

# Kommunale Wärmeplanung für die Verbandsgemeinde Altenahr

Abschlussbericht

Sweco GmbH  
Graeffstraße 5  
50823 Köln

November 2025

**SWECO** 

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit



NATIONALE  
KLIMASCHUTZ  
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung und Klimapolitische Rahmenbedingung .....	1
2	Methodik .....	2
2.1	GIS-Modell .....	2
2.2	Datenerfassung .....	2
2.3	Kommunikationskonzept .....	3
2.3.1	Projektorganisation .....	3
2.3.2	Akteursbeteiligung .....	3
2.3.3	Öffentlichkeitsarbeit .....	5
3	Bestandsanalyse .....	6
3.1	Stadtstruktur und Demographie .....	6
3.2	Gebäudestruktur .....	7
3.3	Städtebauliche Planungen .....	8
3.3.1	Erneuerbare Energieanlagen .....	8
3.3.2	Straßenbauprojekte .....	8
3.3.3	Wärmenetze .....	8
3.3.4	Bauleitplanung .....	8
3.4	Struktur der Wärmeversorgung .....	9
3.4.1	Analyse der Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude .....	9
3.4.2	Energieinfrastruktur .....	10
3.4.3	Kartografische Darstellung des Wärmeverbrauchs .....	12
3.5	Bestandsanlagen Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung .....	14
3.6	Energie- und Treibhausgasbilanz .....	15
3.6.1	Ergebnisse Wärmesektor .....	18
3.6.2	Ergebnisse Stromsektor .....	21
4	Potenzialanalyse .....	23
4.1	Potenzialbegriff .....	23
4.2	Energieeinsparpotenziale .....	24
4.3	Erneuerbare Energiepotenziale .....	25
4.3.1	Solarthermie .....	25
4.3.2	Geothermie und Umweltwärme .....	27
4.3.3	Biomasse und Müllverbrennung .....	29
4.3.4	Abwasserwärme .....	30
4.3.5	Erneuerbare Gase .....	32
4.3.6	Erneuerbare Stromerzeugung und elektrische Wärmeerzeugung .....	33
4.3.7	Speichertechnologien .....	35
4.4	Zusammenfassung der Potenziale .....	37
5	Szenarienentwicklung .....	42
5.1	Methodik .....	42
5.1.1	Gewichtung der Indikatoren .....	44
5.1.2	Bewertung der Indikatoren .....	45
5.2	Eignungsgebiete .....	49
5.3	Zielszenario .....	53
5.3.1	Räumliches Konzept .....	53
5.3.2	Indikatoren des Zielszenarios .....	58
6	Maßnahmenentwicklung .....	63
6.1	Fokusgebiete .....	63
6.2	Detailbetrachtung der Fokusgebiete .....	64
6.2.1	Rahmenbedingungen .....	64
6.2.2	Netzberechnung .....	66

6.3	Maßnahmensteckbriefe.....	69
7	Verstetigung und Controlling .....	85
7.1	Rechtliche Bindung der kommunalen Wärmeplanung.....	85
7.2	Verstetigung innerhalb der Verbandsgemeindeverwaltung .....	85
7.2.1	Verstetigung innerhalb der einzelnen Planungsebenen .....	86
7.2.2	Verantwortlichkeiten .....	86
7.3	Verstetigung in der Öffentlichkeit .....	87
7.3.1	Fortschreibung.....	88
7.4	Controlling-Konzept.....	88
7.4.1	Monitoring .....	88
7.4.2	Veröffentlichung und Berichterstattung .....	90
7.4.3	Dynamische Anpassung .....	91
8	Zusammenfassung .....	92
9	Literaturverzeichnis .....	94
	Anhang – Formeln KWW-Technikkatalog .....	98

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ergebnisse Akteursmapping.....	4
Abbildung 2: Darstellung der Verbandsgemeinde Altenahr mit Einzeichnung des Gebäudebestands .....	6
Abbildung 3: Darstellung der Verteilung der Gebäude in die einzelnen Baualtersklassen .....	7
Abbildung 4: Einteilung der Gebäude des Verbandsgemeindegebiets in Nutzungssektoren .....	8
Abbildung 5: Darstellung der Anzahl an Heizungssystemen und ihrer Gesamtleistung .....	10
Abbildung 6: Statistische Verteilung des Inbetriebnahmejahres der Heizungen im Untersuchungsgebiet ....	10
Abbildung 7: Statistische Verteilung der Auslastung der Transformatoren .....	11
Abbildung 8: Verteilung der überwiegenden Heizenergieträger in Baublockdarstellung .....	13
Abbildung 9: Verteilung des spezifischen Wärmeverbrauchs der Verbandsgemeinde .....	14
Abbildung 10: Wärmeverbrauch in GWh/a in der VG .....	18
Abbildung 11: Wärmeverbrauch in GWh/a und Einwohnerzahlen in der VG .....	19
Abbildung 12: Treibhausgasemissionen in t CO <sub>2e</sub> /a im Wärmesektor in der VG .....	19
Abbildung 13: Treibhausgasemissionen kg CO <sub>2e</sub> /a pro Einwohner*in im Wärmesektor in der VG .....	20
Abbildung 14: Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen der einzelnen Energieträger .....	21
Abbildung 15: Stromverbrauch in GWh/a in der VG, aufgeteilt auf die Verbrauchssektoren .....	21
Abbildung 16: Treibhausgasemissionen des Stromsektors der VG .....	22
Abbildung 17: Qualitative Darstellung der verschiedenen Potenzialstufen .....	24
Abbildung 18: Verteilung des Sanierungspotenzials in der Verbandsgemeinde .....	25
Abbildung 19: Vergleich der flächenspezifischen Energieerträge verschiedener Erneuerbarer Energien. ....	26
Abbildung 20: Potenzialflächen für Freiflächen-Solarthermie in der Verbandsgemeinde Altenahr .....	27
Abbildung 21: Potenzielle Eignung von Böden für Erdwärmekollektoren in der VG Altenahr .....	28
Abbildung 22: Prognostizierte Kostenentwicklung für Alkali-Elektrolyse und Methanisierung .....	33
Abbildung 23: Potentialfläche Wind Altenahr .....	35
Abbildung 24: Potenziale zur regenerativen Wärmeerzeugung und Wärmereduktion in GWh/a. ....	40
Abbildung 25: Potenziale zur regenerativen Stromproduktion in GWh/a. ....	40
Abbildung 26: Darstellung der Potenzialradien zur Erzeugung von regenerativer Wärme .....	41
Abbildung 27: Bewertungsschema mit Wärmeversorgungsarten, Bewertungskategorien- und Indikatoren ..	43
Abbildung 28: Bewertung der Eignung von Wärmenetzen .....	50
Abbildung 29: Bewertung der Eignung dezentraler Wärmeversorgungsstrukturen. ....	51
Abbildung 30: Bewertung der Eignung zur Versorgung mit erneuerbaren Gasen. ....	52
Abbildung 31: Darstellung des räumlichen Konzepts des Zielszenarios .....	58
Abbildung 32: Wärmeverbrauch nach Energieträgern .....	61
Abbildung 33: Jährliche und kumulierte THG-Emissionen der zukünftigen Wärmeversorgung. ....	62
Abbildung 34: Darstellung der Fokusgebiete in Kalenborn, Altenahr und Hönningen .....	63
Abbildung 35: Annahmen für die Energiepreisentwicklung .....	65
Abbildung 36: Lageplan und Luftbild für das potenzielle Wärmenetzgebiet in der Ortsgemeinde Kalenborn	66
Abbildung 37: Potenzieller Projektzeitenplan für den Aufbau eines Wärmenetzes im Ortsteil Dümpelfeld ....	66
Abbildung 38: Zeitliche Anordnung der jeweiligen Maßnahmen der Wärmewende .....	70

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Transparente Darstellung der identifizierten Datenquellen und Daten .....	2
Tabelle 2: Überblick Szenario Workshop .....	4
Tabelle 3: Wesentliche Kennzahlen für EE- und KWK-Bestandsanlagen inkl. Speicher .....	15
Tabelle 4: Annahmen zum Wirkungsgrad von Brennwert- und Heizwertheizungen [5] .....	16
Tabelle 5: Annahmen zu Volllaststunden verschiedener Feuerstätten .....	16
Tabelle 6: Annahmen zum Jahresverbrauch und zur Zusammensetzung der Nahwärmeversorgung .....	17
Tabelle 7: spezifische THG-Emissionen der einzelnen Energieträger in CO <sub>2</sub> -Äquivalente [6] .....	17
Tabelle 8: Datengüte und Anteil am Wärmeverbrauch der einzelnen Endenergieträger .....	18
Tabelle 9: Erläuterung von Speichermöglichkeiten .....	36
Tabelle 10: Zusammenfassung der Potenziale der verschiedenen Anwendungen .....	38
Tabelle 11: Auflistung der Indikatoren für die einzelnen Bewertungskategorien .....	44
Tabelle 12: Gewichtungen der einzelnen Bewertungsindikatoren .....	45
Tabelle 13: Bewertung der Indikatoren, die nicht gebäudescharf bewertet werden. ....	46
Tabelle 14: Klassifikation der Wärmebedarfsdichte nach potenzieller Eignung für Wärmenetze .....	48
Tabelle 15: Darstellung der Abstufungen der Indikatoren, die gebäudescharf bewertet werden .....	48
Tabelle 16: Erläuterung der Gebiete, die nicht als dezentrale Versorgungsgebiete ausgewiesen werden ....	54
Tabelle 17: Annahmen zu Wärmeverbrauch und Anschlussquote innerhalb der Wärmenetzgebiete .....	59
Tabelle 18: Ergebnisindikatoren des Zielszenarios .....	60
Tabelle 19: Zusammenfassung der Indikatoren der Fokusgebiete .....	63
Tabelle 20: Annahmen für technische und wirtschaftliche Eingangsparameter in der Netzberechnung .....	64
Tabelle 21: Annahmen für Energiepreisentwicklung und Entwicklung der Emissionsfaktoren .....	65
Tabelle 22: Technische und wirtschaftliche Daten zum potenziellen Wärmenetz .....	67
Tabelle 23: Auflistung aller Maßnahmensteckbriefe .....	69
Tabelle 24: Indikatoren und Controlling Instrumente der einzelnen Maßnahmen .....	89

## Abkürzungsverzeichnis

AG .....	Auftraggeber
ALKIS .....	Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem
ARA .....	Abwasserreinigungsanlage
BAFA .....	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW .....	Blockheizkraftwerk
BISKO .....	Bilanzierungs-Systematik-Kommunal
DSGVO .....	Datenschutz-Grundverordnung
DVGW .....	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EE .....	Erneuerbare Energien
FFPVA .....	Freiflächen-Photovoltaikanlage
GIS .....	Geoinformationssystem
ifeu .....	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
ISA .....	Institut für Siedlungswasserwirtschaft
KWK .....	Kraftwärmekopplung
KWW .....	Kompetenzzentrum kommunale Wärmewende
MaStR .....	Marktstammdatenregister, Marktstammdatenregister
ORC .....	Organic Rankine Cycle
PtG .....	Power to Gas
PV .....	Photovoltaik
<b>SCOP</b> .....	Seasonal Coefficient of Performance
THG .....	Treibhausgas
WPG .....	Wärmeplanungsgesetz

# 1 Aufgabenstellung und Klimapolitische Rahmenbedingung

Ziel der Bundesgesetzgebung ist das Erreichen der Treibhausgasneutralität bis 2045. Auf Bundesebene wurde daher am 24.11.2023 das Wärmeplanungsgesetz (WPG) beschlossen, welches Kommunen zur Durchführung einer Kommunalen Wärmeplanung verpflichtet, somit auch die Verbandsgemeinde Altenahr (im Nachfolgenden „VG“, Auftraggeber oder AG genannt).

Nach dem Wärmeplanungsgesetz sind Kommunen wie die Gemeinden der Verbandsgemeinde Altenahr mit weniger als 100.000 Einwohnern verpflichtet, spätestens bis zum Ablauf des 30. Juni 2028 die Kommunale Wärmeplanung abzuschließen. Angesichts des kurzen Zeithorizonts bis zum geplanten Erreichen der Klimaneutralität in der Wärmeversorgung und der herausfordernden infrastrukturellen Erfordernisse, ist es ein sinnvoller Entschluss der Gemeinden, bereits im Jahr 2025 eine Wärmeplanung in Auftrag zu geben. Ebenfalls gilt die Pflicht den Stand der Wärmewende alle 5 Jahre überprüfen zu lassen und im Bedarfsfall eine Fortschreibung der Wärmeplanung in die Wege zu leiten.

Die Kommunale Wärmeplanung soll als übergreifendes informelles Planungsinstrument für Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung dienen und ein strategisches Vorgehen bei städtebaulichen Veränderungen im Sinne des Klimaschutzes ermöglichen. Im Rahmen des Wärmeplans werden Potenziale für Erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme und Energieeffizienzmaßnahmen mit bestehenden Wärmeverbräuchen und vorherrschenden Infrastrukturen verschnitten und daraus Eignungsgebiete für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung identifiziert. An die Kommunale Wärmeplanung können weitere Entwicklungskampagnen anschließen wie integrierte Quartierskonzepte oder Machbarkeitsstudien im Rahmen der BEW-Förderung. Für die Bürger\*innen und Energieversorger im Planungsgebiet gibt die Wärmeplanung eine Orientierung für die weitere Entwicklung der Wärmeversorgung hin zur Treibhausgasneutralität im Wärmesektor. Eine rechtliche Bindung ergibt sich aus der Wärmeplanung weder für die Kommunen noch für Unternehmen oder Eigentümer\*innen.

Bereits im Zuge der Entwicklung eines Integrierten Klimaschutzprogramms wurden für die Verbandsgemeinde Altenahr Analysen zur energetischen Ist-Situation durchgeführt sowie erste Potenziale aufgezeigt und Maßnahmen abgeleitet. Die Ergebnisse werden in der kommunalen Wärmeplanung aufgegriffen und weitergeführt.

## 2 Methodik

Der Wärmeplan wurde in Verbindung mit einem Geoinformationssystem (GIS) erstellt. Das GIS-Modell bildet das Verbandsgemeindegebiet digital nach und ermöglicht eine räumlich differenzierte Betrachtung auf beliebiger Ebene (vom einzelnen Gebäude bis hin zum gesamten Verbandsgemeindegebiet). Das Modell wird unter anderem mit Informationen über Gebäudestruktur und Energieverbräuche gefüllt. Es dient zur Analyse der Energieinfrastruktur und Identifikation von Wärmeversorgungsgebieten, ermöglicht aber ebenso eine öffentliche Darstellung der Energieinfrastruktur der Stadt und erhöht die Transparenz des Planungsprozesses.

