetz	1.539.224,00 €	1.539.224,00 €
Übergabestationen	634.389,94 €	216.981,38 €
Pumpen	574.541,83 €	196.511,43 €
Summe	3.609.769,77 €	2.168.120,31 €

In Abbildung 6-8 sind die zwei verschiedenen Anschlussszenarien als Minimal- und Maximalwerte zur Abschätzung des Kostenrahmens gegenübergestellt.

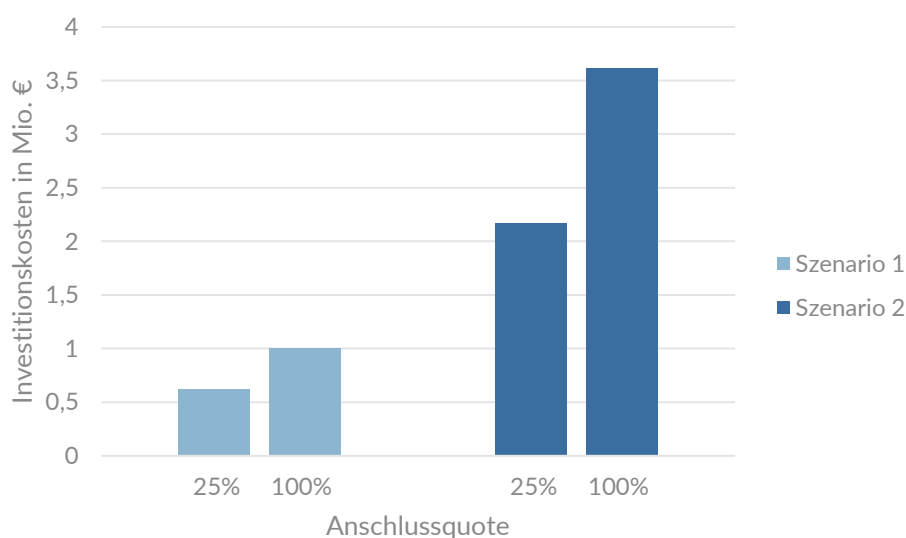


Abbildung 6-8 Kostenvergleich unterschiedlicher Szenarien und Anschlussquoten im Fokusgebiet 36

Zeitlicher Ablaufplan kommender Schritte

Oktober bis Dezember 2025	Prüfung vorhandenes Abwärmepotenzial hinsichtlich einer möglichen Einbindung in ein Wärmenetz.
Januar bis März 2026	Prüfung Umfang möglicher Anschlussnehmer des Wärmenetzes hinsichtlich der Mindestanforderungen der BEW-Förderung und Bereitschaft.
Ab April 2026 Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten klären	BEW-Förderung beantragen Haushaltsmittel einplanen
Ab Mitte/Ende 2026	Ausschreibung BEW 1 Machbarkeitsstudie

6.3 Fokusgebiet – Teilgebiet 47 Dausenau

Das Gebiet

Das Teilgebiet 47 Dausenau_1 ist ein Wohngebiet, dessen Mehr- und Einfamilienhäuser hauptsächlich vor 1919 errichtet wurden. Der absolute Wärmebedarf des Gebiets beträgt 7.524 MWh/a mit einer Wärmedichte von 1.254 MWh/ha*a. 69 % der Gebäude in diesem Gebiet werden über Ölheizungen versorgt. Das Teilgebiet mit ca. 6 ha ist ein Ortsteil von Dausenau und liegt in einem Tal. Südlich des Gebietes fließt die Lahn. Nördlich angrenzend an das Teilgebiet liegen öffentliche Liegenschaften (Grundschule und Kindergarten). Als Ankerkunden oder ggf. auch Heizenergiezentrale kommen diese Gebäude nicht in Frage, da die Heizungsanlagen gerade erneuert wurden. Das Teilgebiet zeichnet sich zudem durch eine sehr enge Bebauung mit teilweise denkmalgeschütztem Gebäudebestand aus. Die Straßenverläufe sind teils sehr kurvig und eng. Bürgersteige sind teilweise nicht vorhanden und die Gebäude grenzen häufig direkt an den öffentlichen Straßenraum an.

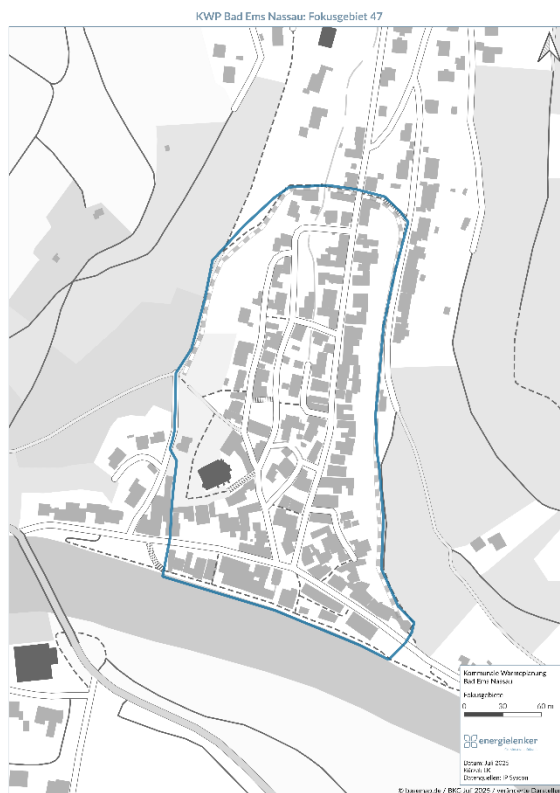


Abbildung 6-9 Fokusgebiet - Teilgebiet 47 Dausenau

Betrachtungen zur Versorgung

Perspektivisch ist das Gebiet auf Grund der hohen Wärmelinien-dichte zur Prüfung eines Wärmenetzes geeignet. Jedoch ist die Versorgung über ein Wärmenetz hinsichtlich zweier Aspekte kritisch zu betrachten. Die Straßen sind sehr eng. Weitere Leitungen (die für ein Wärmenetz erforderlich wären) können mit der aktuellen Anordnung der vorhandenen Leitungen (Wasser, Abwasser, Kommunikation etc.) nicht eingebracht werden. Demnach müssten alle Leitungen neu verlegt bzw. angeordnet werden, damit auch Wärmeleitungen entsprechend installiert werden könnten. Dies ist voraussichtlich mit hohen Kosten verbunden. Auf Grund der Tallage sind zudem kaum verfügbare Plätze für eine Energiezentrale vorhanden. Dies müsste entsprechend detaillierter geprüft werden.

Laut Auskunft lokaler Akteure sind in dem Gebiet bereits einzelne Wärmepumpen, trotz enger Platzverhältnisse, installiert. Nun soll die Versorgung von den Gebäuden über dezentrale Versorgungslösungen genauer geprüft werden. Besonders hinsichtlich möglicher Aufstellflächen und Schallemissionen von Luftwärmepumpen.

Das Gebiet wird zunächst als Prüfgebiet ausgewiesen, damit eine Versorgungslösung über ein Wärmenetz bei nicht möglicher dezentraler Versorgung im Anschluss geprüft werden kann. Mögliche erneuerbare Energien für die Speisung des Wärmenetzes sind Flusswärme oder

Umweltwärme (Großwärmepumpe). Durch die angrenzenden Hanglagen stehen keine Freiflächen für PV- oder Solarthermie-Freiflächenanlagen zur Verfügung.

Vorgehen

- Prüfung der Bebauung vor Ort mit einem Gebäude-Energieeffizienz-Experten
 - Aufstellfläche auf den Grundstücken
 - Aufstellfläche innerhalb der Gebäude (exemplarische Gebäudetypen)
 - Prüfung verfügbarer und geeigneter Technologien
 - Sonstige Potenziale (Öltanks/Abwasser)
 - Schallemissionen bei möglichem Einsatz von Luftwärmepumpen
- Erstellung eines Kurzberichtes mit Empfehlungen
- Wärmepumpen Rollout vorbereiten

Herangehensweise Wärmepumpen Rollout

Handwerk/Energieberater/Schornsteinfeger

Es ist wichtig bei diesem sensiblen Thema alle mitzunehmen. Insbesondere die örtliche Handwerkerschaft wie Heizungs- Sanitär- und Baufirmen sowie Schornsteinfeger verfügen über ein Netzwerk und auch über Vertrauensvorschluss bei den Menschen. Oft stehen diese Akteure einer Wärmepumpenlösung kritisch gegenüber, nicht zuletzt deshalb, weil ihnen Geschäftsfelder durch die Wärmepumpentechnologie verloren gehen. Hier gilt es Chancen aufzuzeigen und Unterstützer zu gewinnen.

Der kommunale Wärmeplan ist mehr als nur ein Konzept – er ist der Fahrplan in Richtung klimaneutrale Zukunft! Er dient nicht nur der Verwaltung als Orientierung, sondern bietet auch Eigentümern, die vor der Entscheidung für eine neue Heizungsanlage stehen, wertvolle Hilfestellung. Damit der Plan tatsächlich Wirkung entfaltet, ist ein enger Austausch mit den entscheidenden Umsetzenden – wie Heizungsinstallateur, Energieberater und Schornsteinfeger – unerlässlich. Bei einer Veranstaltung können im Rahmen von gemeinsamen Gesprächen die Ergebnisse des Wärmeplans und des Kurzberichtes des Energieeffizienz-Experten mögliche Auswirkungen auf die Thematik „Heizungstausch“ diskutiert und abgestimmt werden. Allen entscheidenden Umsetzern und relevanten Akteuren soll aufgezeigt werden, wie Sie den Wärmeplan aktiv nutzen und gemeinsam nachhaltige Ergebnisse erzielen können.

Hierzu empfiehlt sich zunächst eine Informationsveranstaltung zu den Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung und der Untersuchungen der Energie-Effizienz-Experten für die jeweiligen Fachakteure. Ziel der Veranstaltung sollte eine sinnvolle, abgestimmte Beratung der Gebäudeeigentümer sein.

Bürger - Auftaktveranstaltung - Informieren

Bei einer Auftaktveranstaltung, die möglichst in Dausenau stattfinden sollte, werden die Bürger rund um das Thema Wärmepumpe (zur Verfügung stehende dezentrale Versorgungsvarianten) informiert.

Dabei sollen berechtigte Einwände ausgeräumt und Lösungswege aufgezeigt werden.

Einwände sind zum Beispiel:

- Ungedämmte Häuser lassen sich nicht vollständig mit Luft-Wasser-Wärmepumpen heizen, da die Vorlauftemperaturen zu gering sind.

- Lärmemissionen von Luft-Wasser-Wärmepumpen
- Höhere Kosten

Lösungswege sind:

- Detailliertere Heizlastberechnung und eventuell größere Heizflächen
- Wärmepumpenlösungen mit Geothermie und PVT-Kollektoren
- Luft-Wasser-Wärmepumpen mit alter Heizung zur Spitzenlast-Abdeckung im Winter
- Luft-Wasser-Wärmepumpen und Spitzenlast-Abdeckung mit Kaminofen mit Wassertasche
- Fördermittel nutzen

Aktionswochen Vor-Ort-Beratungen

Für die Aktionswochen Vor-Ort-Beratungen sollten möglichst lokal verfügbare Angebote, z.B. von der Verbraucherzentrale beworben werden. Die Energie-Effizienz-Experten können die einzelnen Eigentümer besuchen und die individuellen Gegebenheiten vor Ort sowie das Heizungssystem, Gebäudehülle und Außenanlagen besichtigen. Im Gespräch fragen sie nach Wünschen und Plänen der Eigentümer und sichten die vorhandenen Unterlagen. Anschließend geben sie eine erste Einschätzung zum Heizwärmebedarf und Eignung der Immobilie für eine Wärmepumpenlösung. Im Beratungsgespräch sollen individuelle Lösungen erarbeitet werden. So kommt für einen Eigentümer, der seinen Garten umgestalten will, eine Geothermie-Lösung eher in Betracht als für einen Eigentümer, der gerne einen neuen Kaminofen anschaffen möchte. Für letzteren wäre ein Kaminofen mit Wassertasche eine gute Ergänzung zu einer Luft-Wasser-Wärmepumpe. Ziel der Vor-Ort-Termine könnte es sein, einen individuellen Lösungsweg in Kombination mit der kommunalen Wärmeplanung sowie den Detailuntersuchungen aufzuzeigen und den Eigentümern entsprechende Fachfirmen oder Experten als Ansprechpartner für das weitere Vorgehen zu empfehlen.

Zeitlicher Ablaufplan kommender Schritte

Oktober bis Dezember 2025	Erstellung eines Veranstaltungskonzeptes und erste Gespräche mit möglichen Energie-Effizienz-Experten vor Ort Einplanung von Haushaltsmitteln
Januar bis März 2026	Kontaktaufnahme mit Schornsteinfeger, Handwerk sowie Energieberater Konkretisierung des Veranstaltungsformates
April bis Juni 2026	Durchführung der Vor-Ort-Begehung mit einem Energie-Effizienz-Experten Planung und Bewerbung der Veranstaltung Organisation eines Fachreferenten für die Informationsveranstaltung
Juli bis Dezember 2026	Planung und Bewerbung der Veranstaltung Organisation eines Fachreferenten für die Informationsveranstaltung und Durchführung der Vor-Ort-Beratungen

7 Umsetzungsstrategie

Die Erreichung des Zieles einer Wärmeversorgung allein aus erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme bedarf es neben den Einzelmaßnahmen eines koordinierten, strategischen Vorgehens für die gesamte Verbandsgemeinde. Wesentliche Handlungsfelder sind dabei

- ▶ Bereitstellung von Informationen und Beratung,
- ▶ Sicherstellung der Finanzierung durch Akquise von Fördermitteln und Bereitstellung der Eigenanteile, Schaffung einer kommunalen Förderkulisie,
- ▶ rechtliche Absicherung der Umsetzungsmaßnahmen durch Verträge und ordnungsrechtliche Lenkungsinstrumente,
- ▶ Flächensicherung und Leuchtturmwirkung
- ▶ Wärmeversorgung,
- ▶ Steuerung des Prozesses Wärmeplanung und Adaption der Verwaltungsstrukturen sowie interkommunale Wärmeplanung
- ▶ Hebung von Potenzialen
- ▶ Einzellösungen & Energieeinsparungen

Diese Handlungsfelder sind den Strategiefeldern Verbrauchen, Versorgen, Regulieren und Motivieren zuzuordnen.

Die Umsetzungsstrategie zielt auch auf eine Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung, daher überschneiden sich Maßnahmen der Umsetzungsstrategie mit der Verstetigung des gesamten Wärmeplanungsprozesses.

Die erarbeiteten Maßnahmen zielen darauf ab, alle notwendigen Akteure der Wärmewende in der Kommune einzubeziehen, zu motivieren und soweit möglich innerhalb der kommunalen Möglichkeiten die notwendigen Finanzierungen sicherzustellen. Die Kommune muss dabei vorangehen und eine Vorbildwirkung einnehmen.

Innerhalb der Verwaltung kommen durch den Prozess Wärmeplanung auf einzelne Fachämter neue Aufgaben zu. Die Prüfung einer Machbarkeit von Wärmenetzen erfordert Kapazitäten, die Stadtplanung ist mit neuen Herausforderungen konfrontiert, die Wärmewende berührt zahlreiche umweltrechtliche Belange. Durch Einrichtung geeigneter Kommunikationsstrukturen innerhalb der Verwaltung sollen alle anstehenden Aufgaben effizient und mit dem für die Umsetzung erforderlichen Geschwindigkeit bearbeitet werden. Bürger und Unternehmen erwarten ein Verwaltungshandeln, dass ihre Investitionen unterstützt und so auch die lokale Wertschöpfung stärkt.

In der folgenden Tabelle befinden sich eine Übersicht der Maßnahmen für die Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau.

Tabelle 7-1 Maßnahmenübersicht für die Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau

Information, Beratung, Vernetzung	Finanzierung und Förderung	Rechtliche Absicherung und ordnungsrechtliche Instrumente	Flächensicherung und Leuchtturmwirkung	Prozess Wärmeplanung, kommunale Verwaltungsstruktur en, interkommunale Wärmeplanung	Wärmenetze	Potenziale	Einzellösungen & Energieeinsparungen
MI1: Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle MI2: Handreichungen zur Beantragung von Genehmigungen bei der kommunalen Verwaltung MI3: Informationsaustausch mit Handwerksinnungen, Unterstützung bei der Fachkräftesicherung und -akquise MI4: Einrichtung einer zentralen Anlaufstelle für Unternehmen und Schaffung eines Informations- und Beratungsangebot für Energieeffizienz in Unternehmen MI5: (Bürger)Energiegesellschaft für Wärmenetze	MF1: Sicherstellung der Eigenanteile für Fördermaßnahmen im kommunalen Haushalt MF2: Berücksichtigung Sanierungsfahrpläne im kommunalen Haushalt MF3: Lokales Förderprogramm für Energieeffizienzmaßnahmen als Geschwindigkeits-Bonus	MR1: Prüfung von Emissionsbeschränkungen MR2: Städtebauliche Verträge für Energieeffizienz und erneuerbare Energien	MV1: Strukturelle Verankerung der langfristigen Aufgabe „Umsetzung der Energiewende“ in der Verwaltung MV2: Aufbau einer kontinuierlichen Datenerfassung zur Wärmewende auf Stadtebene MV3: Steigerung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften	MV1: Effiziente Arbeitsstruktur zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung	MW1: Machbarkeitsstudien Wärmenetz MW2: Unterstützung bei Wärmenetz-Zwischenlösungen	MP1: Nutzung Abwärme aus Abwasser im Verbandsgemeindegebiet MP2: Ausweisung und Nutzbarmachung Industrieller Abwärmepotenziale MP3: Nutzung von Gewerbedachflächen und großen Parkflächen zur PV-Stromerzeugung	ME1: Wärmepumpenkampagne ME2: Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene

7.1 Maßnahmenkatalog

Nachfolgend wird beispielhaft der Maßnahmensteckbrief MI1 dargestellt. Die weiteren Maßnahmensteckbriefe sowie eine Übersicht über alle Maßnahmen befinden sich im Anhang.

Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle		MI1
HANDLUNGS-UMFELD	Information & Beratung	
ZIELSETZUNG	Informationszugang für relevante Akteure	

Beschreibung der Maßnahme

Die Kommunikation der Pläne und Maßnahmen im Rahmen der Wärmeplanung ist ein Schlüsselbaustein für die erfolgreiche Umsetzung. Die Wärmewende beinhaltet eine Vielzahl von Maßnahmen, deren Umsetzung über einen langen Zeitraum erfolgt. Insbesondere die Realisierung von Wärmenetzen erfordert eine breite Zustimmung der Anlieger und Akteure, um eine hohe Anschlussquote sicherzustellen. Dabei sind die Informationen für die jeweiligen Akteure in geeigneter Form bereitzustellen. Private Hausbesitzer, Wohnungsunternehmen oder auch das Handwerk sind zielgruppenspezifisch zu informieren und sollten auch Zugriff auf geeignete Informationsquellen haben. Auch für die Gewerbetreibende und Unternehmen sollte ein fortlaufender Zugriff auf die Informationen beispielsweise in Kooperation mit der Wirtschaftsförderung sichergestellt werden oder auch ein regelmäßiger Austausch zur Umsetzung der Wärmeplanung initiiert werden.

Handlungsschritte	1. Definition der Verantwortlichkeit 2. Bereitstellung der Mittel für die Öffentlichkeitsarbeit 3. Schaffung eines permanenten digitalen Angebotes 4. Sicherstellung regelmäßiger Informationen, z.B. über Amtsblatt oder Informationsveranstaltungen
Verantwortung / Akteurinnen und Akteure	▶ Verbandsgemeinde, Wirtschaftsförderung ▶ Handwerker, Gewerbetreibende und Unternehmen, Wohnungsbaugesellschaft, Bürger
Umsetzungskosten	▶ Personalkosten 8 h/Monat, 1.000 €/Jahr Materialien
Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	▶ Haushaltsmittel ▶ Zuschüsse über länderspezifische Förderprogramme
Herausforderungen	▶ Kontinuität der Maßnahme ▶ Abstimmung mit anderen Akteuren

7.2 Controllingkonzept

7.2.1 Controllingkonzept

In diesem Kapitel werden verschiedene Controlling-Ansätze, die für die kommunale Wärmeplanung wichtig sind, aufgezeigt. Zunächst wird die Controlling-Verpflichtung aus dem Wärmeplanungsgesetz dargestellt, anschließend wichtige ergänzende messbare Indikatoren, danach die Überwachung der Maßnahmen (verpflichtend nach §25 Wärmeplanungsgesetz) und zum Schluss das Prozesscontrolling.