### 2.1 GIS-Modell

Für den Aufbau des GIS-Modells nutzt Sweco das von Esri entwickelte ArcGIS System, mit dem die Daten anschaulich aufbereitet und in einer Karte dargestellt werden können. Zur Analyse und Verbindung verschiedener Daten und Datenquellen wird die Software FME von Safe Software genutzt.

Zu Beginn des Projektes werden die frei verfügbaren Daten des Marktstammdatenregisters und die Geobasisdaten des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS) bezogen. Diese Grunddaten werden im Zuge der Bestandsanalyse durch Primärdaten der Netzbetreiber, Daten der Schornsteinfeger\*innen und Daten der Verbandsgemeinde zum Thema Abwasserpotenzial und Kommunalplanung komplettiert.

### 2.2 Datenerfassung

Für die Erfassung der Daten, die nicht öffentlich zugänglich sind, werden Datenabfragebögen genutzt. Die Datenabfrage hält sich an die DSGVO und an die Bestimmungen zur Datenverarbeitung aus §10 des Wärmeplanungsgesetzes. Demnach werden die Daten der Netzbetreiber auf mindestens 5 Hausnummern und die Daten der Schornsteinfeger auf mindestens 3 Hausnummern aggregiert. Zur Steigerung der Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Bearbeitung werden die identifizierten Datenquellen und notwendigen Daten in Tabelle 1 aufgelistet. Zusätzlich wird der jeweilige Datentyp beschrieben, die Jahreszahl angegeben, auf die sich die Daten beziehen oder an denen die Daten bereitgestellt wurden und die Datengüte anhand der BSKO<sup>1</sup> Kategorien bewertet. Somit kann der Energie- und THG-Bilanz eine BSKO-konforme Datengüte zugeordnet und die Qualität der Bilanz bestimmt werden.

Tabelle 1: Transparente Darstellung der identifizierten Datenquellen und Daten samt Jahresbezug, Datentyp und Datengüte

Datensatz	Datenquelle	Bezugsjahr(e) / Stand	Datentyp	Datengüte
Bevölkerungszahlen	Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz	Stand Januar 2023	Amtliche Statistik	A
Baualtersklassen	Infas 360 GmbH	Datenimport Februar 2025	Daten der Privatwirtschaft und Marktforschung	C
Einteilung der Nutzungs-sektoren	ALKIS und Infas 360 GmbH	Datenimport Februar 2025	Amtliche Statistik + Daten der Privatwirtschaft	B
Gebäudegrunddaten	ALKIS	Datenimport Februar 2025	Amtliche Statistik	A
Denkmalschutzliste	Verbandsgemeinde Altenahr	Stand Mai 2025	Amtliche Liste	A
Eigentumsverhältnisse	Verbandsgemeinde Altenahr	Stand Februar 2025	Amtliche Statistik	A
Städtebauliche Planungen	Verbandsgemeinde Altenahr	Stand Februar 2025	Städtische Informationen	A

<sup>1</sup> Bilanzierungs-Systematik Kommunal - Datengüte A: Regionale Primärdaten; Datengüte B: Primärdaten und Hochrechnung; Datengüte C: Regionale Kennwerte und Statistiken; Datengüte D: Bundesweite Kennzahlen

Datensatz	Datenquelle	Bezugsjahr(e) / Stand	Datentyp	Daten-güte
Bestandsanlagen Erneuerbare Energien und KWK	MaStR	Stand Februar 2025	Bundesweite Datensammlung	A
Flächenpotenzial Solar	Solarkataster Energieagentur Rheinland-Pfalz	Stand Februar 2025	Hochrechnung	B
Flächenpotenzial Wind	Flächenportal Windenergie des Landesministeriums des Innern und für Sport	Stand Februar 2025	Hochrechnung	B
Flächenpotenzial Geothermie	Landesamt Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz	Stand Februar 2025	Hochrechnung	B
Potenzielle Abwärmemenge aus Abwasser und Kläranlagen	Abwasserwerk Altenahr	Stand März 2025	Realdaten	A
Informationen über nicht leitungsgebundene Heizungssysteme	Bezirksschornsteinfeger*innen	Stand März 2025	Realdaten	A
Verbrauch nicht leitungsgebundene Heizungssysteme	Bezirksschornsteinfeger*innen	Stand März 2025	Hochrechnung	B
Informationen über Strominfrastruktur	Westnetz	Stand März 2025	Realdaten	A
Informationen zu bestehenden und geplanten Wärmenetzen	Ortsgemeinden	Stand April 2025	Realdaten	A

## 2.3 Kommunikationskonzept

Für eine erfolgreiche Wärmeplanung und anschließende -umsetzung ist die gezielte Ansprache, Information und/oder Beteiligung der Akteure essenziell. Daher werden nachfolgend die relevanten Stakeholder definiert sowie die genutzten Beteiligungsverfahren während der KWP aufgezeigt. Der Beteiligungsumfang orientiert sich an den Vorgaben des WPG, den Leitfäden zur kommunalen Wärmeplanung des KWW und des AGFW inkl. der Arbeitsblätter AGFW FW 701 und 702.

### 2.3.1 Projektorganisation

Zu Projektstart wurde eine **Steuerungsgruppe** eingerichtet, welche die Konzepterstellung fachlich begleitet. Diese konnte bei Bedarf um zusätzliche Fachakteure erweitert werden. Im Rahmen der Konzepterstellung fanden zweiwöchentliche Abstimmungen mit der Projektleitung seitens des AG statt. Die Steuerungsgruppe setzt sich zusammen aus Vertretern der Verbandsgemeinde Altenahr. Neben dem Bürgermeister Herr Gieler und Projektleiterin Frau Groß ist auch Herr Stodden als Büroleitender Beamter Teil der Steuerungsgruppe.

Im Rahmen des **Projektauftrags** wurde das Beteiligungskonzept erläutert und im **Konzeptionsworkshop** detailliert besprochen. Es wurde festgelegt, dass Zwischenergebnisse im Rahmen von Ortsbürgermeisterdienstbesprechungen präsentiert werden.

### 2.3.2 Akteursbeteiligung

Im Konzeptionsworkshops wurde gemeinsam mit der Verbandsgemeinde ein Akteursmapping durchgeführt und relevante Fachakteure identifiziert. Die Ergebnisse der Akteursanalyse sind in Abbildung 1 dargestellt. Es



wird zwischen einer direkten Zusammenarbeit, Beteiligung weiterer Fachakteure und einem vorwiegenden Informationsfluss mit Möglichkeit der Beteiligung unterschieden.

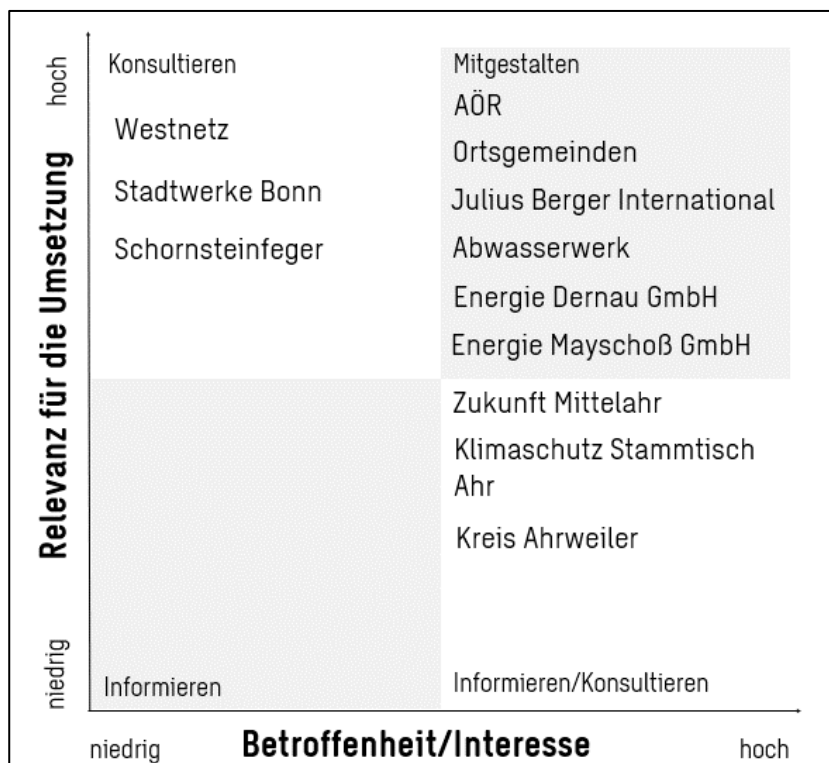


Abbildung 1: Ergebnisse Akteursmapping

Die **aktive Ansprache und Einbindung** der Akteure erfolgte im weiteren Verlauf im Rahmen des Szenarien- und Maßnahmenworkshops. Die Auswahl der einzubindenden Akteure erfolgte in Absprache mit der Verbandsgemeinde.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Themen des durchgeführten Workshops sowie die beteiligten Akteure.

Tabelle 2: Überblick Szenario Workshop

	Szenarien- und Maßnahmen Workshop
<b>Themen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung Systematik Szenarienentwicklung</li> <li>• Vorstellung Eignungsbewertung</li> <li>• Vorstellung Szenarien</li> <li>• Diskussion zum Zielszenario</li> <li>• Diskussion über notwendige Maßnahmen</li> </ul>
<b>Teilnehmende</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steuerungsgruppe</li> <li>• Ortsbürgermeister</li> <li>• Westenergie AG</li> <li>• Stadtwerke Bonn</li> </ul>
<b>Grundlage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse Bestands- und Potenzialanalyse, Methodik Szenarienentwicklung nach KWW</li> <li>• Auswertung Sweco</li> </ul>

Durch die Workshops wurden nicht nur zentrale Ergebnisse der KWP erarbeitet, sondern auch wichtige Akteure informiert und beteiligt, die als Multiplikatoren dienen können.

### **Gremientermine**

Die Information der **Politik** fand im Rahmen von zwei Gremienterminen statt. Die Vorstellung der Zwischenergebnisse erfolgte im Rahmen einer Ortsbürgermeisterdienstbesprechung am 02.04.2025. Die finalen Ergebnisse werden am 06.11.2025 dem Bauausschuss vorgestellt.

### **2.3.3 Öffentlichkeitsarbeit**

Die Information und Partizipation der Bürgerschaft fördert die Akzeptanz und erhöht die spätere Umsetzungswahrscheinlichkeit der entwickelten Maßnahmen. Für eine möglichst kontinuierliche und transparente Kommunikation wurde den Bürger\*innen die Möglichkeit zur Stellungnahme nach Veröffentlichung der Ergebnisse auf der Homepage der Verbandsgemeinde gegeben.

### 3 Bestandsanalyse

Für eine strategische Energieplanung ist zunächst die Betrachtung des aktuellen energetischen Bestands notwendig. Der Aufbau einer sorgfältigen Datenbank ermöglicht dabei eine strukturierte Vorgehensweise. Die Aussagekraft der Planungsergebnisse ist stark abhängig von der Qualität der zugrundeliegenden Daten. Daher ist die Nutzung und Zusammenführung von Daten von Energieversorgungs- und Netzbetriebsunternehmen, Schornsteinfeger\*innen und kommunalen Ämtern wichtig.

#### 3.1 Stadtstruktur und Demographie

Die Verbandsgemeinde Altenahr gehört zum Landkreis Ahrweiler und liegt im Nordwesten Rheinland-Pfalz. Die insgesamt 12 Ortsgemeinden beheimaten zum Stand Januar 2023 ca. 10.000 Einwohner\*innen. Die größte Kommune ist die Ortsgemeinde Altenahr mit knapp 1.600 Einwohner\*innen und mit ca. 240 Einwohner\*innen ist die Ortsgemeinde Heckenbach die kleinste Kommune. Durch ihre Lage in der Osteifel am Übergang zur Hocheifel ist die ländliche Struktur stark durch Gebirge geprägt. In Abbildung 2 ist die Verbandsgemeinde mitsamt des Gebäudebestands und den Ortsgemeindengrenzen dargestellt. [1]

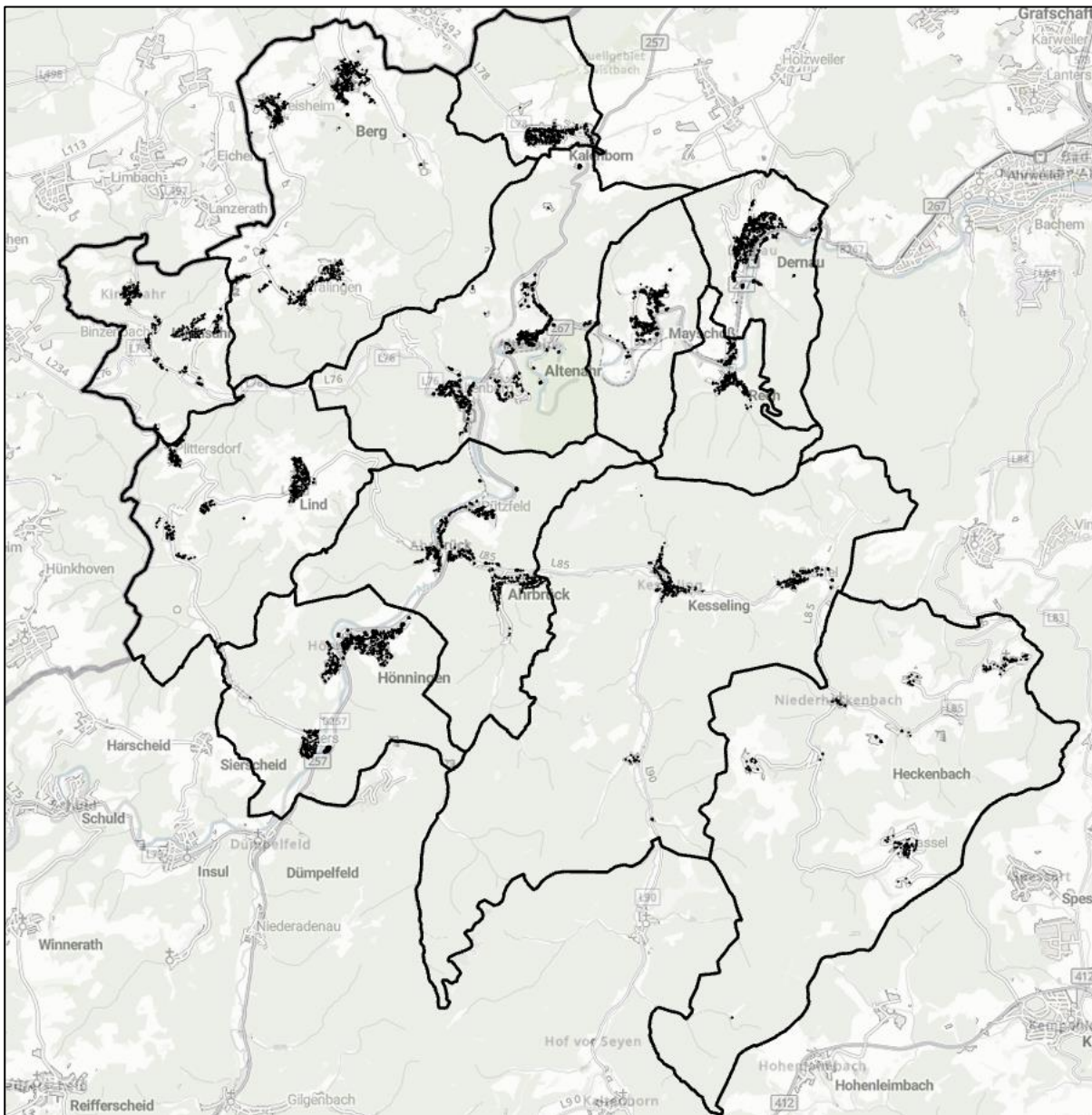


Abbildung 2: Darstellung der Verbandsgemeinde Altenahr mit Einzeichnung des Gebäudebestands

## 3.2 Gebäudestruktur

Gemäß ALKIS gibt es in der Verbandsgemeinde rund 4.560 Gebäude, die mit Adressen versehen sind. Aus den Daten der Schornsteinfeger gehen 3.926 Gebäude hervor, die durch nicht leitungsgebundene Energieträger beheizt werden. Zur Anzahl der elektrischen Wärmeerzeuger konnten im Zuge der kommunalen Wärmeplanung leider keine Daten erhoben werden. Es ist denkbar, dass die Differenz an Gebäuden zumindest teilweise durch elektrische Heizung versorgt werden.