7.2.2 Verpflichtung nach Wärmeplanungsgesetz

Das Wärmeplanungsgesetz schreibt die Überprüfung des Wärmeplans alle fünf Jahre (§25) mit der Überwachung der Fortschritte bei der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen sowie die Festlegung von Indikatoren zum Zielszenario nach §17 (Anlage 2, Pk. III) vor.

Die Indikatoren sollen beschreiben, wie das Ziel einer auf erneuerbaren Energien oder der Nutzung von unvermeidbarer Abwärme basierenden Wärmeversorgung erreicht werden soll. Die Indikatoren sind, soweit nicht im Folgenden etwas anderes bestimmt wird, für das beplante Gebiet als Ganzes und jeweils für die Jahre 2030, 2035 und 2040 anzugeben. Die Indikatoren sind:

1. der jährliche Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträgern,
2. die jährliche Emission von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundes-Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent,
3. der jährliche Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in %,
4. der Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in %,
5. die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in %,
6. der jährliche Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in %,
7. die Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in %.

Die Punkte 1 bis 4 und 6 können im Rahmen einer kommunalen Energie- und THG-Bilanzierung für die Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau erfasst bzw. berechnet werden. Bisher hat die Verbandsgemeinde Bad Ems – Nassau keine BSKO-konforme Bilanz erstellt. Das integrierte Klimaschutzkonzept der Region Lahn-Taunus von 2014 enthält eine erste Bilanz (Seite 31 ff.), die als Ausgangspunkt verwendet werden kann. Es wird empfohlen diese zukünftig jährlich erstellen zu lassen, um die erforderlichen Daten nach WPG zu bekommen. Die Punkte 5 und 7 müssen durch den Netzbetreiber bereitgestellt werden.

Der Zielpfad für die Jahre 2030, 2035 und 2040 ist in Abschnitt 5.3.5 beschrieben.

7.2.3 Monitoring von Hauptindikatoren

Für die erfolgreiche Umsetzung der Wärmeplanung sind insbesondere die folgenden Faktoren verantwortlich:

Entwicklung des Wärmebedarfes

Für den aktuellen Wärmebedarf und dessen Entwicklung sind einige Annahmen getroffen worden. Hier gilt es den Datensatz kontinuierlich zu verbessern und z. B. mit echten Verbrauchsdaten zu aktualisieren bzw. zu plausibilisieren. Dies sollte mit der Änderung der rechtlichen Rahmenbedingungen bei der Zurverfügungstellung von Verbrauchsdaten in RLP spätestens mit der nächsten Fortschreibung des Wärmeplanes erfolgen. Die getroffenen Annahmen für die Wärmebedarfsentwicklung (siehe Kapitel 4) sind möglichst jährlich zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

Besonders sensitiv sind die Annahmen zur Sanierungsrate und Sanierungstiefe. Im Rahmen der Erstellung des Wärmeplans wurde festgestellt, dass es keine validen Daten dazu gibt. Hier wird empfohlen die Baugenehmigungen entsprechend auszuwerten bzw. ein System aufzubauen, um diese auswerten zu können. Ergänzend dazu könnte auch ein „Meldesystem“ eingerichtet werden, dass die Bauherren verpflichtet oder Anreize setzt, Sanierungen anzuzeigen.

Bei dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa) können Informationen über geförderte Effizienzmaßnahmen und Heizungsaustausche, nach Postleitzahlen sortiert, abgerufen werden.

Einsatz erneuerbarer Energien in den Gebieten mit Einzelversorgungslösungen

Die bevorzugte Wärmeversorgung in den Gebieten mit Einzelversorgungslösung wird eine Luft- oder Erdwärmepumpe sein. Entsprechend sollte die Anzahl der installierten Wärmepumpen und deren Leistung blockscharf erhoben werden.

In den Gebieten, in denen perspektivisch eine Versorgung mit einem Wärmenetz vorgesehen ist, sollte möglichst keine Luft- bzw. Erdwärmepumpen zum Einsatz kommen. Ziel ist dabei ein möglichst hoher Anschlussgrad, der sich wirtschaftlich positiv auf den Betrieb des Wärmenetzes und damit die daran angeschlossenen Abnehmer auszahlt.

Transformation fossiler Infrastruktur

Generell sollte die Anzahl der Gas-Hausanschlüsse bis zum Jahr 2040 nahezu auf null sinken. Ausnahmen bilden Blöcke, die möglicherweise zukünftig mit Wasserstoff oder treibhausgasneutral bereitgestellten Methan versorgt werden, und in denen die Gasinfrastruktur weiter genutzt werden kann. Dies gehört zu den verpflichtenden Indikatoren nach Wärmplanungsgesetz Anlage 2 Pkt. III.

Das gleiche gilt für nicht leitungsgebundene Heizanlagen (Heizöl, Braunkohle, Steinkohle, Flüssiggas). Diese Daten sind zukünftig gebäudescharf von den Schornsteinfegern zu erhalten.

Aus diesen Beschreibungen leiten sich die folgenden Indikatoren ab:

Tabelle 7-2 Hauptindikatoren

Handlungsfeld	Indikator	Ist- Stand 2023	Ziel 2040 (möglichst Zwischenziele für 2030, 2035 mit angeben)	Erhebungstiefe	Überprüfung
Rahmenbedingungen	Bevölkerungswachstum m ² Wohnfläche pro EW Zubau Wohnfläche (m ²)	28.720 100 m ² -	unbekannt sinkend unbekannt	Verbandsgemeinde	Jährlich
Einsatz erneuerbarer Energien in den Gebieten mit Einzelversorgungs-lösungen	• Installierte Leistung Wärmepumpe in Gebieten mit Einzellösungen (kW)	zurzeit nicht bekannt		Blockscharf	jährlich
Transformation fossiler Infrastruktur	Erdgas-Hausanschlüsse (Anzahl) Installierte fossile Heizungsanlagen ○ Heizöl ○ Flüssiggas	6.305 7.777 unbekannt	0 bzw. Nutzung mit Wasserstoff 0 0 0	Verbandsgemeinde	jährlich

7.2.4 Indikatoren für die Maßnahmen

Die Umsetzung der Maßnahmen sollte anhand der Umsetzung der Handlungsschritte verfolgt werden. Befinden sich diese im Rahmen der zeitlichen Planung, gibt es einen zeitlichen Verzug, Umsetzungshemmnisse und ähnliches. Dieses sollte jährlich qualitativ beschrieben und erläutert werden.

In den Maßnahmensteckbriefen wurden auch Erfolgsindikatoren definiert, welche auch die Möglichkeit bieten, die Umsetzung der Maßnahmen zu überwachen.

Tabelle 7-3 Maßnahmen und ihr Überprüfungszyklus

Maßnahme	Überprüfung
MI1: Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle	quartalsweise
MI2: Handreichungen zur Beantragung von Genehmigungen bei der kommunalen Verwaltung	quartalsweise
MI3: Informationsaustausch mit Handwerksinnungen, Unterstützung bei der Fachkräftesicherung- und -akquise	quartalsweise
MI4: Einrichtung einer zentralen Anlaufstelle für Unternehmen und Schaffung eines Informations- und Beratungsangebot für Energieeffizienz in Unternehmen	halbjährlich
MF1: Sicherstellung der Eigenanteile für Fördermaßnahmen im kommunalen Haushalt	jährlich
MF2: Berücksichtigung Sanierungsfahrpläne in kommunalen Haushalt	jährlich
MF3: Lokales Förderprogramm für Energieeffizienzmaßnahmen als Geschwindigkeits-Bonus	jährlich
MR1: Prüfung von Emissionsbeschränkungen	jährlich
MR2: Städtebauliche Verträge für Energieeffizienz und erneuerbare Energien	jährlich
MV1: Strukturelle Verankerung der langfristigen Aufgabe „Umsetzung der Energiewende“ in der Verwaltung	quartalsweise
MV2: Aufbau einer kontinuierlichen Datenerfassung zur Wärmewende auf Verbandsgemeindeebene	quartalsweise
MV3: Steigerung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften	jährlich

MV1: Effiziente Arbeitsstruktur zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung	quartalsweise
MW1: Machbarkeitsstudien Wärmenetz	jährlich
MW2: Unterstützung bei Wärmenetz- Zwischenlösungen	halbjährlich
MP1: Nutzung Abwärme aus Abwasser im Verbandsgemeindegebiet	halbjährlich
MP2: Ausweisung und Nutzbarmachung Industrieller Abwärmepotenziale	jährlich
MP3: Nutzung von Gewerbedachflächen und großen Parkflächen zur PV-Stromerzeugung	quartalsweise
ME1: Wärmepumpenkampagne	quartalsweise
ME2: Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene	jährlich

7.2.5 Indikatoren für den Prozess

Um den Gesamtfortschritt beurteilen zu können, ist in regelmäßigen Abständen eine Prozessevaluierung durchzuführen. Dabei sollten nachstehende Fragen gestellt werden, die den Prozessfortschritt qualitativ bewerten:

Zielerreichung: Wie sind die Fortschritte bei der Erreichung der klimaneutralen Wärmeversorgung? Befinden sich Projekte aus verschiedenen Handlungsfeldern bzw. Zielbereichen in der Umsetzung? Wo besteht Nachholbedarf?

Konzept-Anpassung: Gibt es Trends, die eine Veränderung der Wärmewendestrategie erfordern? Haben sich Rahmenbedingungen geändert, sodass Anpassungen vorgenommen werden müssen?

Umsetzung und Entscheidungsprozesse: Ist der Umsetzungsprozess effizient und transparent? Können die Arbeitsstrukturen verbessert werden? Wo besteht ein höherer Beratungsbedarf?

Beteiligung und Einbindung regionaler Akteure: Sind alle relevanten Akteure in ausreichendem Maße eingebunden? Besteht eine breite Beteiligung der Bevölkerung? Erfolgte eine ausreichende Aktivierung und Motivierung der Bevölkerung? Konnten weitere (ehrenamtliche) Akteure hinzugewonnen werden?

Netzwerke: Sind neue Partnerschaften zwischen Akteuren entstanden? Welche Intensität und Qualität haben diese? Wie kann die Zusammenarbeit weiter verbessert werden?

7.3 Verstetigung

Unter Verstetigung der Wärmeplanung in Kommunen ist die Weiterführung von Aktivitäten über den Förderzeitraum hinaus zu verstehen. Das heißt, die Grundsätze, Ziele und bestehenden Aktivitäten werden weitergeführt, um langfristig die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zu erreichen. Konkret wäre das zum Beispiel die Umsetzung der Maßnahmen sowie die Fortschreibung der Wärmeplanung.

Die Kommunale Wärmeplanung ist seit dem 01.01.2024 eine per Bundesgesetz geregelte Aufgabe. Der Bund hat die Aufgabe an die Länder übertragen und diese wiederum übertragen diese an die Kommunen. Damit wird die kommunale Wärmeplanung zur kommunalen Pflichtaufgabe und ist personell zu untersetzen.

Zur Verstetigung der Wärmeplanung sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen, die in den folgenden Abschnitten genauer erläutert werden.

7.3.1 Rollierende Planung

Die Wärmeplanung soll als rollierende Planung in der Kommunalverwaltung implementiert werden. Dies bedeutet eine periodenorientierte Planung, bei der nach bestimmten Zeitintervallen die bereits erfolgte Wärmeplanung aktualisiert, konkretisiert und überarbeitet wird. Dabei werden die in der Zwischenzeit gewonnenen neuen Daten berücksichtigt. Die Wärmeplanung ist in der Regel auf das Zieljahr 2045 ausgerichtet, Rheinland-Pfalz hat sich jedoch das Ziel gesetzt bereits 2040 klimaneutral zu sein, dies bedeutet, mit Stand 2025 ein Planungshorizont von 15 Jahren.

7.3.2 Kommunale Verwaltungsstrukturen

Zur Bewältigung der Aufgaben im Bereich der kommunalen Wärmeplanung ist ausreichend Personal in der Verwaltung vorzusehen. Es wird empfohlen, dass für die kommunale Wärmeplanung über die nächsten 15 Jahre mindestens eine halbe Personalstelle in der Verwaltung eingerichtet wird. Vorteilhaft ist es, die Stelle bei der Bauverwaltung anzusiedeln, da es hier viele Schnittstellen gibt. Die Aufgaben sind im Folgenden aufgeführt:

- ▶ den Umsetzungsprozess kommunikativ zu begleiten
- ▶ Fortschreibung des Wärmeplans (Verpflichtung nach §25 Wärmeplanungsgesetz)
- ▶ Fortschreibung von Indikatoren, Berichterstellung, Monitoring
- ▶ Beispiel: jährlicher Bericht zu den Indikatoren des Wärmeplans
- ▶ die Verankerung mit weiteren kommunalen Planungen zu gewährleisten
- ▶ Neubaugebiete/B-Pläne mit der Wärmeplanung zu verzahnen
- ▶ Straßenbaumaßnahmen mit einem möglichen Wärmenetzausbau zeitlich zu koordinieren
- ▶ Genehmigungsprozesse zu begleiten
- ▶ Einwerben von Fördermitteln zur Finanzierung von Projekten

Darüber hinaus müssen Strukturen geschaffen werden, die den Informationsfluss innerhalb und außerhalb der Verwaltung gewährleisten, z.B. durch eine permanente Lenkungsgruppe in der Verwaltung oder die Aufstellung einer amtsübergreifenden Arbeitsgruppe Wärmewende.

7.3.3 Politische Absicherung

Zur Verstetigung gehört, das Verwaltungshandeln durch politische Beschlüsse und politische+ Begleitung abzusichern:

- ▶ Beschluss zum Wärmeplan (verpflichtend nach § 21(3) Wärmeplanungsgesetz)
- ▶ Prüfung der Auswirkungen von Beschlüssen auf die Wärmeplanung
Beispiel: kein Gasanschluss in Neubaugebieten
- ▶ Schaffung geeigneter Gremien bzw. Definition der Zuständigkeit
Beispiel: zuständige Ausschüsse tagen 1x jährlich gemeinsam zum Thema Umsetzung Wärmeplanung
- ▶ Bereitstellung kommunaler Eigenmittel in der Haushaltsplanung
Beispiel: Jedes Jahr werden 80.000 € für notwendige Infrastrukturmaßnahmen, unterstützende Förderung für die Bürgerinnen und Bürger sowie Öffentlichkeitsarbeit zur Verfügung gestellt.

7.3.4 Kommunikation

Bereits für die Erstellung der kommunalen Wärmeplanung ist ein intensiver Abstimmungsprozess zwischen der Verbandsgemeinde und dem Dienstleister implementiert worden. Hierfür braucht es eine Koordinierungsstelle, der auch die Umsetzung der Wärmeplanung dauerhaft begleitet. Hier gilt es

- ▶ Fragen aus der Bevölkerung fachlich gut zu beantworten (auch nicht digital)
Beispiel: Veröffentlichung des aktuellen Standes zur Wärmenetzentwicklung bzw. neuer Anschlussmöglichkeiten an das Wärmenetz 2x im Jahr im Amtsblatt
- ▶ einen kontinuierlichen Abstimmungsprozess mit den Energieversorgern durchzuführen
Beispiel: JF einmal im Monat
- ▶ Kontakt zu u. a. den Großverbrauchern und Wohnungsgesellschaften zu halten
Beispiel: Austausch einmal im Halbjahr
- ▶ Schaffen von Transparenz bzgl. Ausbau Wärmenetz für alle notwendigen Akteure
Beispiel: Webangebote zu dem Thema
- ▶ gleichen Wissenstand für alle Akteure zu gewährleisten
- ▶ Beispiel: Kommune, SHK- und Schornsteinfegerinnung und lokalen Energieversorger treffen sich 2x jährlich zu einem gemeinsamen Informationsaustausch.
Beispiel: SHK-Handwerker und Schornsteinfeger leiten Anschlusswünsche an das Wärmenetz im Rahmen ihrer Beratung an die zuständigen Stellen weiter.

7.3.5 Weitere Regelungen

Ergänzend zu den vorgenannten Punkten sind die folgenden Aspekte ebenfalls zu berücksichtigen:

- ▶ Beschluss zu kommunalen Satzungen
- ▶ städtebauliche Verträge

Beispiel: Abstimmung städtebaulicher Verträge mit der Wärmeplanung

- ▶ Flächensicherung für Erzeugungs- und Speicheranlagen durch die Aufnahme in FNP und/oder B-Plan
- ▶ Kommunale Unternehmen

Beispiel: Ziele der Wärmewende in Zielvereinbarungen mit den kommunalen Unternehmen aufnehmen.

7.3.6 Förderung

Folgende Förderungen zum Heizungstausch ist aktuell über die Bundesförderung für effiziente Gebäude möglich und können in eine Informationskampagne eingebunden werden:

Tabelle 7-4 Förderquoten der Bundesförderung für effiziente Gebäude für Einzelmaßnahmen im Bereich Heizungstausch

Einzelmaßnahmen (Heizungstausch)	Grundförderung	Effizienz-Bonus	Klimageschwindigkeits-Bonus ²	Einkommens-Bonus ³
solarthermische Anlagen	30 %		max. 20 %	30 %
Biomasseheizungen ¹	30 %		max. 20 %	30 %
Wärmepumpen	30 %	5 %	max. 20 %	30 %
Brennstoffzellenheizung	30 %		max. 20 %	30 %
Wasserstofffähige Heizung (Investitionsmehrausgaben)	30 %		max. 20 %	30 %
Innovative Heizungstechnik	30 %		max. 20 %	30 %
Errichtung, Umbau, Erweiterung Gebäudenetz	30 %		max. 20 %	30 %
Gebäudenetzanschluss	30 %		max. 20 %	30 %
Wärmenetzanschluss	30 %		max. 20 %	30 %

¹ Bei Biomasseheizungen wird bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwert für Staub von 2,5 mg/m³ ein zusätzlicher pauschaler Zuschlag i.H.v. 2.500 Euro gemäß BEG EM Nummer 8.4.7 gewährt.

² Der Klimageschwindigkeits-Bonus ist nur für selbstnutzende Eigentümerinnen und Eigentümer beim Austausch besonders alter, ineffizienter fossiler Heizungen und Biomasseheizungen erhältlich. Er reduziert sich ab 31.12.2028 gestaffelt gemäß BEG EM Nummer 8.4.4.

³ Der Einkommensbonus wird nur bei einem Haushaltseinkommen unter 40.000 € gewährt.

Die Höchstgrenze der förderfähigen Ausgaben für den Heizungstausch beträgt 30.000 Euro für die erste Wohneinheit, jeweils 15.000 Euro für die zweite bis sechste Wohneinheit, jeweils 8.000 Euro ab der siebten Wohneinheit.

8 Zusammenfassung

Die Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau hat frühzeitig beschlossen, eine Wärmeplanung erstellen zu lassen. Das Ziel der Wärmeplanung ist eine mittel- bis langfristige Strategie für die zukünftige Entwicklung des Wärmesektors, um die Stadtentwicklung strategisch an den beschlossenen Klimaschutzziele auszurichten und systematisch die dafür erforderlichen Weichenstellungen vornehmen zu können.

Die Wärmeplanung ist entsprechend den Bausteinen

- ▶ Bestandsanalyse
- ▶ Potenzialanalyse
- ▶ Szenarien, zukünftige Wärmeversorgung
- ▶ Umsetzungsstrategie

erstellt worden. Im Rahmen des Erstellungsprozesses wurden die Akteure in der Verbandsgemeinde intensiv beteiligt.