Über die Gitterzellenbasierten Ergebnisse des Zensus 2022 konnten die Baualtersklassen der Gebäude ermittelt werden. Dabei wurden die Baualtersklassen aus den einzelnen Abschnitten zufällig auf die Gebäude verteilt und Lücken sinnvoll geschlossen. Dadurch ergibt sich eine Unschärfe in der genauen Zuordnung der Baualtersklassen, allerdings gehen dennoch die regionalen Unterschiede hervor.

Zusätzlich zu den Informationen des Zensus wurden die Bauanträge seit dem Jahr 2020 ausgewertet, um so die Neubau Gebäude zu identifizieren. Seit dem Jahr 2020 wurden 430 Bauanträge gestellt, darunter 72 zum Wiederaufbau nach dem Hochwasser im Jahr 2021. Die Quote von elektrischen Wärmeerzeuger innerhalb der Neubauten ist entsprechend hoch. Nur zu 108 der 430 Neubauten konnten Daten der Schornsteinfeger zugeordnet werden. Allerdings ist zu beachten, dass auch noch nicht alle Gebäude, zu denen es Bauanträge gibt, fertig gebaut sind.

Aufgrund der fehlenden Daten zu elektrischen Wärmeerzeugern konzentriert sich die kommunale Wärmeplanung auf die Gebäude, die (noch) nicht über elektrische Wärmeerzeuger beheizt werden.

In Abbildung 3 ist die Verteilung der Baualtersklassen dargestellt. Der Großteil der Gebäude wurde in den 50er bis 70er Jahre erbaut. Dies ist allerdings auch die am weitesten gefasste Baualtersklasse. 1976 trat das erste Energieeinsparungsgesetz in Kraft. Daher ist bei den Gebäuden vor 1976, bzw. 1978 mit Hinblick auf die Baualtersklassen, das Sanierungspotenzial wesentlich höher. Seit 2020 sieht man erstmals seit den 50er Jahren wieder einen Anstieg des Gebäudezubaues. Grund dafür ist der Wiederaufbau nach den Hochwasser Schäden im Jahr 2021.

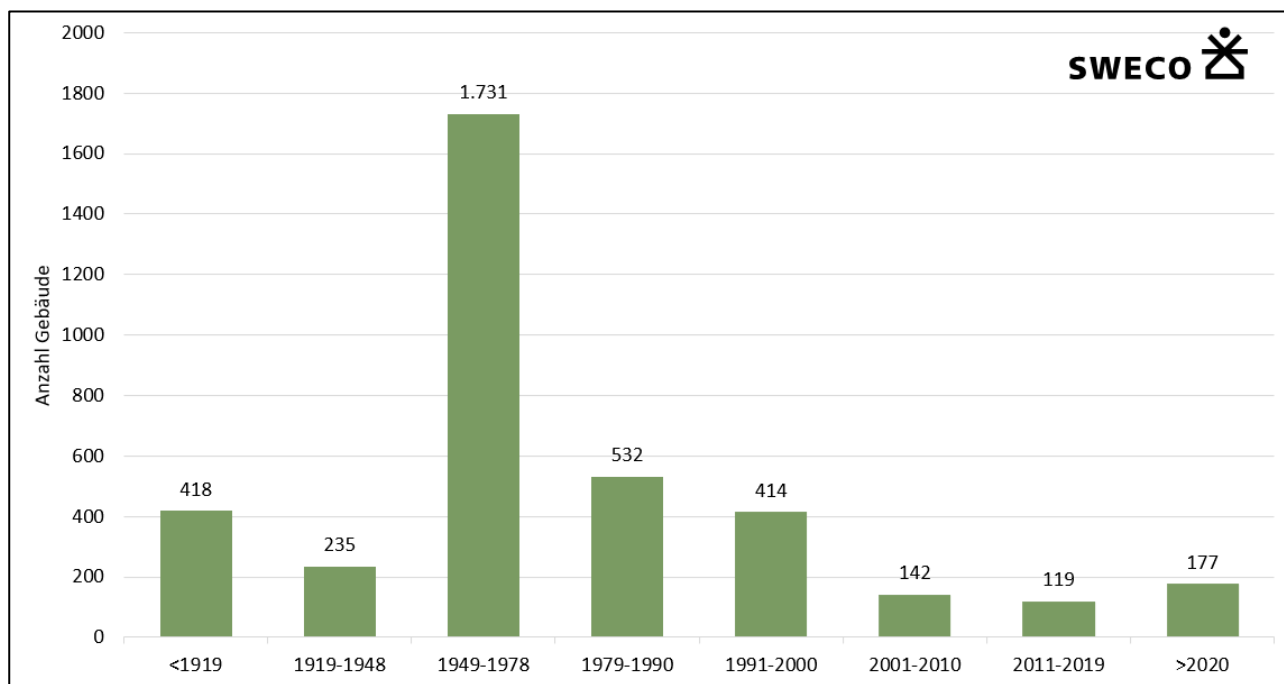


Abbildung 3: Darstellung der Verteilung der Gebäude in die einzelnen Baualtersklassen

Die Einteilung der wärmeversorgten Gebäude in Nutzungssektoren wird in Abbildung 4 dargestellt. Die meisten Gebäude des Untersuchungsgebiets lassen sich dem privaten Haushaltssektor zuschreiben. Kommunale Einrichtungen und Gewerbebauten machen nur einen geringen Anteil am Gebäudebestand aus und Industriegebäude sind nicht vorhanden. 62 Gebäude konnten aufgrund fehlender Daten keinem BSKO-Sektor zugeordnet werden. Nach der Einteilung im ALKIS sind 99% der Gebäude als Wohngebäude definiert.

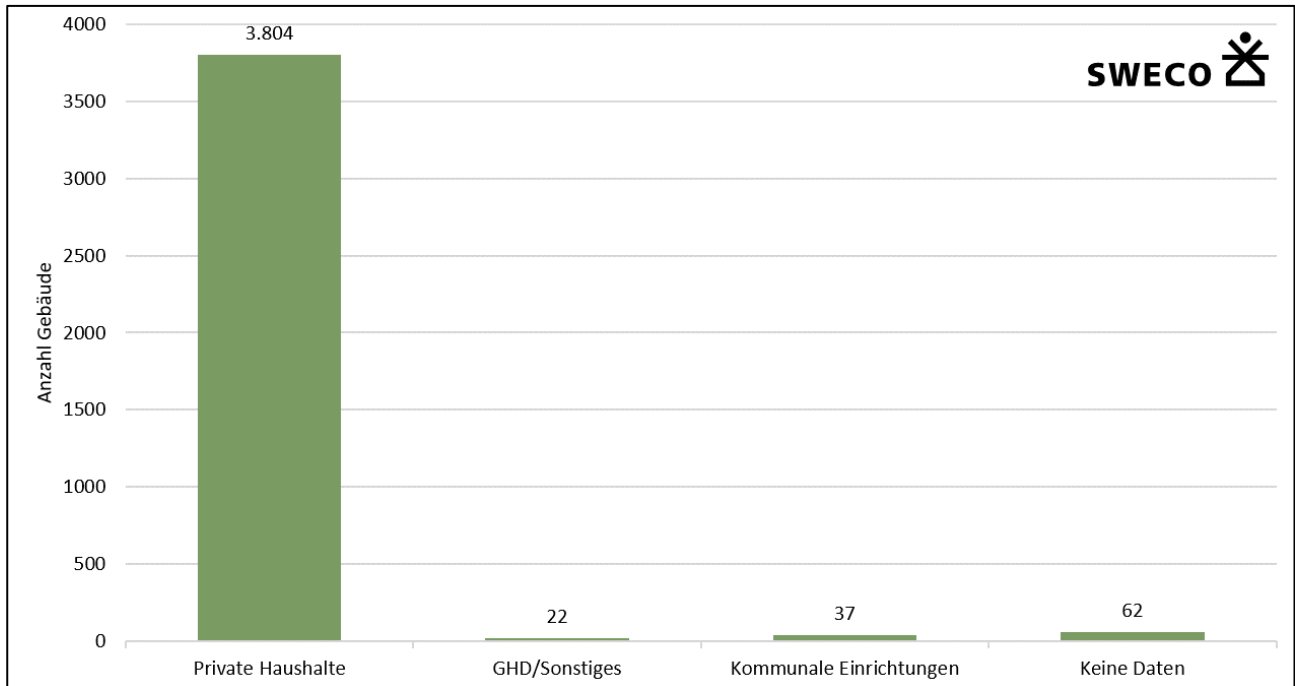


Abbildung 4: Einteilung der Gebäude des Verbandsgemeindegebiets in Nutzungssektoren

### 3.3 Städtebauliche Planungen

Neben der klassischen Bauleitplanung werden in diesem Abschnitt konkrete Planungen für Erneuerbare Energieanlagen und Straßenbauprojekte thematisiert. Ebenfalls werden die bestehenden Wärmenetze und Wärmenetzplanungen in den einzelnen Ortsgemeinden dargestellt.

#### 3.3.1 Erneuerbare Energieanlagen

In der Verbandsgemeinde gibt es bisher neben dezentralen Solarthermie- und Photovoltaikanlagen lediglich eine Biogasanlage des Landwirtschaftsbetriebs Hegehof mit einer Feuerungswärmeleistung von 285 kW. Ansonsten existieren aktuell keine öffentlichen Planungen zum Aufbau von erneuerbaren Energiezentralen. [2]

#### 3.3.2 Straßenbauprojekte

In den letzten Jahren haben einige Straßensanierungen in der Verbandsgemeinde stattgefunden, auch aufgrund der Schäden, die durch das Hochwasser im Ahrtal im Jahr 2021 entstanden sind. Ebenfalls sind weitere Straßensanierungen in den nächsten 5 Jahren vorgesehen. Einige davon befinden sich bereits im konkreten Planungsstadium, manche sogar im Bau und bei anderen sind lediglich Ausschreibungen geplant oder es finden gerade erste Überlegungen statt. Eine Aufführung aller geplanten Maßnahmen ist an dieser Stelle nicht zielführend. Im Falle der Planung neuer Energieinfrastrukturen wie beispielsweise einem Wärmenetz, werden die Baumaßnahmen allerdings mit den Straßensanierungen abgestimmt. Ein wiederholtes Aufreißen der Straßen gilt es zu vermeiden.

#### 3.3.3 Wärmenetze

In den Ortsgemeinden Mayschoß, Dernau und Liers (Hönningen) werden aktuell Planungen zum Aufbau von Nahwärmenetzen vorangetrieben. Weitere Details zu den Wärmenetzen sind dem Abschnitt 3.4.2 zu entnehmen.

In den Ortschaften Marienthal (Dernau), Rech und Altenburg (Altenahr) befinden sich bereits Wärmenetze im Aufbau und werden teilweise bereits betrieben (siehe Kapitel 3.4.2).

#### 3.3.4 Bauleitplanung

In der Verbandsgemeinde Altenahr sind eine Vielzahl von Bebauungsplänen gültig. Eine tiefergehende Analyse der Bebauungspläne ist an dieser Stelle nicht ertragreich. Im Zuge der Szenarien- und

Maßnahmenentwicklung sollten die betroffenen Gebiete auf ihre vorgesehene Flächennutzung überprüft und etwaige Vorgaben abgeglichen werden.

### 3.4 Struktur der Wärmeversorgung

Für die Analyse der Wärmeversorgung in der Verbandsgemeinde werden die Daten der Schornsteinfeger und die Verbrauchsdaten der Wärmenetze ausgewertet und in eine Datenbank gespeist. Die Daten der Schornsteinfeger liegen aggregiert für jeweils drei Gebäude vor. Folgende Daten werden dabei übermittelt:

- Jahr der Inbetriebnahme
- Nennleistung
- Art der Feuerungsstätte
- Heizungstyp (Einzelraumheizung, Zentralheizung)
- Heizzweck (Raumheizung und/ oder Warmwassererzeugung)
- Technologie (Nutzung von Heizwert oder Brennwert)

Aus diesen Daten werden die Verbrauchsdaten hochgerechnet.

#### 3.4.1 Analyse der Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude

Nach den Daten der Schornsteinfeger ist Heizöl der dominierende Energieträger im Wärmesektor in der VG Altenahr. Es befinden sich 2.284 Heizölheizungen mit einer Gesamtleistung von 64 MW im Einsatz. In Abbildung 5 wird die Anzahl der Heizungssystemen mit ihrer jeweiligen kumulierten Leistung sortiert nach den in der VG eingesetzten Energieträgern dargestellt. Bezogen auf die Anzahl werden die meisten Heizungen mit Scheitholz (3.325) befeuert. Bei den Scheitholzheizungen handelt es sich allerdings hauptsächlich um Öfen zur Einzelraumheizung. Daher ist die spezifische Leistung dieser Heizungen entsprechend niedriger als bei den Systemen, die mit Heizöl betrieben werden. Heizungen mit Verbrennung von Flüssiggas und Holzpellets nehmen ebenfalls einen signifikanten Anteil ein, da diese hauptsächlich zur Versorgung von Zentralheizungen genutzt werden. Die übrigen Energieträger werden nur in geringem Maße in der VG eingesetzt. Die Darstellung des Verbrauchs der einzelnen Energieträger wird im Zuge der Energie- und Treibhausgasbilanz im Abschnitt 3.6 dargestellt.