Bestandsanalyse

Der Wärmeverbrauch in der Verbandsgemeinde Bad Ems - Nassau beträgt rund 638 GWh. Heizöl (48%) hat daran den größten Anteil, gefolgt von Erdgas (21%) und Strom (6%). Der Anteil an erneuerbaren Energien beträgt zurzeit 6% (Biomasse). 18,5% des Energiebedarfes konnte keinem Energieträger zugeordnet werden.

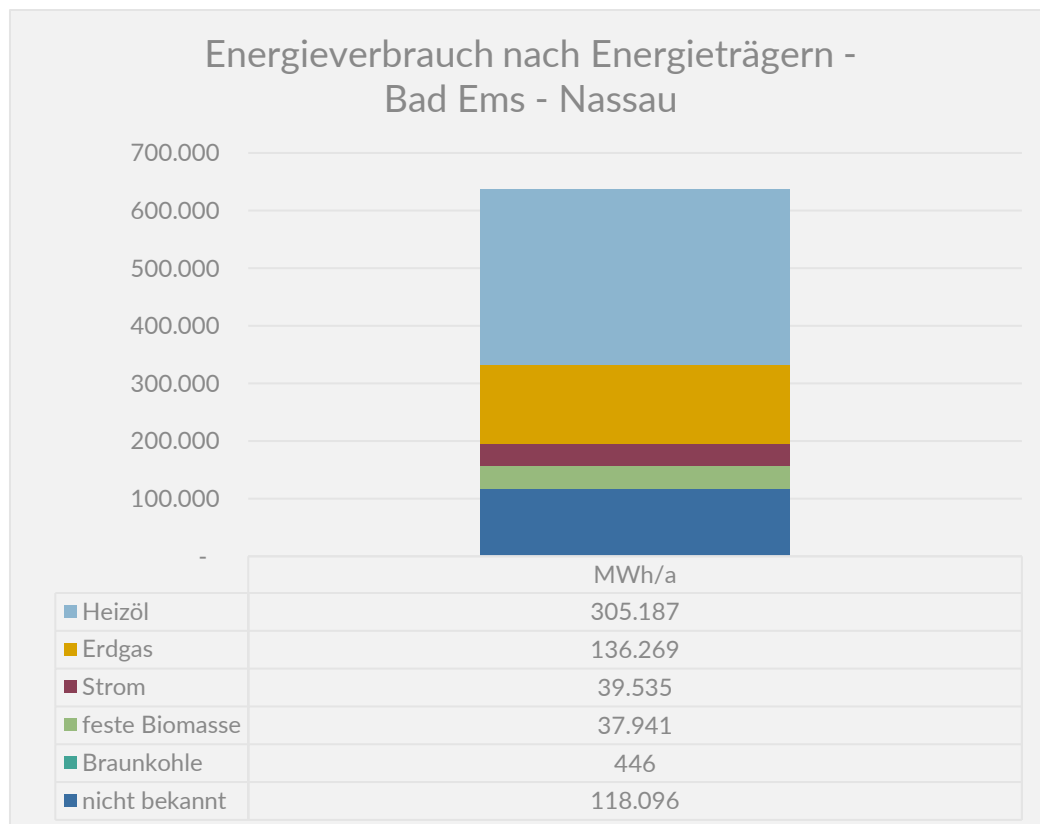


Abbildung 8-1 Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Potenzialanalyse

In Abbildung 8-2 sind die Potenziale dargestellt, die im Rahmen der Wärmeplanung untersucht worden sind.

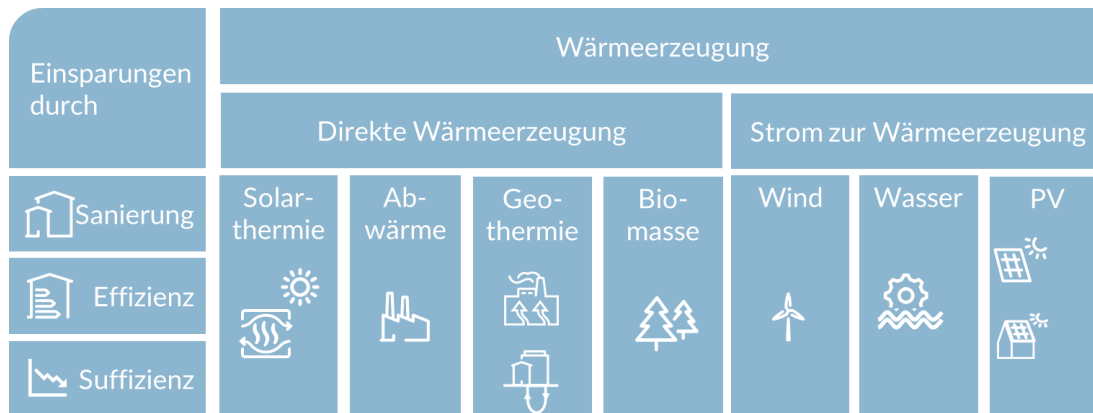


Abbildung 8-2 Übersicht über die untersuchten Potenziale

Die größten Potenziale haben Geothermie, Wärme aus der Umgebungsluft und Photovoltaik sowohl auf Dachflächen als auch auf Freiflächen. Für die Dekarbonisierung der Fernwärme gibt es vielversprechende Ansätze zur Nutzung von Tiefengeothermie.

Tabelle 8-1 Zusammenfassung der Potenziale

Technologie	Ø jährlicher Stromertrag	Ø jährlicher Wärmeertrag
Geothermie		
Erdwärmesonden	-	51.837 GWh/a
Erdwärmekollektoren	-	7.709 GWh/a
Umweltwärme		
Flussthermie	-	30 GWh/a
Luftwärme	-	„unbegrenzt“
Abwärme		
Industrielle Abwärme	-	Noch nicht quantifiziert
Abwasserwärme	-	12,5 GWh/a
Solarenergie		
Solarthermie Dach	-	1.030 GWh/a
Solarthermie Freiflächen		12.398 GWh/a
Photovoltaik Dach	347 GWh/a	-
Photovoltaik Freiflächen	6.865 GWh/a	-
Biomasse		37 GWh/a
Windenergie	146 GWh/a	-
Wasserstoff	Kein Potenzial	Kein Potenzial

Es wird deutlich, dass das technische Potenzial den aktuellen Wärmebedarf von rund 638 GWh deutlich übersteigt, auch unter der Annahme, dass von dem technischen Potenzial nur 10% wirtschaftlich umsetzbar sind.

Szenarien, zukünftige Wärmeversorgung

In der nachfolgenden Abbildung 8-3 werden die in den Teilgebieten möglichen zukünftigen Wärmeversorgungen zusammengefasst. Gebiete, für die nach derzeitigen Kenntnisstand noch keine eindeutige Aussage getroffen werden kann, sind in der Karte als Prüfgebiet dargestellt. Für diese Gebiete ist spätestens mit der Fortschreibung der Wärmeplanung erneut zu prüfen, ob die Errichtung eines Wärmenetzes eine wirtschaftliche Option zur Erreichung der Treibhausgasneutralität in der Wärmeversorgung darstellt. Davon unbenommen ist auch die Durchführung von Analysen (z.B. Befragung Interesse für Anschluss an ein Wärmenetz) oder die Durchführung von Machbarkeitsstudien möglich.

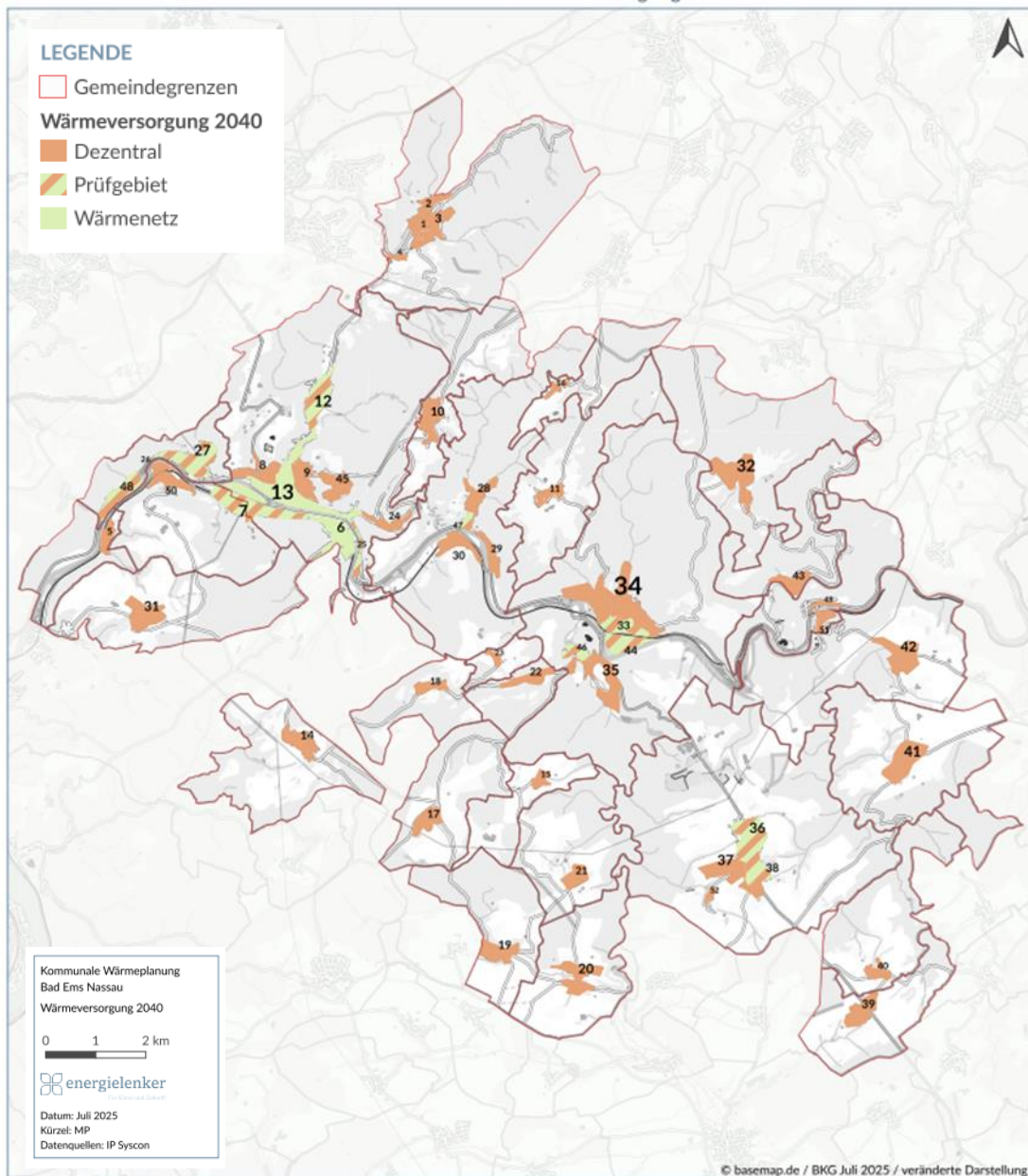


Abbildung 8-3 zukünftige Wärmeversorgung der Teilgebiete

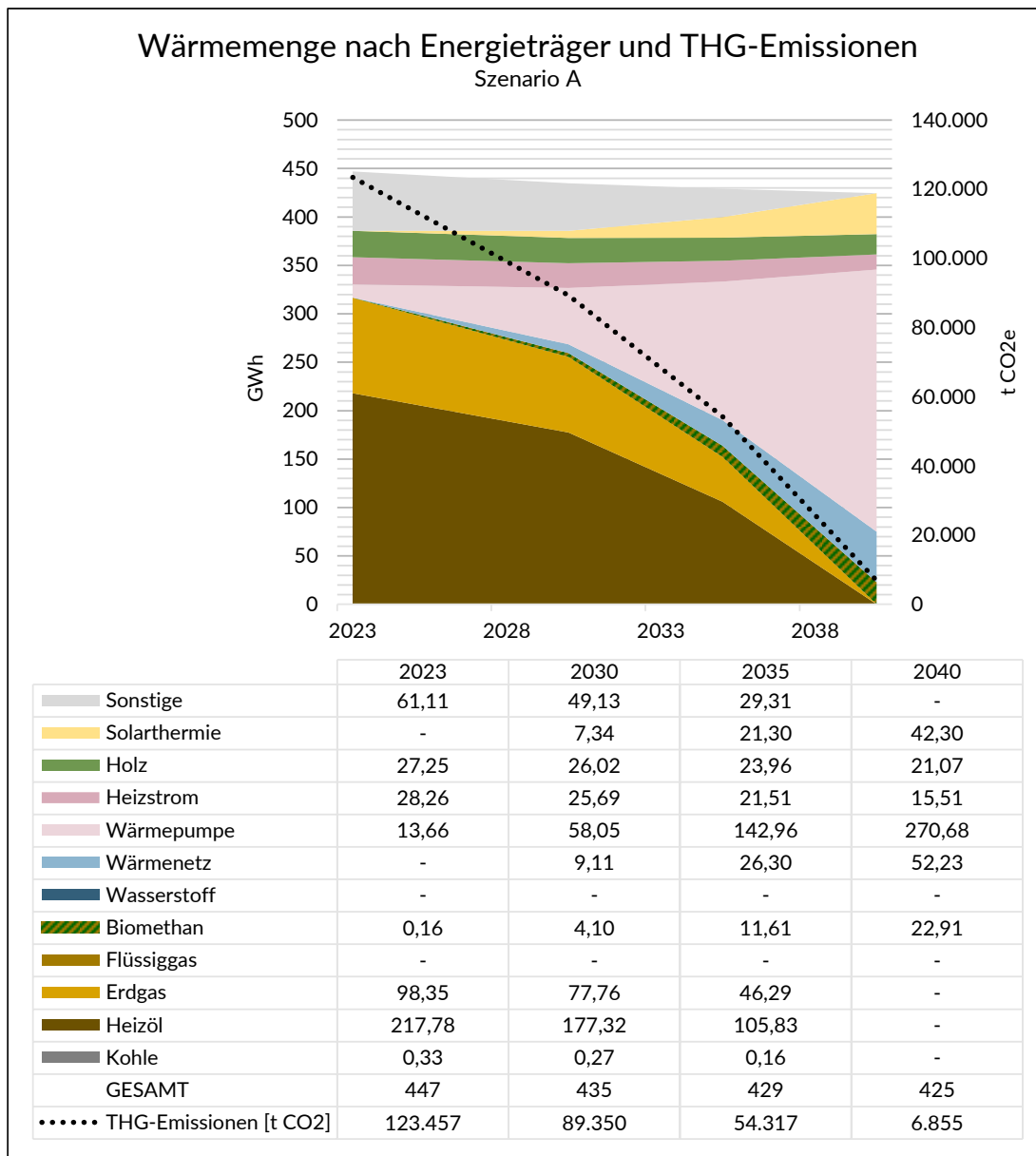


Abbildung 8-4 Wärmemenge nach Energieträger und THG-Emissionen

Umsetzungsstrategie

Zur Umsetzung des Wärmeplans sind insgesamt 20 Maßnahmen entwickelt worden, die zum Zielbild „Klimaneutralität 2040“ führen sollen. Tabelle 8-2 zeigt eine Übersicht dazu.

Tabelle 8-2 Übersicht der Maßnahmen

Information, Beratung, Vernetzung	Finanzierung und Förderung	Rechtliche Absicherung und ordnungsrechtliche Instrumente	Flächensicherung und Leuchtturmwirkung	Prozess Wärmeplanung, kommunale Verwaltungsstrukturen, interkommunale Wärmeplanung	Wärmenetze	Potenziale	Einzellösungen & Energieeinsparungen
MI1: Einrichtung und Sicherstellung geeigneter Kommunikationskanäle MI2: Handreichungen zur Beantragung von Genehmigungen bei der kommunalen Verwaltung MI3: Informationsaustausch mit Handwerksinnungen, Unterstützung bei der Fachkräftesicherung und -akquise MI4: Einrichtung einer zentralen Anlaufstelle für Unternehmen und Schaffung eines Informations- und Beratungsangebot für Energieeffizienz in Unternehmen MI5: (Bürger)Energiegesellschaft für Wärmenetze	MF1: Sicherstellung der Eigenanteile für Fördermaßnahmen im kommunalen Haushalt MF2: Berücksichtigung Sanierungsfahrpläne in kommunalen Haushalt MF3: Lokales Förderprogramm für Energieeffizienzmaßnahmen als Geschwindigkeits-Bonus	MR1: Prüfung von Emissionsbeschränkungen MR2: Städtebauliche Verträge für Energieeffizienz und erneuerbare Energien	MV1: Strukturelle Verankerung der langfristigen Aufgabe „Umsetzung der Energiewende“ in der Verwaltung MV2: Aufbau einer kontinuierlichen Datenerfassung zur Wärmewende auf Stadtebene MV3: Steigerung der Energieeffizienz kommunaler Liegenschaften	MV1: Effiziente Arbeitsstruktur zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung	MW1: Machbarkeitsstudien Wärmenetz MW2: Unterstützung bei Wärmenetz-Zwischenlösungen	MP1: Nutzung Abwärme aus Abwasser im Verbandsgemeindegebiet MP2: Ausweisung und Nutzbarmachung Industrieller Abwärmepotenziale MP3: Nutzung von Gewerbedachflächen und großen Parkflächen zur PV-Stromerzeugung	ME1: Wärmepumpenkampagne ME2: Etablierung und Verstetigung von Sanierungsmaßnahmen auf Quartiersebene

Neben Indikatoren, die zum Teil durch das Wärmeplanungsgesetz vorgegeben sind, ist auch die Umsetzung der Maßnahmen regelmäßig, mindestens jährlich, zu überprüfen. Für eine gelungene Wärmewende ist es entscheidend, dass die Verwaltung bereits mit ausreichend Personal ausgestattet ist und die Mittel für die Maßnahmen im Haushaltsplan berücksichtigt werden.

9 Glossar

Baublock

Zusammengefasstes bebautes Gebiet, dass als kleinste Einheit in der Wärmeplanung in Kartenwerken dargestellt wird. Ein Baublock umfasst mindestens 5 Gebäude oder Adressen.

Beplantes Gebiet

Ist der räumliche Bereich für den ein Wärmeplan erstellt wird.

Biogas

Biogas gehört zu den erneuerbaren Energiequellen. Es ist ein brennbares Gasgemisch, hauptsächlich aus Methan und Kohlenstoffdioxid, welches bei der Vergärung von Biomasse entsteht. Es kann in Biogasanlagen gezielt hergestellt werden, in denen die natürlichen Faulungs- und Zersetzungsprozesse kontrolliert und effizient durchgeführt werden. Verwendet werden können Abfälle und nachwachsende Rohstoffe. Biogas kann dann als Brennstoff eingesetzt werden.

Biomasse

Biomasse im Allgemeinen bezeichnet die Gesamtheit aller lebenden, toten und zersetzten Organismen eines Lebensraums. Sie enthält durch Photosynthese aufgenommene Sonnenenergie, welche durch Verbrennung oder Verrotten freigesetzt und gewonnen werden kann.

Dezentrale Wärmeversorgung

Bezeichnung für ein beplantes Teilgebiet welches aktuell oder zukünftig nicht durch Wärmenetz oder Gasnetz versorgt werden soll. Für den Hauseigentümer gibt es in der Regel keine konkrete Empfehlung der Versorgungsoption. Die Kartenwerke weisen jedoch für Umweltwärme bestehende Potenziale und damit vorhandene Möglichkeiten aus. In dem Gebiet können sich auch einzelne Objektwärmenetze oder lokale leitungsgebundene Versorgungen befinden.

Erdgas

Erdgas ist ein durch den Abbau von Biomasse (überwiegend Algen) über Jahrtausende natürlich entstandener, fossiler Energieträger. Es kann zur Wärmeerzeugung z.B. in Einzelgebäuden in Heizungen oder in Großkraft- bzw. -heizwerken zum Betrieb von Wärmenetzen zum Einsatz kommen. Bei einem Gas-und-Dampf-Kraftwerk (GuD-Kraftwerk) liegt der Wirkungsgrad typischerweise etwas über 60%, bei Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) kann der Wirkungsgrad der Anlage auf etwa 85 % erhöht werden

Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren werden in 80-160 cm Tiefe horizontal verlegt. In den Kollektoren befindet sich eine Wärmeträgerflüssigkeit, die die von Regen und Sonne ins Erdreich eingebrachte Wärme aufnimmt und der Wärmepumpe zuführt. Nachdem die Wärmepumpen die Temperatur der Erdwärme erhöht hat, wird diese zum Heizen des Gebäudes und für die Warmwasserbereitung genutzt.