In Abbildung 6 wird die statistische Verteilung des Inbetriebnahmejahres für die Heizungen in der Verbandsgemeinde dargestellt. Es wird unterschieden zwischen den Energieträgern Heizöl, Scheitholz, Flüssiggas und Holzpellets. Dabei wird der Unterschied zwischen den moderneren Holzpellets- und Flüssiggasheizungen, die mehrheitlich nach 2010 installiert wurden und den Heizölheizungen, die mehrheitlich vor 2000 installiert wurden deutlich. Die ältesten Flüssiggasheizungen wurden in den späten 70er Jahren und die ältesten Ölheizungen Anfang der 60er Jahre installiert. Die installierten Scheitholzheizungen sind im Schnitt ebenfalls moderner als die Ölheizungen, allerdings gibt es einige alte Öfen aus dem 19. Jahrhundert.

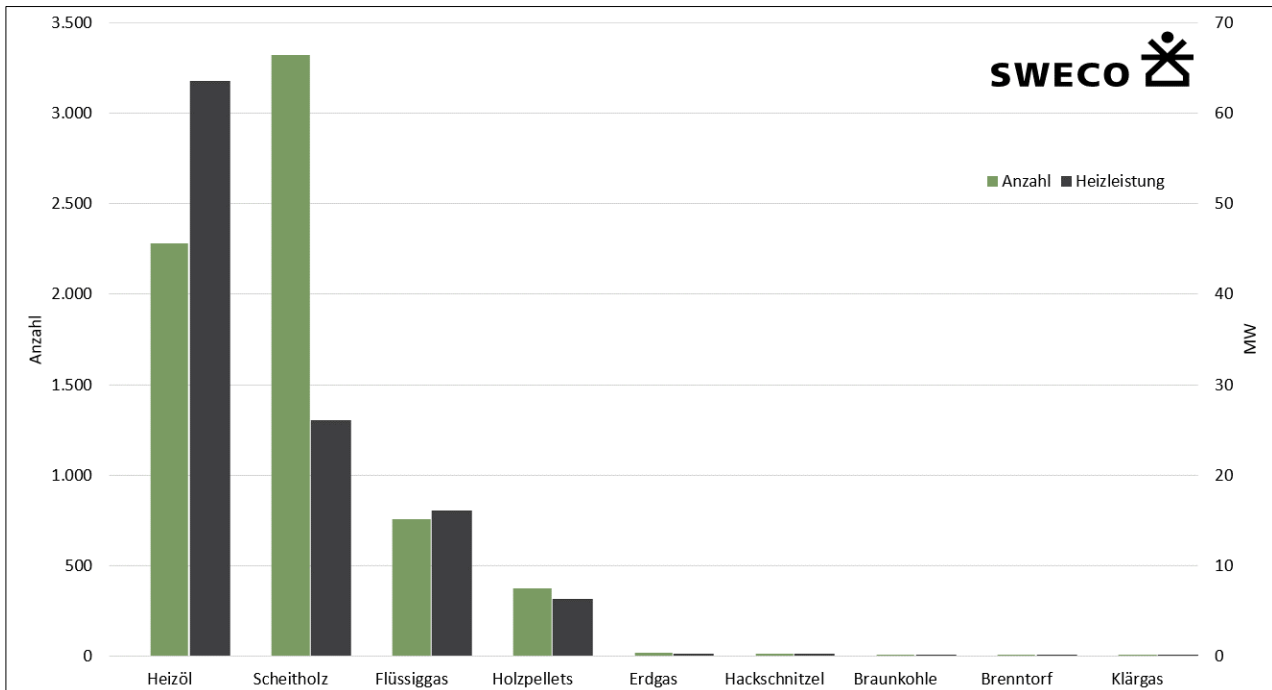


Abbildung 5: Darstellung der Anzahl an Heizungssystemen und ihrer Gesamtleistung aufgeteilt auf die einzelnen Energieträger, die in der VG zum Einsatz kommen.

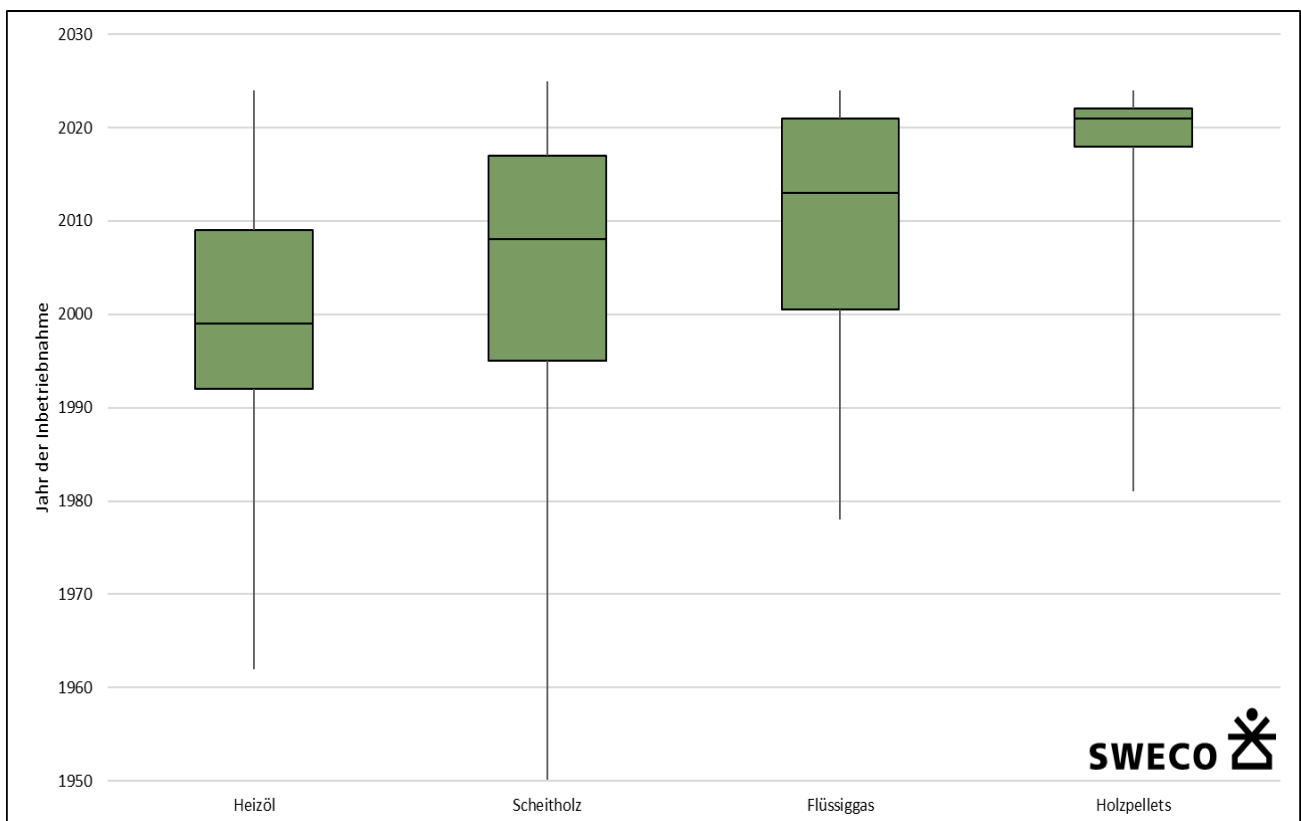


Abbildung 6: Statistische Verteilung des Inbetriebnahmejahres der Heizungen im Untersuchungsgebiet für die relevanten Energieträger

### 3.4.2 Energieinfrastruktur

Die Energieinfrastrukturen in der VG beschränken sich größtenteils auf das vorliegende Stromnetz. Es gibt kein Erdgasnetz, einzig in der Gemeinde Rech und der Gemeinde Kesseling werden wenige Häuser mittels eines Flüssiggasnetzes versorgt. Zusätzlich gibt es drei kleine Wärmenetze. Durch den Stromnetzbetreiber Westnetz wurden Auslastungsdaten der Transformatoren im Mittel der Jahre 2021-2024 sowie die

georeferenzierte Lage der Stromnetz Installationen und Leitungen, sortiert nach Spannungsebene mit Angabe des Materials bezogen und in das GIS-Modell übertragen. In Abbildung 7 ist die statistische Verteilung der mittleren Auslastung der Transformatoren dargestellt. 75% der Transformatoren sind nur zu maximal 60% ausgelastet. Ein einziger Transformator ist sogar mit 115% überlastet, ein weiterer wird im Mittel mit 100% ausgelastet. Im Laufe der Wärmewende wird die Wärmeversorgung fortwährend elektrifiziert. Die Stromnetzinfrastruktur muss auf diesen Umstand vorbereitet werden. Dabei wird unter anderem eine Aufrüstung der Transformatoren zu regelbaren Ortsnetztransformatoren notwendig sein.

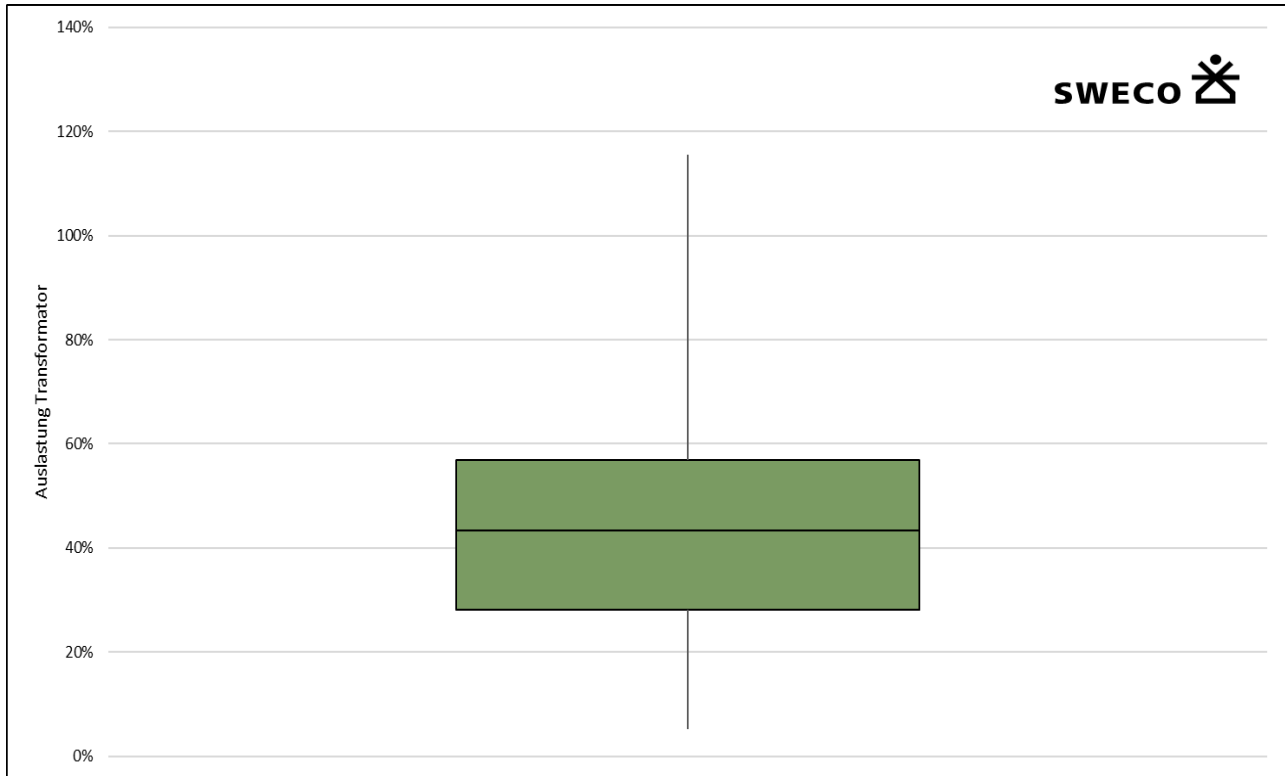


Abbildung 7: Statistische Verteilung der Auslastung der Transformatoren im Untersuchungsgebiet

## **Wärmenetze**

In der Gemeinde Rech wurde ein passives kaltes Nahwärmenetz im kommunalen Altbaubestand realisiert. Stand April 2025 sind bereits 29 Haushalte angeschlossen, 55 Haushalte haben bereits einen Vertrag zur Versorgung. Das Netz wird aus 3 Bohrfeldern mit jeweils 20 Bohrungen mit einer Bohrtiefe von 150 m gespeist. Zusätzlich können sich Haushalte mit bestehenden Bohrungen kostenlos an das Netz anschließen. In der zweiten Ausbaustufe soll ein viertes Bohrfeld hinzukommen, und die restlichen Haushalte angeschlossen werden. Die bereits angeschlossenen Haushalte verfügen zusammen über eine Wärmepumpenleistung von 437 kW. Das Temperaturniveau des kalten Nahwärmenetzes liegt zwischen 7°C im Winter und 14-15°C im Sommer. Aktuell können etwa 240 t CO<sub>2e</sub>/a eingespart werden, bei zukünftig bis zu 100 angeschlossenen Haushalten sollen sich die Treibhausgasemissionen auf etwa 600 t CO<sub>2e</sub>/a belaufen. Der derzeitige Preis der Nahwärme liegt bei 10 ct/kWh bzw. bei etwa 14 ct/kWh unter Einbezug der Stromkosten der dezentralen Wärmepumpen. Diese Sole-Wasser-Wärmepumpen erreichen selbst im Altbaubestand einen COP von 5. Die Investitionen der Ortsgemeinde belaufen sich auf etwa 4.500.000 € und wurden zu 40% durch den EFRE gefördert. Die nächste Ausbaustufe soll über das BEW-Modul 3 gefördert werden. Das Netz ist erweiterbar, sodass bei Bedarf weitere Haushalte angeschlossen werden können. Haushalte mit einer privaten Erdbohrung können ebenfalls an das Netz angeschlossen werden und tragen somit zum effizienten Betrieb des Netzes bei. [3]