Erdwärmesonden

Erdwärmesonden werden in senkrechten Bohrungen mit einer Tiefe von wenigen Metern bis zu 100 Metern installiert. Im Sondenkreislauf zirkuliert eine Wärmeträgerflüssigkeit, die die im Untergrund gespeicherte Wärme aufnimmt. Über eine Wärmepumpe wird die Temperatur weiter erhöht und die so gewonnene Wärme zum Heizen und für die Warmwasserbereitung verwendet.

Gebäudesanierung

Im Vordergrund der thermischen Sanierung steht die Verringerung der Wärmeverluste über das Dach, die Außenwände, Fenster, Türen und den Boden. Die thermische Gebäudesanierung hilft dabei, einerseits den Energiebedarf insgesamt und andererseits das notwendige Temperaturniveau abzusenken. Die serielle Sanierung, bei der neue Gebäudeteile mittels industrieller Verfahren (3D-Aufmaß, Vorfertigung von Wand- und Dachelementen) hergestellt werden, kann die Geschwindigkeit deutlich erhöhen.

Geothermie

Wärmeenergie unterhalb der Erdoberfläche. Bei der Tiefengeothermie (ab 400 Meter Tiefe) wird Energie aus dem Erdinneren zur Strom-, Wärme- oder Kältegewinnung genutzt. Die Tiefengeothermie wird in hydrothermale und petrothermale Geothermie unterschieden. Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Nutzung der Energie, welche in den obersten Erdschichten oder dem Grundwasser gespeichert ist. Auch die hier herrschenden, relativ geringen Temperaturen lassen sich auf verschiedene Arten nutzen. Sie können je nach Temperatur und Bedarf sowohl zur Bereitstellung von Wärme und zur Erzeugung von Klimakälte als auch zur Speicherung von Energie dienen. Um die vorhandene Energie im flachen Untergrund nutzen zu können, werden Wärmepumpen, Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden eingesetzt.

Industrielle Abwärme

Abwärme, die bei industriellen Prozessen als Nebenprodukt anfällt, wird häufig ungenutzt an die Umgebung abgegeben. Sie kann jedoch durch Wärmerückgewinnung nutzbar gemacht werden, sodass an anderer Stelle weniger Wärme erzeugt werden muss und Energie gespart werden kann.

Jahresarbeitszahl

Wärmepumpen erlauben durch den Einsatz einer Wärmequelle und einer Hilfsenergie eine Anhebung (Wärmebereitstellung) oder auch Absenkung der Temperatur (Kühlschrank, Klimaanlage). Die aufgewandte Hilfsenergie (in der Regel Strom) ist dabei kleiner als die bereitgestellte Nutzenergie. Die durchschnittlich als Nutzenergie im Gebäude über das Jahr bereitgestellte Energie im Verhältnis zum Hilfsenergieeinsatz wird als Jahresarbeitszahl bezeichnet. Eine Jahresarbeitszahl von 3 bedeutet dabei, dass die 3-fache Menge der Hilfsenergie als Nutzenergie bereitgestellt wird.

Kilowattstunde [kWh]

Einheit zur Messung von Energiemengen. Dabei entspricht eine Wattstunde [1 Wh] ca. 3,6 Kilojoule [kJ]. 1.000 Wh sind eine Kilowattstunde [1 kWh] und 1.000 kWh sind eine Megawattstunde [1 MWh]. Ein typischer Drei-Personen-Haushalt verbraucht etwa 3.500 Kilowattstunden Strom im Jahr. Eine Kilowattstunde Strom reicht aus, um beispielsweise 15 Stunden Radio zu hören, eine Maschine Wäsche zu waschen oder Mittagessen für vier Personen zu kochen.

Kollektor

Vorrichtung zur Sammlung von Energie. Im Bereich der Erneuerbaren Energien gibt es Sonnenkollektoren und Erdwärmekollektoren. Die von Kollektoren „eingesammelte“ Energie heizt ein Übertragungsmedium (z.B. Wasser) auf, über das die Energie transportiert wird.

Nutzenergie

Nutzenergie ist die vom Endverbraucher tatsächlich genutzte Energie. Sie ist ein Teil der Endenergie, welche dem Verbraucher zur Verfügung gestellt wird.

Peakleistung [kWp]

Die Nennleistung von Photovoltaikanlagen wird in kWp (Kilowattpeak) angegeben. Dabei bezieht sich „peak“ (engl. Höchstwert, Spitze) auf die Leistung, die unter internationalen Standard-Testbedingungen erzielt wird. Dieses Vorgehen dient zur Normierung und zum Vergleich verschiedener Solarmodule.

Photovoltaik

Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie. Bei der Photovoltaik wird in Solarzellen durch einfallendes Licht (Photonen) ein elektrisches Feld erzeugt. Elektronen können über elektrische Leiter abfließen. Der Strom kann direkt verwendet werden oder in das Stromnetz eingespeist werden.

Primärenergie

Primärenergie bezeichnet die Energie bzw. die Energieträger, die mit den ursprünglich vorkommenden Energieformen oder Energiequellen zur Verfügung stehen. Beispiele sind Erdgas oder Heizöl, die in ihrer Ursprungsform als Energieträger zur Verfügung stehen.

Prüfgebiet

Gebiet, für das noch keine abschließende Aussage über voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet getroffen werden kann, da Umstände nicht ausreichend bekannt sind.

Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse im Allgemeinen ist eine Untersuchung zur Ermittlung von Potenzialen und Defiziten, um im Nachhinein Maßnahmen zur Förderung der Potenziale zu ergreifen. Im Kontext des Klimaschutzkonzepts wird sie mit Blick auf die potenzielle eigene Energieproduktion einer Gemeinde angewandt.

Prozesswärme

Prozesswärme ist einerseits die Wärme, die in industriellen Prozessen als Abwärme anfällt. Andererseits wird als Prozesswärme auch die thermische Energie bezeichnet, die für technische Verfahren in der Industrie benötigt wird, zum Beispiel beim Schmelzen, Glühen, Trocknen etc.

Regenerative Energien

Regenerative Energien, auch erneuerbare Energien genannt, werden, wie der Name schon besagt, aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen. Diese stehen unendlich zur Verfügung, also verbrauchen sich nicht. Das Gegenteil davon sind fossile Energieträger, wie Kohle, Erdöl, Erdgas und der Kernbrennstoff Uran, die endlich sind. Beispiele für regenerative Energien sind Windenergie, Sonnenenergie, Wasserkraft, Bioenergie.

Sanierung

Instandsetzung, modernisierende Umgestaltung durch Renovierung oder Abriss neuer Gebäude sowie durch Neubau.

Sanierungsfahrplan

Ein Sanierungsfahrplan ist ein detaillierter Aktionsplan, der die Schritte und Maßnahmen zur energetischen Sanierung einer Stadt oder eines Stadtteils festlegt.

Solaratlas

Der Solaratlas, auch Solarkataster genannt, ist eine in Karten und Luftbildern dargestellte Datensammlung von für die Sonnenenergie, sowohl Solarthermie als auch Photovoltaik, geeigneten Flächen. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Dachflächen. Es werden zur Prüfung der Eignung u.a. die Ausrichtung nach Himmelsrichtung, die Neigung und die mögliche Verschattung der Dächer betrachtet.

Solarthermie

Bei der Solarthermie wird Wärme durch Sonnenenergie gewonnen. Dafür werden meist Sonnenkollektoren verwendet (s. Kollektoren).

Sonnenenergie

Sonnenenergie oder Solarenergie ist eine erneuerbare Energiequelle. Energie, die die Sonne in Form von Strahlung aussendet, wird für technische Zwecke verfügbar gemacht. Photovoltaik-Anlagen und Wärmekollektoren können diese Form der Energie in Strom und Heizwärme umwandeln.

Teilgebiet (beplantes)

Teil des beplanten Gebiets, welcher aus mehreren Baublöcken, etc. bestehen kann, ohne Wertung der Versorgungsart.

Umweltwärme

Umweltwärme ist die Umgebungswärme aus Boden, Gewässern oder Luft und kann als Wärmequellen für Wärmepumpen genutzt werden. Sonnenenergie ist die Hauptquelle für die Entstehung von Umweltwärme.

Voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet

Teilgebiet mit Wertung der Versorgungsart, dies kann ein Wärmenetzgebiet, Wasserstoffgebiet, dezentrales Gebiet oder Prüfgebiet sein.

Wärmebedarf

Der Wärmebedarf ist ein Maß für die energetische Qualität eines Gebäudes. Er bezeichnet die Energiemenge, die man braucht, um ein Gebäude auf eine gewünschte Temperatur zu heizen.

Wärmedichte

Die Wärmedichte ist eine Kennzahl zur Erstbeurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Netzes der Nahwärme oder Fernwärme. Die Wärmedichte kann eine spezifische Leistungsgröße oder eine spezifische Energieverbrauchsgröße sein.

Wärmeliniendichte

Die Wärmeliniendichte beschreibt den Quotienten aus der in der Wärmeleitung transportierten Wärmemenge zur Versorgung aller dort angeschlossenen Gebäude und der Länge dieser entsprechenden Leitung.

Wärmenetz

Wärmenetze dienen dem Transport von Wärmeenergie zwischen Wärmequellen und Wärmesenken. Unterschieden wird zwischen Nah- und Fernwärmenetzen und zwischen Netzen verschiedener Temperaturniveaus. Je weniger weit Wärme transportiert werden muss, je niedriger die Temperatur liegt und je besser die Isolierung der Rohrleitungen des Wärmenetzes ist, desto effizienter geschieht der Wärmetransport.

Wärmenetzgebiet

Beplantes Teilgebiet mit bestehendem oder geplantem Wärmenetz, hier erfolgt noch einmal eine Einteilung in Wärmenetzverdichtungsgebiet, Wärmenetzausbaugebiet oder Wärmenetzneubaugebiet.