In der Ortsgemeinde Altenburg wurde ebenfalls ein passives kaltes Nahwärmenetz mit einer Trassenlänge von rund 1,5 km in Betrieb genommen. Dies ist ausgelegt für rund 100 Liegenschaften und wird nach dem Beispiel der Ortsgemeinde Rech durch 3 Sondenfelder mit jeweils 25 Erdwärmesonden in einer Tiefe von 120 Metern gespeist. Die Temperatur liegt auf einem ähnlichen Niveau wie in Rech. Der jährliche Heizwärmebedarf liegt bei ca. 1,6 GWh/a und die bereitgestellte Entzugsleistung bei 637 kW. [4]



Die eegon-Eifel Energiegenossenschaft eG betreibt im Ortsteil Marienthal der Ortsgemeinde Dernau ein 1 km langes Wärmenetz mit 33 Anschlüssen. Es ist auf eine Wärmenachfrage von 756 MWh/a ausgelegt mit einer Spitzelast von 420 kW, die nur zu 70 % genutzt wird. Das Wärmenetz wird mit zwei Holzpelletkesseln gespeist (240 kW und 180 kW) sowie einer Solarthermieranlage (100 kW). Die Vorlauftemperatur liegt bei 85°C. [5]

Für die Ortsgemeinde Dernau ist ein Nahwärmenetz geplant. Bereits Ende 2024 haben etwa 250 Haushalte den Vorvertrag unterschrieben. Die Wärme wird durch eine Kombination von Holzhackschnitzeln und Luft-Wasser-Wärmepumpe bereitgestellt. Das Investitionsvolumen liegt bei etwa 21.000.000 €. Der prognostizierte Arbeitspreis liegt mit 8,4 ct/kWh auf einem vergleichbaren Niveau wie Erdgas. [6]

In der Ortsgemeinde Mayschoß wird ein Wärmenetz mit einer Vorlauftemperatur von 85 °C geplant. Die Wärme soll durch Hackschnitzelverbrennung (zu etwa 80%), unterstützt durch eine Solarthermieranlage (zu etwa 20%) bereitgestellt werden. An das Netz sind zwei Großverbraucher angeschlossen, u.a. eine Winzerei, die ein Drittel des Wärmebedarfs im Netz ausmachen. Die Investition in das Wärmenetz wird zu 60% gefördert.<sup>2</sup>

In der Ortsgemeinde Liers wird ein kaltes passives Nahwärmenetz aufgebaut. Baubeginn ist November 2025. Aktuell sind 33 Hausanschlüsse geplant bei einer Trassenlänge von 1,5 km. Es werden 2 Bohrfelder mit je 15 Bohrungen à 200 m Tiefe erschlossen. Das Netz ist so ausgelegt, dass sich 80% der Häuser des Ortsteils anschließen können. In einer weiteren Ausbaustufe soll allen Bewohner\*innen von Liers die Option des Wärmenetzanschlusses ermöglicht werden. Betrieben wird das Netz später von einer Bürger-Energiegenossenschaft im Ortsteil Liers, die sich gerade im Aufbau befindet und das Netz später übernehmen wird. [7]

### 3.4.3 Kartografische Darstellung des Wärmeverbrauchs

Neben den kumulierten Werten der Heizungssysteme ist auch die georeferenzierte Verteilung im Untersuchungsgebiet relevant. In Abbildung 8 ist der überwiegende Energieträger pro Baublock dargestellt. Heizöl ist der dominierende Energieträger in der Verbandsgemeinde.

---

<sup>2</sup> Die Information stammen aus Gesprächen während des Szenarien- und Maßnahmenworkshops

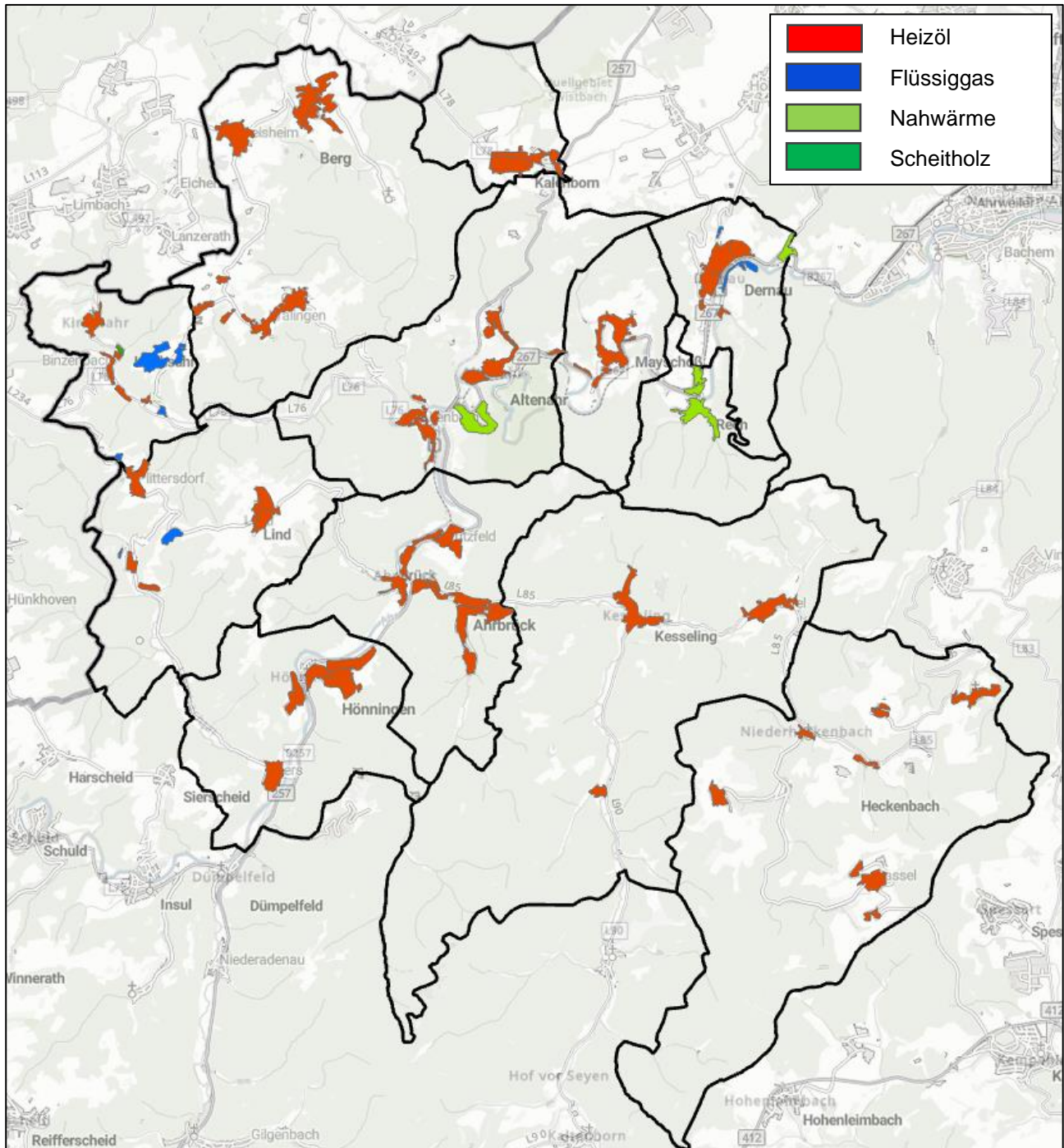


Abbildung 8: Verteilung der überwiegenden Heizenergieträger in Baublockdarstellung

In Abbildung 9 wird der jährliche spezifische Wärmeverbrauch in Baublockdarstellung in MWh/ha\*a dargestellt. Insgesamt ist die Wärmedichte niedrig. Verbrauchsschwerpunkte können in Altenahr, Mayschoß, Dernau und Hönningen identifiziert werden. Allerdings gilt es zu berücksichtigen, dass elektrische Wärmeerzeuger nicht in den Daten inbegriffen sind. Dadurch steigt an einigen Stellen die Wärmedichte. Allerdings liegt der Fokus der Betrachtung auf den Bereichen, die aktuell durch Verbrennung fossiler Rohstoffe beheizt werden. Die Regionen mit einer Wärmedichte über 175 MWh/ha\*a bieten prinzipiell das **Potenzial zum Aufbau eines kalten Nahwärmenetzes**.

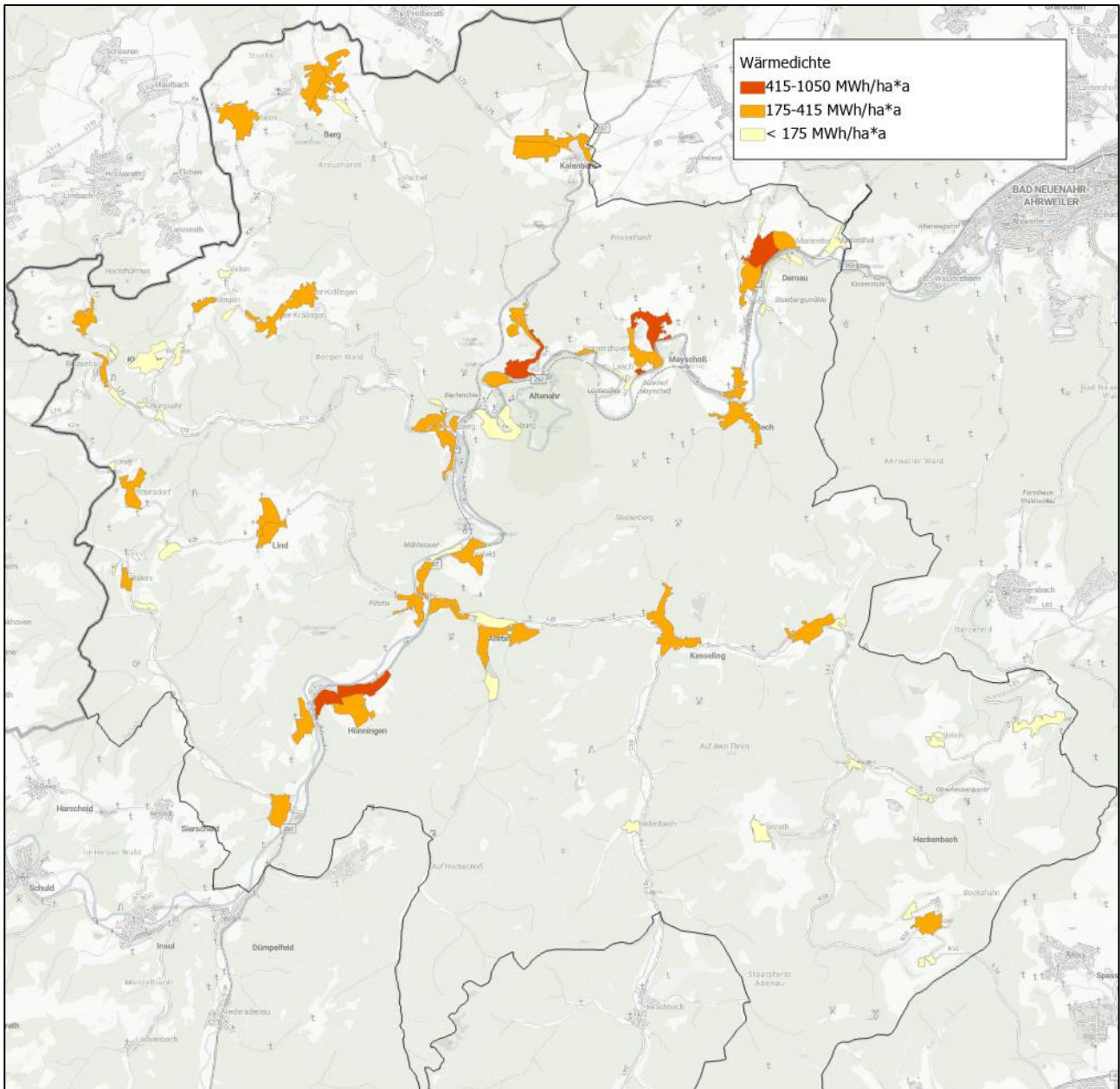


Abbildung 9: Verteilung des spezifischen Wärmeverbrauchs der Verbandsgemeinde in Baublockdarstellung

### 3.5 Bestandsanlagen Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

Im Untersuchungsgebiet beschränken sich die EE- und KWK-Bestandsanlagen auf PV-Aufdachanlagen, solarthermische Aufdachanlagen und BHKWs, die mit Erdgas, Biogas und Heizöl betrieben werden. Da solarthermische Anlagen bei Netzbetreibern nicht anmeldepflichtig sind, können über das Marktstammdatenregister keine Informationen über den Bestand bezogen werden. Daher werden solarthermische Anlagen im Zuge der Energie- und Treibhausgasbilanz nicht weiter berücksichtigt.

#### Photovoltaik

Nach dem Marktstammdatenregister befinden sich Ende 2024 in der Verbandsgemeinde 950 PV-Anlagen mit einer kumulierten Nennleistung von rund 9 MW<sub>p</sub> und 445 PV-Heimspeicher mit einer Gesamtkapazität von etwa 4 MWh und einer Ladeleistung von 2,7 MW in Betrieb. Moderne PV-Module für den Haushaltsbereich benötigen etwa eine Fläche von 4,5-5 m<sup>2</sup> pro kW<sub>p</sub>, woraus sich eine Kollektorfläche von etwa 45.000 m<sup>2</sup> ergibt [8]. Ältere Modelle hingegen weisen einen höheren Flächenbedarf auf, sodass die Kollektorfläche auf 50.000 m<sup>2</sup> aufgerundet wird. Der Ertrag einer Solaranlage liegt je nach Ausrichtung, Neigung und Wetterbedingungen etwa bei 750-1200 kWh/kW<sub>p</sub>. Daraus ergibt sich eine jährliche Solarstrommenge von etwa 6,75-

10,3 GWh/a. Für die weiteren Berechnungen der Energie- und Treibhausgasbilanz wird eine Solarstromproduktion von 9 GWh/a für Ende 2024 angenommen.

### **KWK**

Im Marktstammdatenregister werden 7 BHKWs mit Heizöl oder anderen Gasen mit einer Leistung von 40 kW<sub>el</sub> und 85 kW<sub>th</sub> betrieben. Die zwei mit Biogas betriebenen BHKWs sind dem Landwirtschaftsbetrieb Hegehof zuzuordnen und verfügen über eine Leistung von 280 kW<sub>el</sub> und 285 kW<sub>th</sub>.

### **Zusammenfassung**

In der Tabelle 3 werden die relevanten Kennzahlen für die EE- und KWK-Bestandsanlagen (inkl. PV-Speicher) zusammengefasst.

Tabelle 3: Wesentliche Kennzahlen für EE- und KWK-Bestandsanlagen inkl. Speicher

Technologie	Photovoltaik	BHKW	PV-Speicher
Anzahl	950	9	445
Elektrische Nennleistung	9 MWp	0,32 MW	2,7 MW
Thermische Nennleistung	-	0,37 MW	
Fläche	50.000 m <sup>2</sup>	-	
Fläche pro Einwohner*in	5 m <sup>2</sup>	-	
Jährlicher Stromertrag	9 GWh	1,9 GWh <sup>2</sup>	
Jährlicher Wärmeertrag	-	2,2 GWh <sup>3</sup>	
Installierte Speicherkapazität	-	-	4 MWh
Bezugsjahr	2024	2024	2024

## 3.6 Energie- und Treibhausgasbilanz

### **BISKO Bilanzierung**

Die Energie- und Treibhausgasbilanz wird nach der kommunalen Bilanzierungssystematik (BISKO) des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) aufgestellt. Durch die Anwendung des BISKO-Standards sind die Ergebnisse der Bilanz mit allen Bilanzen, die nach diesem Standard erstellt wurden, direkt vergleichbar. Es handelt sich dabei um eine endenergiebasierte Territorialbilanz. Das bedeutet, dass alle Verbräuche im Untersuchungsgebiet auf Ebene der Endenergie (z.B. am Hauszähler gemessener Strom-, Gas- und Wärmeverbrauch) bilanziert werden. Durch die Verwendung spezifischer Emissionsfaktoren für die einzelnen Energieträger werden aus den Energieverbräuchen die entsprechenden THG-Emissionen abgeleitet. Neben den reinen CO<sub>2</sub>-Emissionen werden weitere Treibhausgase wie beispielsweise Methan (CH<sub>4</sub>) oder Stickoxide (N<sub>2</sub>O) in Form von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten berücksichtigt. Die CO<sub>2</sub>-Äquivalente beziehen sich auch auf die Vorketten der Rohstoffbeschaffung [9].

### **Datengrundlage und Annahmen**

Die Daten für die Energie- und Treibhausgasbilanz setzen sich aus den Daten der Bezirksschornsteinfeger zusammen. Die Daten der Schornsteinfeger enthalten unter anderem Informationen über die thermische Leistung der einzelnen Heizungssysteme, die verwendeten Energieträger und das Jahr der Inbetriebnahme. Um die Leistung der Heizungssysteme in einen Energieverbrauch umzurechnen sind Annahmen für die Volllaststunden und Wirkungsgrade der einzelnen Heizungssysteme zu treffen. In Tabelle 4 und Tabelle 5 werden die getroffenen Annahmen zusammengefasst. Leider konnten im Zuge der kommunalen Wärmeplanung **keine Daten über elektrische Wärmeerzeuger** erhoben werden. Für die Nahwärmenetze in Altenburg, Rech und Marienthal können die Abschätzungen der Verbräuche Tabelle 6 entnommen werden.

<sup>3</sup> Annahme 6.000 Volllaststunden pro Jahr [10]



Tabelle 4: Annahmen zum Wirkungsgrad von Brennwert- und Heizwertheizungen [10]

Energieträger	Brennwert	Heizwert
Heizöl	0,93	0,85
Scheitholz	0,93	0,85
Flüssiggas	0,97	0,85
Holzpellets	0,93	0,85
Erdgas	0,97	0,87
Hackschnitzel	0,93	0,85
Braunkohle	0,93	0,85
Brenntorf	0,93	0,85
Klär gas	0,97	0,87

Tabelle 5: Annahmen zu Volllaststunden verschiedener Feuerstätten

Feuerstätte	Volllaststunden	Kommentar
Backofen/Pizzaofen/Wärme- und Gärraum	365	1 Stunde pro Tag Volleinsatz
Blockheizkraftwerk	4000	Mindestens 4000 Volllaststunden sollte ein BHKW erreichen
Durchlaufwasserheizer	365	Klassische Warmwasseranwendung. Etwa 1 Stunde pro Tag für Duschen, Baden, Kochen, Händewaschen
Grundofen/ Kachel-, verputzter, Gestellofen	100	Ähnlich wie Kaminofen, nur muss seltener befeuert werden
Heizkessel	900	Klassische Zentralheizung.
Heizungsherd	515	Mischung aus Herd und Kamin, daher Stunden addiert
Herd	365	1 Stunde pro Tag Volleinsatz
Kachelofen mit Heizeinsatz	100	Ähnlich wie Kaminofen, nur muss seltener befeuert werden
Kachelofen mit Heizeinsatz im Grundofenprinzip	100	Ähnlich wie Kaminofen, nur muss seltener befeuert werden
Kamineinsatz, Kaminkassette	150	In der Regel Zusatzheizung im Winter, seltener Gebrauch
Kochkessel, Wurstkessel	365	1 Stunde pro Tag Volleinsatz
Kaminofen	150	In der Regel Zusatzheizung im Winter, seltener Gebrauch
Kombiwasserheizer	1200	Heizungskessel + Warmwasser
Lufterhitzer	2240	Meistens für große Gewerbehallen o.ä. Annahme: 6 Werktage die Woche a 8 Stunden Öffnungszeit
Luft-Trocknungsanlage	1500	Industrieanwendung. Schwer zu schätzen. Kommt auf Prozess an
Offener Kamin	150	Ähnlich wie Kaminofen

Feuerstätte	Volllaststunden	Kommentar
Pelletofen	150	Ähnlich wie Kaminofen
Räucheranlage	150	Annahme seltene Nutzung
Raumheizer	150	Zusatzheizung wie Kaminofen
Specksteingrundofen	100	Wie Kachel/Grundofen
Umlaufwasserheizer	900	Klassische Zentralheizung
Vorratswasserheizer/Badeofen	182,5	Ähnlich wie Durchlaufwassererhitzer nur mit Speicherbarkeit und nur für Badezimmer. Halbe Stunde pro Tag angenommen
Waschkessel	365	1 Stunde pro Tag Volleinsatz

Tabelle 6: Annahmen zum Jahresverbrauch und zur Zusammensetzung der Nahwärmeversorgung

Wärmenetz	Jahresverbrauch	Zusammensetzung
Rech	600 MWh/a	25% Strom, 75% Erdwärme
Altenburg	600 MWh/a	25% Strom, 75% Erdwärme
Marienthal	600 MWh/a	25% Solarthermie, 75% Holzpellets

Zur Umrechnung der Energieverbräuche in Treibhausgas-Emissionen (CO<sub>2</sub>-Äquivalente) werden spezifische Emissionsfaktoren benötigt. Alle Emissionsfaktoren, die für die weiteren Berechnungen notwendig sind, werden in Tabelle 7 aufgeführt. Mittels der Carnot Methode können die THG-Emissionen von KWK-Anlagen anteilig auf die Koppelprodukte Wärme und Strom umgerechnet und der Einfluss auf die Emissionsfaktoren bestimmt werden. Aufgrund der niedrigen KWK-Leistung in der VG ist der Einfluss allerdings vernachlässigbar. Für die THG-Emissionen der Nahwärme werden die obenstehenden Annahmen getroffen.

Tabelle 7: spezifische THG-Emissionen der einzelnen Energieträger in CO<sub>2</sub>-Äquivalente [11]

Energieträger	Heizöl	Flüssig-gas	Scheit-holz	Holzpel-lets	Hack-schnitzel	Erdgas
g CO <sub>2e</sub> /kWh	313	276	22	22	22	257
Energieträger	Braun-kohle	Brenntorf	Klärgas	Strommix	Nah-wärme	PV
g CO <sub>2e</sub> /kWh	445	445	38	472	80 <sup>4</sup>	57

## Datengüte

In Kapitel 2.2 wurde bereits näher auf die Herkunft der in der Untersuchung genutzten Daten und die jeweilige Datengüte nach BSKO-Standard eingegangen. Zum Vergleich der Datengüte der gesamten Energie- und Treibhausgasbilanz werden in Tabelle 8 die Datengüte für die Daten der einzelnen Endenergieträger mit den jeweiligen Anteilen am Wärmeverbrauch dargestellt. Die gesamte Datengüte der Bilanz berechnet sich durch die Summe der Produkte aus Datengüte und Anteil. Die Energie- und Treibhausgasbilanz für den Wärmesektor in der VG Altenahr hat somit eine Datengüte von 0,5. [11]

Da die Bilanz nahezu ausschließlich aus nicht leitungsgebundenem Energieverbrauch besteht, ist der Einfluss der getroffenen Annahmen und der Hochrechnungen zum Verbrauch entsprechend hoch. Da die Daten nur in aggregierter Form vorliegen, ist eine Aufteilung der Verbräuche auf die verschiedenen Gebäude und BSKO-Sektoren mit Unsicherheiten versehen. Für die Nahwärmenetze liegen ebenfalls keine Realverbräuche vor, sodass hier auch Abschätzungen aus den zugrundeliegenden Daten getroffen werden müssen.

<sup>4</sup> Setzt sich aus den anteiligen Energieträgern zusammen

Tabelle 8: Datengüte und Anteil am Wärmeverbrauch der einzelnen Endenergieträger

Endenergieträger	Datengüte	Anteil Endenergieträger [%]
Heizöl	0,5	64,2%
Flüssiggas	0,5	16,1%
Scheitholz	0,5	12,1%
Holzpellets	0,5	5,3%
Nahwärme	0,5	1,7%
Hackschnitzel	0,5	0,3%
Erdgas	0,5	0,2%
Klärgas	0,5	0,05%
Braunkohle	0,5	0,01%
Brenntorf	0,5	0,001%
<b>Datengüte gesamt</b>	<b>0,5</b>	

### 3.6.1 Ergebnisse Wärmesektor

Mit den vorhandenen Daten und den aufgeführten Annahmen sind die Informationen vollständig, um die Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen in der Verbandsgemeinde zu bilanzieren. In Abbildung 10 ist der gesamte Endenergieverbrauch im Wärmesektor für die verschiedenen Verbrauchssektoren im Mittel der Jahre 2022 bis 2024 dargestellt. Der Gesamtverbrauch liegt in diesem Zeitraum bei etwa 108 GWh/a. Durch den Schwerpunkt privater Haushalte im Gebäudesektor, liegt auch der Großteil des Wärmeverbrauchs mit 94% im Privatbereich. Im Vergleich zu der statistischen Verteilung der Gebäude ist der höhere spezifische Wärmeverbrauch der Bereiche kommunale Einrichtungen und vor allem GHD/Sonstiges zu erkennen. Ein industrieller Energieverbrauch und somit ein Prozesswärmeverbrauch liegt im Untersuchungsgebiet nicht vor. Abbildung 11 zeigt die Verteilung des Endenergieverbrauchs auf die einzelnen zwölf Ortsgemeinden in Zusammenhang mit den entsprechenden Einwohnerzahlen.

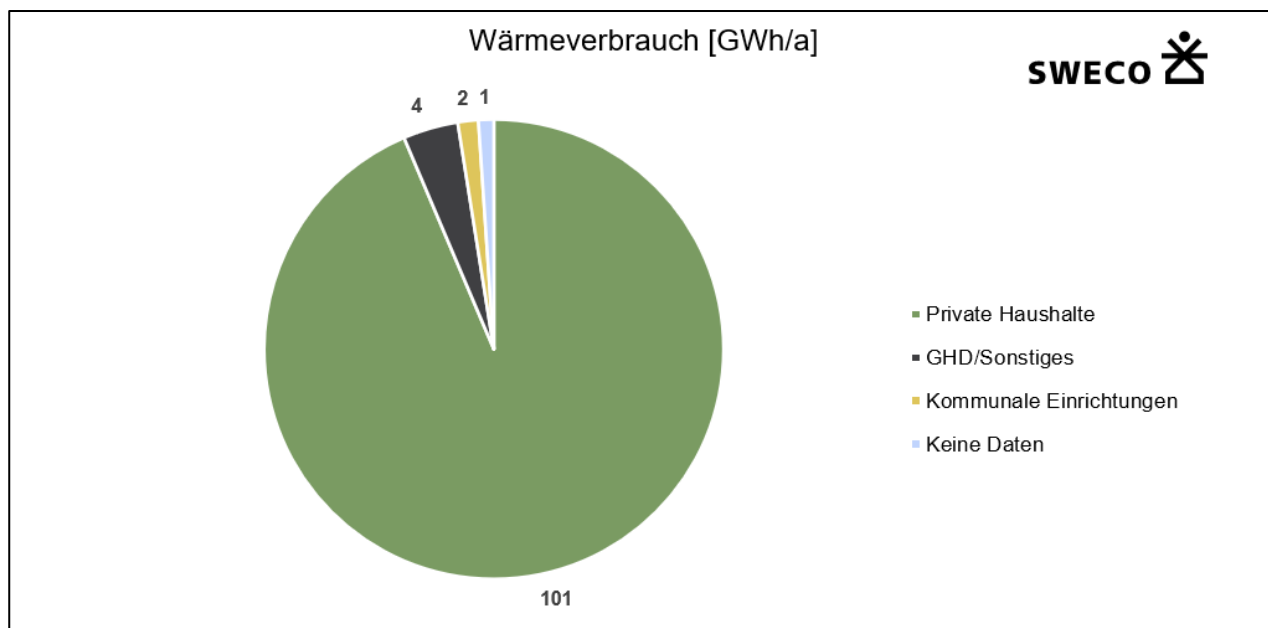


Abbildung 10: Wärmeverbrauch in GWh/a in der VG, aufgeteilt auf die verschiedenen Verbrauchssektoren im Jahr 2025

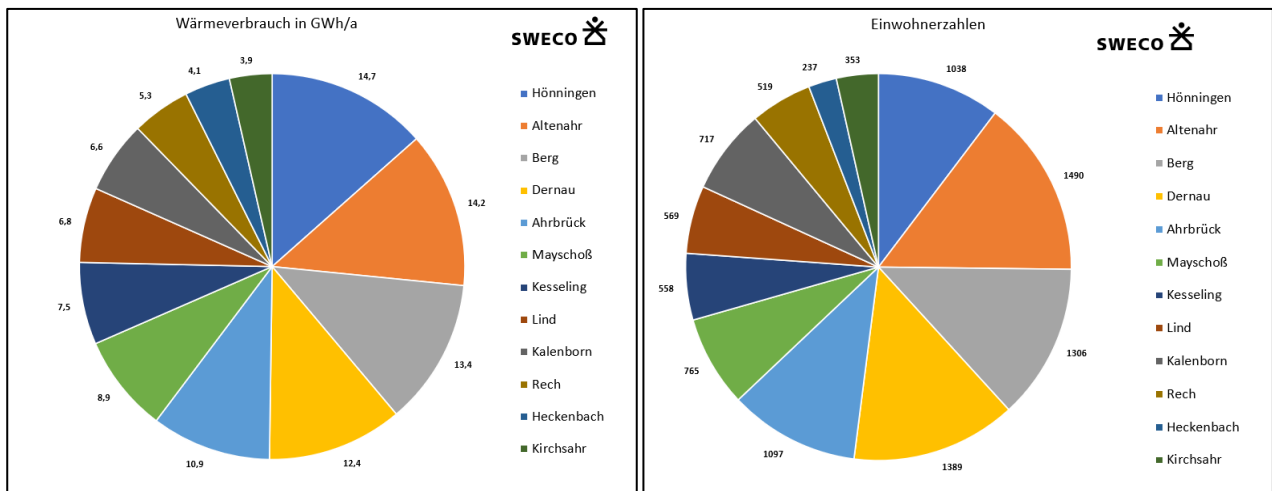


Abbildung 11: Wärmeverbrauch in GWh/a und Einwohnerzahlen in der VG, aufgeteilt auf die verschiedenen Ortsteile im Jahr 2025

### Treibhausgasemissionen im Wärmesektor

In Abbildung 12 sind die CO<sub>2</sub>-Äquivalente für den Wärmesektor aufgeteilt auf die verschiedenen Verbrauchssektoren im Jahre 2025 dargestellt. Die gesamten Treibhausgasemissionen liegen bei knapp 27.000 t CO<sub>2e</sub>/a. Der GHD-Sektor nutzt im Vergleich zum Sektor der privaten Haushalte einen höheren Anteil an Heizöl. Somit sind die spezifischen THG-Emissionen etwas höher als im Sektor der privaten Haushalte.