Wärmenetzverdichtungsgebiet

Beplante Teilgebiete mit bestehenden Wärmenetzen, der Anschluss an das Wärmenetz kann zumeist ohne Ausbau des Wärmenetzes erfolgen.

Wärmenetzausbaugebiet

Beplantes Teilgebiet mit Wärmenetz im Teilgebiet oder angrenzend, der Anschluss an Wärmeleitungen erfordert den Neubau von Wärmenetztrassen.

Wärmenetzneubaugebiet

Hier wird erstmalig ein Wärmenetz inklusive Heizzentrale oder Wärme(kraft)werk aufgebaut.

Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe hebt die natürliche Wärme in ihrer Umgebung (z.B. aus dem Erdreich, Grundwasser oder aus der Luft) auf ein höheres Temperaturniveau. Sie nutzt dazu den Effekt, dass sich Gase unter Druck erwärmen (wie z.B. bei einer Fahrrad-Luftpumpe). Wärme aus dem Erdreich: Erdwärmepumpe; Wärme aus der Luft: Luftwärmepumpe

Wärmespeicher

Wärmespeicher dienen der saisonalen oder kürzeren Speicherung von überschüssiger Wärme, um eine Ungleichzeitigkeit von Angebot und Nachfrage auszugleichen.

Wasserstoff

Wasserstoff (H_2) ist ein sehr universeller Energieträger, der sowohl stofflich in der chemischen Industrie als auch energetisch genutzt werden kann. Die Speicherung von Wasserstoff ist aufwendiger als die von Methan, da Wasserstoff leichter Barrieren durchdringt. Wasserstoff kann sowohl in speziellen Netzen transportiert als auch dem Erdgasnetz bis zu einem bestimmten Prozentsatz (die technischen Angaben hierzu erhöhen sich immer wieder) zugemischt werden. Zugemischter Wasserstoff kann auch wieder aus Erdgas herausgefiltert werden. Auch eine chemische Speicherung von Wasserstoff durch Hydrierung ist möglich. Klimaneutral hergestellt wird Wasserstoff aus Wasser mittels Elektrolyse durch erneuerbaren Strom.

Wasserstoffnetzgebiet

Beplantes Teilgebiet mit bestehendem oder geplantem Wasserstoffnetz zur Bereitstellung von Wärme.

Windeignungsgebiet

Ein Ort, der sich für Windanlagen eignet, ist ein Windeignungsgebiet. Windenergieanlagen dürfen grundsätzlich überall dort gebaut werden, wo kein Bebauungsplan gilt oder bereits Bebauung vorhanden ist.

Windkraft/ Windenergie

Die Windenergie ist eine erneuerbare Energiequelle. Dafür wird die Bewegungsenergie des Windes für technische Zwecke verfügbar gemacht. Dieses Prinzip wird bereits seit dem Altertum bei den Getreide-Windmühlen genutzt. Heutzutage wird die Bewegungsenergie des Windes in Strom umgewandelt.

Wirkungsgrad

Verhältnis von Energieeinsatz und erhaltener Leistung (z. B. Strom oder Wärme). Der Gesamtwirkungsgrad von Anlagen zur Stromproduktion setzt sich zusammen aus dem elektrischen und dem thermischen Wirkungsgrad. So kann man den Wirkungsgrad erhöhen, indem man auch die Wärme, die bei der Stromerzeugung entsteht, nutzt.

Quartier

Ein Quartier bezeichnet ein begrenztes geografisches Gebiet. Es besteht aus mehreren flächenmäßig zusammenhängenden privaten und/oder öffentlichen Gebäuden, einschließlich öffentlicher Infrastruktur. Das Quartier ist in der Regel eine räumliche Ebene unterhalb der Stadtteilgröße. Es kann auch ein, im Rahmen der Städtebauförderung ausgewiesenes Gebiet

sein. Ein Quartier kann ein Wohnviertel, ein Geschäftsviertel, ein historisches Viertel oder ein gemischtes Nutzungsviertel sein. Die Gebäudetypologie eines Quartiers muss nicht einheitlich gegeben sein und kann demnach aus Bestandsgebäuden oder aus einer Mischung von Neubauten und Bestandsgebäuden bestehen.

10 Literaturverzeichnis

- AG Energiebilanzen e.V. (13. März 2024). *Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz Deutschland*. Von Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungszwecken: https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/01/AGEB_22p2_rev-1.pdf abgerufen
- BDI, B. d. (2021). *Klimapfade 2.0. Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft*. Boston Consulting Group. Abgerufen am 02. 04 2024
- Bundesnetzagentur. (21. November 2023). *Marktstammdatenregister*. Von Aktuelle Einheitenübersicht - Stromerzeugungseinheiten, Stromverbrauchseinheiten, Gaserzeugungseinheiten, Gasverbrauchseinheiten: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht> abgerufen
- Deutscher Wetterdienst. (12 2023). *Klimafaktoren (KF) für Energieverbrauchsabweise*. Von <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html#:~:text=Witterungsbereinigung%20mit%20Klimafaktoren,je%20gr%C3%B6%C3%9Fer%20der%20Klimafaktor%20ist.> abgerufen
- Günther, D., Wapler, J., Langner, R., Helmling, S., Miara, M., Fischer, D., . . . Wille-Hausmann, B. (2020). *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden: Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt WPsmart im Bestand*. Freiburg: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE.
- Hinrich Helms, C. H. (12/2024). *ifeu.de/tremod*. Heidelberg : ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung. Von <https://www.ifeu.de/methoden-tools/modelle/tremod> abgerufen
- ifeu. (2016:3). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: ifeu.
- ifeu, Öko-Institut, Universität Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held, Prognos AG, Fraunhofer ISI. (Juni 2024). *Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche*. (B. BMWK, Hrsg.) Abgerufen am Juni 2024 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Leitfaden_Waermeplanung_final_web.pdf
- ILK Dresden, Honke Marcus. (25. 11 2019). *Wärmequelle Eisspeicher und Gewässer – Potentiale von Flüssigeis in regenerativen und effizienten Wärmekonzepten*. Von https://crm.saena.de/sites/default/files/civicrm/persist/contribute/files/Waermequelle%20Eisspeicher%20und%20Gewasser_Mathias_Safarik%281%29.pdf abgerufen
- KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH. (8. März 2024). *Technikkatalog zur Kommunalen Wärmeplanung*. Von <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermeplanung/einfuehrung-in-den-technikkatalog#c7393-content-4> abgerufen
- Kommunalrichtlinie, T. A. (2022). *Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz*. Von https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/20221101_NKI_Kommunalrichtlinie_Technischer-Annex.pdf abgerufen
- Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. (Juni 2024). *Technikkatalog Wärmeplanung*. (B. f. (BMWK), & B. f. (BMWSB), Hrsg.) Abgerufen am

10. 07 2024 von https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Technikkatalog_W%C3%A4rmeplanung_Juni2024.xlsx

Schwinghammer, F. (2012). *Thermische Nutzung von Oberflächengewässern*. Freiburg: Institut für Hydrologie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br. . Von https://www.hydrology.uni-freiburg.de/abschluss/Schwinghammer_F_2012_MA.pdf abgerufen

WPG. (01. Januar 2024). *Wärmeplanungsgesetz vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394)*. Von <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/BJNR18A0B0023.html> abgerufen

Anhang

Teilgebietssteckbriefe

Die Teilgebietssteckbriefe befinden sich in einem separaten Dokument.

Maßnahmensteckbriefe

Die Maßnahmensteckbriefe befinden sich in einem separaten Dokument.

THG-Emissionsfaktoren

Anhand der ermittelten Verbräuche und energieträgerspezifischer Emissionsfaktoren werden die THG-Emissionen berechnet. Dazu sind THG-Emissionsfaktoren notwendig.

Die empfohlenen Emissionsfaktoren beruhen auf Annahmen und Berechnungen des ifeu, des GEMIS (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme) sowie auf Richtwerten des Umweltbundesamtes (UBA). Die THG-Emissionsfaktoren beziehen neben den reinen CO₂-Emissionen weitere Treibhausgase (bspw. N₂O und CH₄) in Form von CO₂-Äquivalenten (CO₂e) inklusive energiebezogener Vorketten mit ein. Hinsichtlich des Emissionsfaktors für Strom gilt, dass gemäß BSKO der Bundesstrommix herangezogen wird. In Tabelle A-0-1 werden die Emissionsfaktoren der jeweiligen Energieträger dargestellt:

Tabelle A-0-1 Emissionsfaktoren der Energieträger für das Jahr 2022

Emissionsfaktoren der Energieträger [gCO ₂ e/kWh]			
Strom	505	Flüssiggas	276
Heizöl	313	Braunkohle	445
Erdgas	257	Steinkohle	433
Holz	22	Heizstrom	505
Umweltwärme	158	Sonstige Erneuerbare	25
Sonnenkollektoren	23	Sonstige Konventionelle	330
Biogase	121	Benzin	347
Abfall	27	Diesel	354
Kerosin	322	Biodiesel	132

Für die Szenarien Erstellung werden die Emissionsfaktoren aus dem Technikkatalog des Leitfadens Wärmeplanung (Prognos AG; ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH; Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER); Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 2024) genutzt. Diese sind für die betrachteten Jahre in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle A-0-2 Emissionsfaktoren der Energieträger für die Jahre 2025 bis 2045 in Fünfjahresritten aus dem Technikkatalog Juni 2024 (Tab1)

Emissionsfaktoren der Energieträger in g CO ₂ -Äquivalent pro kWh	2025	2030	2035	2040	2045
Heizöl	310	310	310	310	310
Erdgas	240	240	240	240	240
Braunkohle	430	430	430	430	430
Steinkohle	400	400	400	400	400
Holz	20	20	20	20	20
Biogas	137	133	130	126	123
Solarthermie	0	0	0	0	0
Umweltwärme*	81	34	14	8	5
Verbrennung von Siedlungsabfällen	20	20	20	20	20
Abwärme aus Prozessen	39	38	37	36	35
Strom	260	110	45	25	15

* Für Wärmepumpen wird auf Basis einer Jahresarbeitszahl von 3,2 der Emissionsfaktor für Strom eingesetzt. Daraus ergeben sich die hier berechneten Werte.