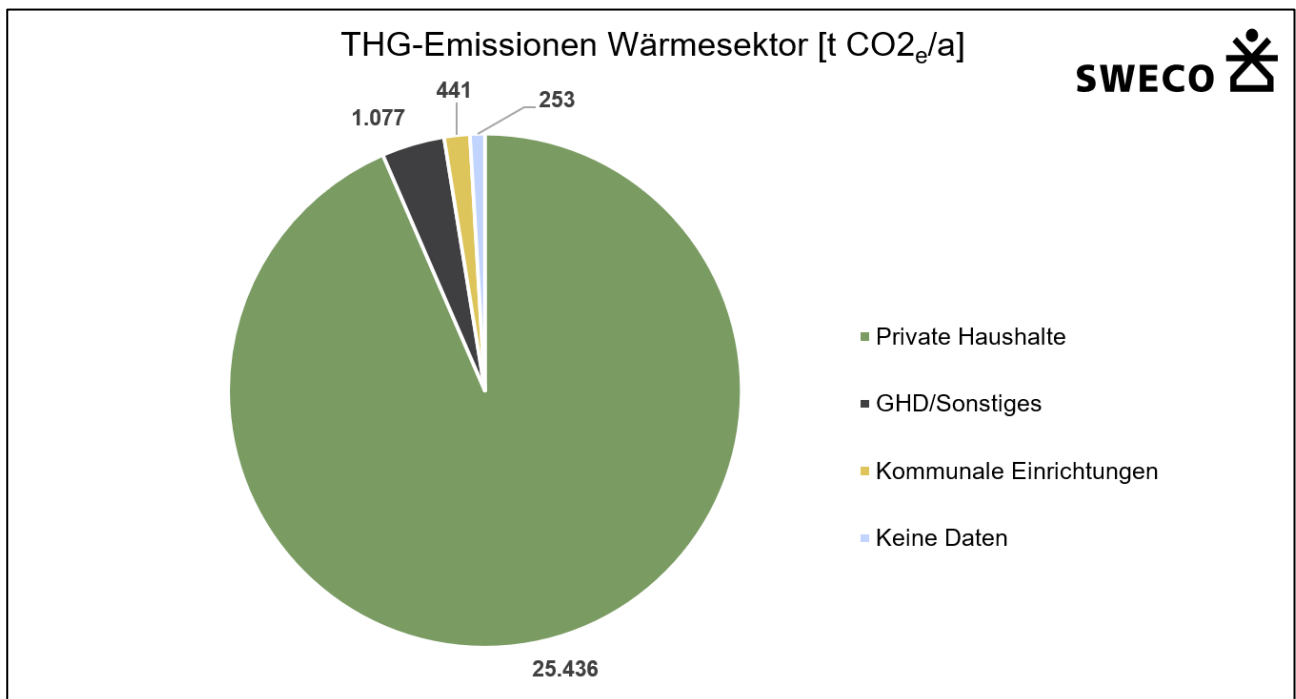


Abbildung 12: Treibhausgasemissionen in t CO<sub>2e</sub>/a im Wärmesektor in der VG, aufgeteilt auf die verschiedenen Verbrauchssektoren im Jahr 2025

### Treibhausgasemissionen pro Einwohner\*in

Damit die Treibhausgasemissionen des Wärmesektors der VG Altenahr vergleichbar mit anderen Kommunen unterschiedlicher Größe sind, werden in Abbildung 13 die Treibhausgasemissionen pro Einwohner\*in dargestellt. Die durchschnittlichen Treibhausgasemissionen im Wärmesektor in der VG Altenahr in den Jahren 2022-2024 liegen bei etwa 2,7 t CO<sub>2e</sub> pro Jahr. Im Vergleich liegt der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Person in Deutschland bei 10,8 t CO<sub>2e</sub> pro Jahr [12]. Der Wärmesektor macht etwa einen Anteil von 40% der



Treibhausgasemissionen aus und somit liegt der bundeweite Vergleichswert bei 4,32 t CO<sub>2e</sub> pro Person pro Jahr [13]. Die VG liegt somit deutlich unter dem bundesdeutschen Schnitt, was vor allem am hohen Anteil an Scheitholz und Hackschnitzel Heizungen liegt. Gleichzeitig verfügt die VG nur über einen geringen Anteil an Gewerbe und über keine Industrie. Bundesweit beträgt der Anteil des Endenergieverbrauchs im Bereich Industrie und GHD knapp 42% [14]. Dies führt somit wieder zu einer Verringerung der spezifischen THG-Emissionen pro Einwohner in der VG Altenahr.

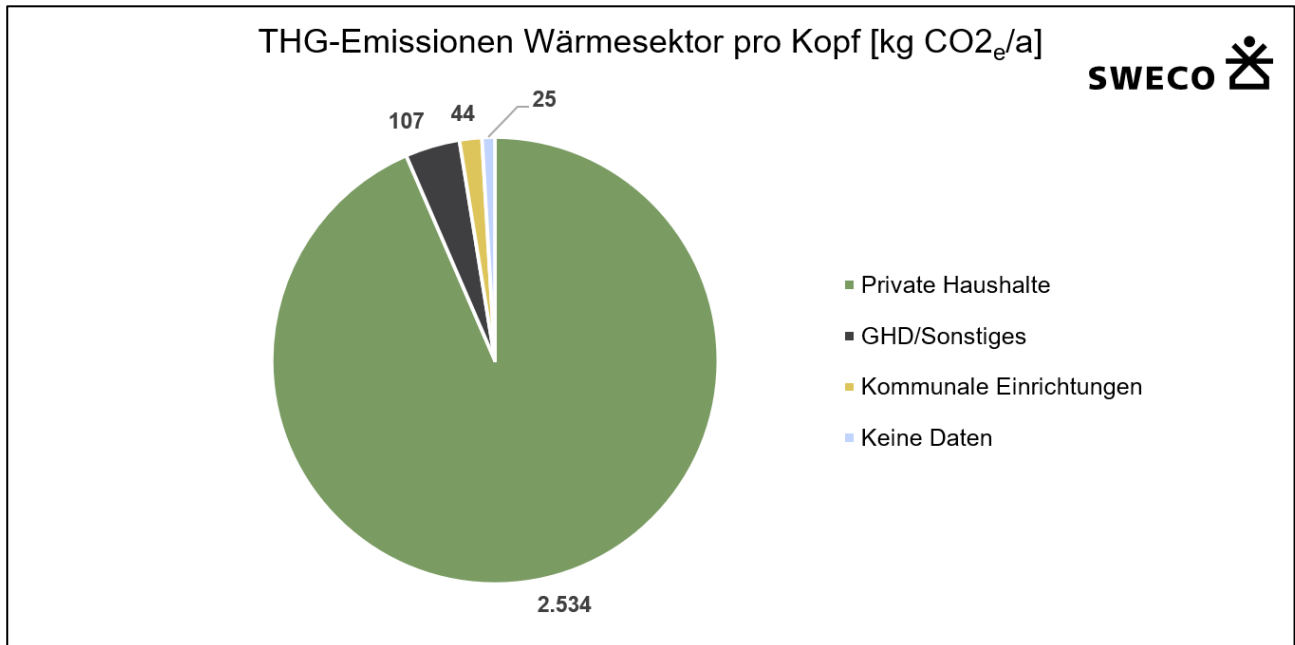


Abbildung 13: Treibhausgasemissionen kg CO<sub>2e</sub>/a pro Einwohner\*in im Wärmesektor in der VG, aufgeteilt auf die verschiedenen Verbrauchssektoren im Jahr 2025

In Abbildung 14 werden der Endenergieverbrauch und die Treibhausgasemissionen der einzelnen Energieträger im Wärmesektor im Jahr 2025 dargestellt. Heizöl und Flüssiggas machen den größten Anteil am Energieverbrauch in der VG Altenahr aus und tragen somit auch zum Großteil der Treibhausgasemissionen bei. Deutlich zu erkennen, ist der höhere spezifische Emissionsfaktor des Energieträgers Heizöl, der im Vergleich zu Flüssiggas einen wesentlich höheren Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen aufweist. Im Gegensatz dazu, liegen die gesamten Treibhausgasemissionen durch die Verbrennung von Biomasse aufgrund der geringen spezifischen Emissionen nur bei etwa 1%, obwohl der Anteil am Energieverbrauch bei knapp 12% liegt.

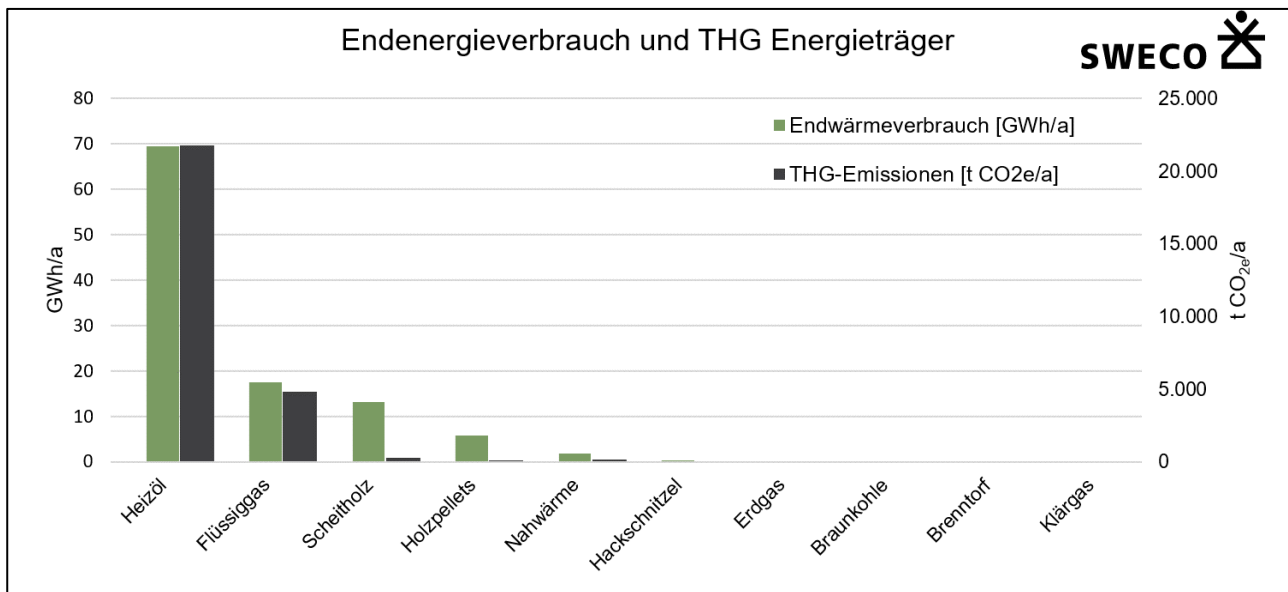


Abbildung 14: Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen der einzelnen Energieträger im Wärmesektor in der VG im Mittel der Jahre 2022-2024

### 3.6.2 Ergebnisse Stromsektor

Auch wenn der Fokus der kommunalen Wärmeplanung auf dem Wärmesektor liegt, ist ein Blick auf den Stromsektor, angesichts einer zukünftig verstärkten Nutzung elektrischer Wärmeerzeugung, relevant. In Abbildung 15 wird der Stromverbrauch im Untersuchungsgebiet für das Jahr 2020 dargestellt. Die Daten verweisen auf eine Bilanz des Klimaschutzkonzepts für das Jahr 2020, da keine neuen Verbrauchswerte durch die Westnetz übermittelt wurden. Der gesamte Stromverbrauch nach dieser Bilanz liegt bei 30 GWh/a. Im Vergleich zum Wärmesektor weist der Sektor GHD/Sonstiges einen signifikant höheren Anteil am Verbrauch auf.

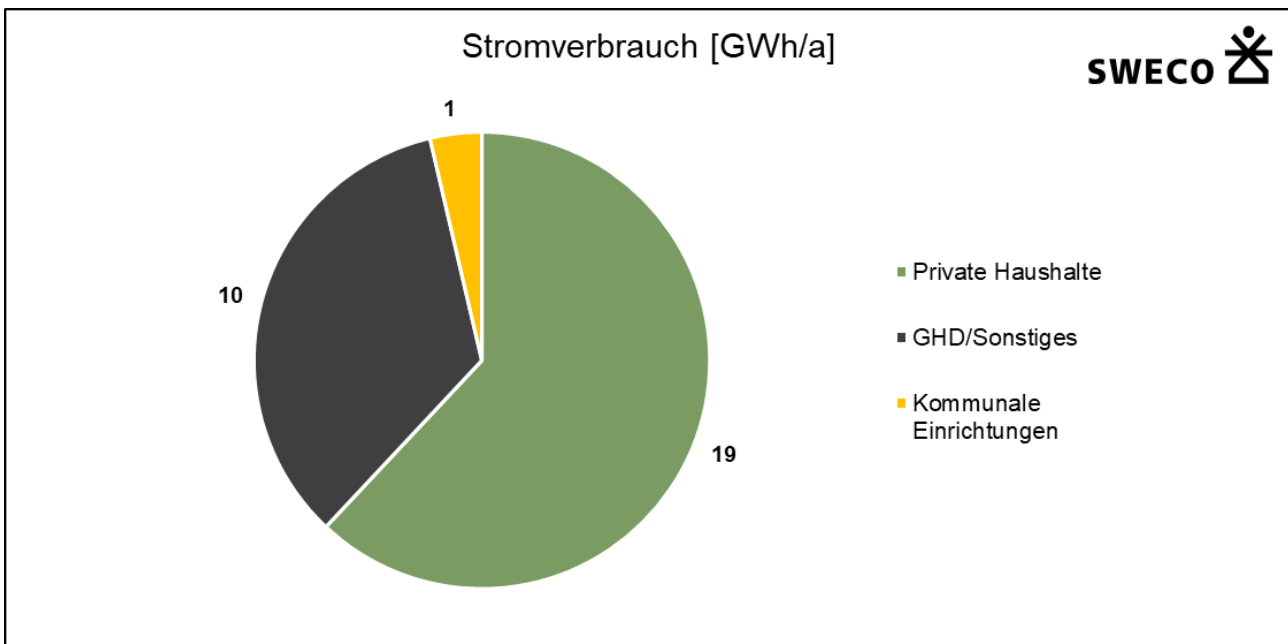


Abbildung 15: Stromverbrauch in GWh/a in der VG, aufgeteilt auf die Verbrauchssektoren. Die Daten stammen aus einer Bilanz des Klimaschutzkonzepts für das Jahr 2020.

Um die Bemühungen zur Nutzung regenerativer Stromquellen im Untersuchungsgebiet einzuschätzen, werden in Abbildung 16 die Treibhausgasemissionen des Stromsektors basierend auf dem bundesweiten Strommix und auf dem territorialen Strommix verglichen. In der VG beschränkt sich die erneuerbare Stromerzeugung

aktuell auf die Nutzung von PV-Anlagen und die zwei Biogas-BHKWs des Landwirtschaftsbetriebs Hegehof. Entsprechend der Angaben in Kapitel 3.5 werden in der VG Altenahr im Jahr 2024 ca. 9 GWh Solarstrom erzeugt. Unter der Annahme der Erreichung der Zielgröße von 6.000 Volllaststunden durch die Biogas-BHKWs bei einer elektrischen Leistung von 280 kW erzeugt dieses im Jahr ca. 1,7 GWh elektrische Energie [15]. Durch die untenstehende Formel wird der spezifische Emissionsfaktor des territorialen Energiemixes berechnet. Es resultiert ein spezifischer Emissionsfaktor des territorialen Strommix von 322 gCO<sub>2e</sub> pro kWh. Dieser ist 30% geringer als der bundeweite spezifische Emissionsfaktor. Doppelzählungen lokaler Anlagen im Bundesmix bleiben aufgrund des geringen Einflusses unberücksichtigt. [11]

$$CO_{2,terr.Strommix} = \frac{(W_{VG} - W_{PV} - W_{BG}) * CO_{2,bundes.Strommix} + W_{PV} * CO_{2,PV} + W_{BG} * CO_{2,BG}}{W_{VG}}$$

$$CO_{2,terr.Strommix} = \frac{(30 \text{ GWh} - 9 \text{ GWh} - 1,7 \text{ GWh}) * 472 \frac{\text{gCO}_{2e}}{\text{kWh}} + 9 \text{ GWh} * 57 \frac{\text{gCO}_{2e}}{\text{kWh}} + 1,7 \text{ GWh} * 22 \frac{\text{gCO}_{2e}}{\text{kWh}}}{30 \text{ GWh}}$$

$$CO_{2,terr.Strommix} \approx 322 \frac{\text{gCO}_{2e}}{\text{kWh}}$$

$W_{VG} =$	Jährlicher Stromverbrauch in der Verbandsgemeinde
$W_{PV} =$	Jährlicher Stromertrag aus PV
$W_{BG} =$	Jährlicher Stromertrag aus Biogas-BHKWs
$CO_{2, bundes. Strommix} =$	Spezifischer Emissionsfaktor bundesweiter Strommix
$CO_{2, PV} =$	Spezifischer Emissionsfaktor PV
$CO_{2, BG} =$	Spezifischer Emissionsfaktor Biogas
$CO_{2, terr. Strommix} =$	Spezifischer Emissionsfaktor territorialer Strommix

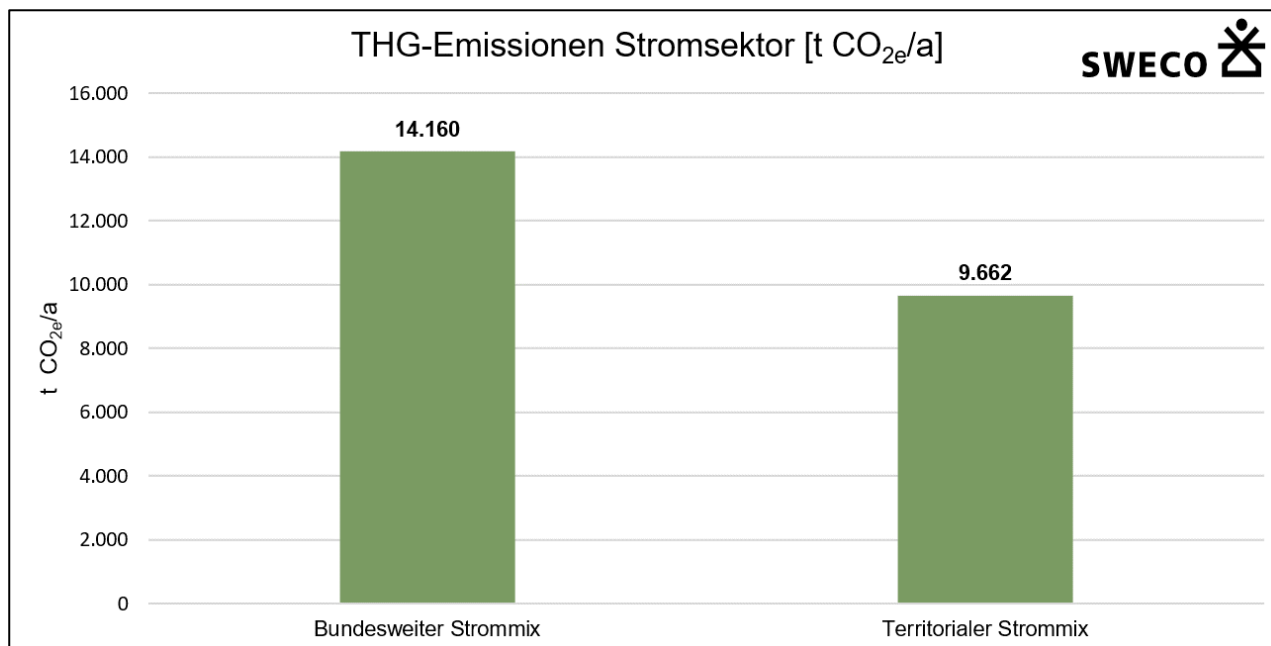


Abbildung 16: Treibhausgasemissionen des Stromsektors der VG unter Anwendung des spezifischen Emissionsfaktors des bundesweiten Strommix und des territorialen Strommix basierend auf der Bilanz des Klimaschutzkonzepts aus dem Jahr 2020.

## 4 Potenzialanalyse

Neben dem aktuellen energetischen Bestand sind auch die Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme sowie die Potenziale zur Reduktion des aktuellen Energieverbrauchs relevant. Die Effizienzmaßnahmen beziehen sich im Wesentlichen auf das Potenzial zur Reduktion des Heizwärmebedarfs im Wohnungsbereich. Um die örtlichen Potenziale für erneuerbare Energien zu bestimmen, ist ein Abgleich mit Ausschlussflächen aus Umwelt- und Artenschutz notwendig.

Die Verbandsgemeinde Altenahr verfügt über keinen nennenswerten Industriesektor, sodass keine Potenziale zur Nutzung unvermeidbarer Abwärme identifiziert werden konnten.

Technologien der Erneuerbaren Wärmeerzeugung, deren Potenziale genauer untersucht werden, sind Solarthermie, Geothermie, energetische Nutzung von Biomasse sowie Nutzung von Umwelt- und Abwasserwärme. Ebenfalls werden Potenziale für Anwendungen erneuerbarer Stromerzeugung wie Windkraft und Photovoltaik als regenerative Energiequelle für Anwendungen der elektrischen Wärmeerzeugung untersucht.

Für eine intelligente und treibhausgasneutrale Wärmeversorgung ist, vor allem bei Erneuerbaren Energieanwendungen, ein zeitlicher Ausgleich zwischen Erzeugung und Verbrauch unabdingbar. Aus diesem Grund werden zusätzlich (saisonale) Speichermöglichkeiten analysiert.

### 4.1 Potenzialbegriff

Für eine erfolgreiche Potenzialanalyse ist ein einheitliches Verständnis des Begriffes Potenzial notwendig. In Abbildung 17 werden die untenstehenden Potenzialbegriffe in ihren Abstufungen zueinander qualitativ dargestellt. In der Potenzialanalyse wird zunächst das technische Potenzial betrachtet. Aus diesem technischen Potenzial wird im Zuge der Szenarienentwicklung, unter verschiedenen Voraussetzungen, ein realisierbares Potenzial abgeleitet. [16]

- **Theoretisches Potenzial:**  
Bezeichnet jene Potenziale, die in der betrachteten Region physikalisch vorhanden sind. Dies kann beispielsweise die solare Einstrahlung auf eine Fläche oder die aus der Geschwindigkeit des Windes resultierende Energie in einer Fläche sein.
- **Technisches Potenzial:**  
Beschreibt jene Potenziale, die über energietechnische Anlagen, beispielsweise PV-Anlagen, unter Einbezug von rechtlichen und technologischen Möglichkeiten nutzbar gemacht werden können. Dieses Potenzial hat in Einbezug verschiedener Verlustmechanismen unterschiedliche Abstufungen und somit ist das technische Potenzial immer mit Bezug auf die Qualität der Datenlage zu interpretieren.
- **Wirtschaftliches Potenzial:**  
Anteil des technischen Potenzials, der unter Einbezug ökonomischer Aspekte in der gleichen Größenordnung liegt wie die Kosten konkurrierender Systeme.
- **Realisierbares Potenzial:**  
Sozial akzeptierte Menge des wirtschaftlichen Potenzials. Das wirtschaftliche Potenzial kann aus vielen verschiedenen subjektiven Gründen nicht voll ausgeschöpft werden.
- **Ausbaupotenzial:**  
Differenz aus Realisierbaren Potenzial und bereits realisierten Potenzial.

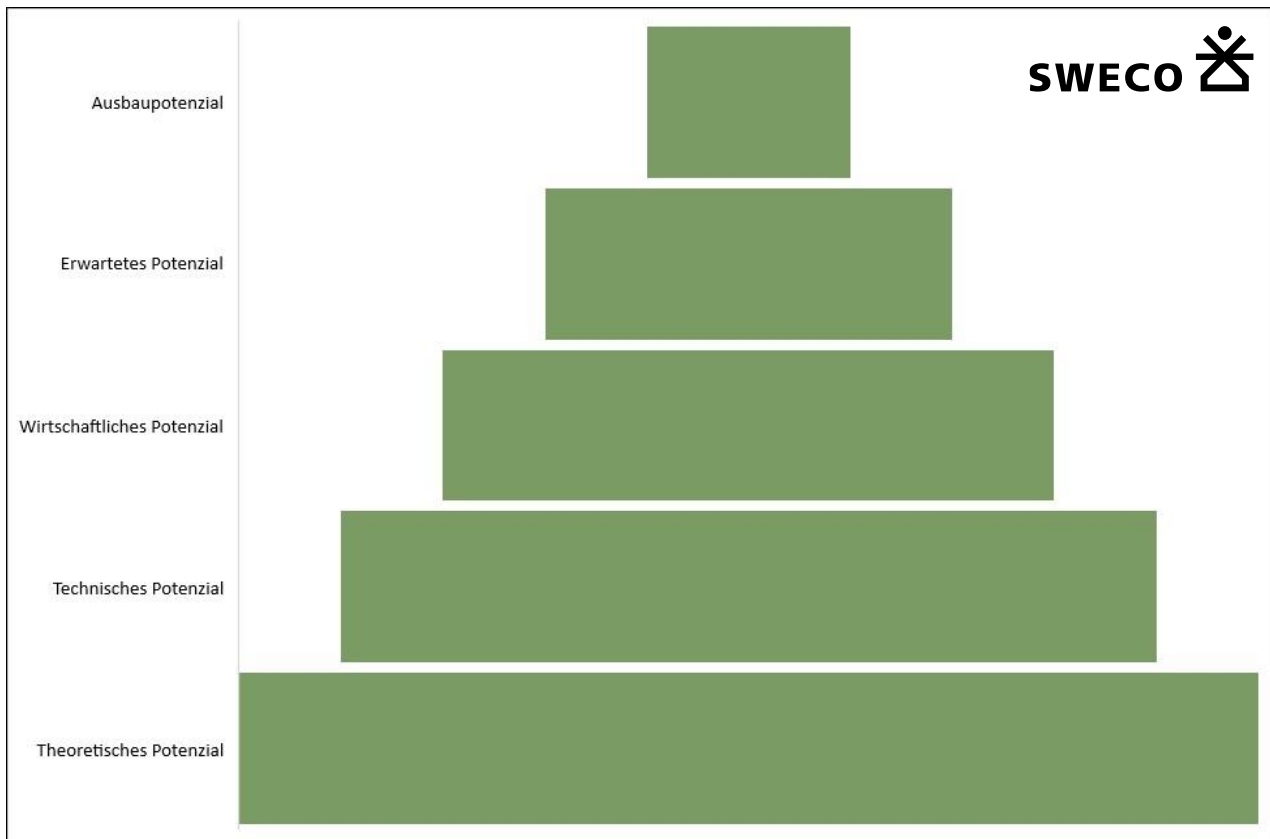


Abbildung 17: Qualitative Darstellung der verschiedenen Potenzialstufen [16]

## 4.2 Energieeinsparpotenziale

Für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung ist neben der Realisierung einer Wärmeerzeugung basierend auf erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme auch die Verringerung des Wärmebedarfs, zur Reduzierung der notwendigen Erzeugungskapazitäten, entscheidend. Eine Verringerung des Wärmebedarfs und somit eine Erhöhung der Energieeffizienz, lässt sich durch eine Verringerung des Heizwärmeverlustes oder den Austausch der Heizungsanlage erreichen. Ebenfalls kann eine Veränderung im Verbrauchsverhalten zu einer Senkung des Wärmebedarfs führen. Da dies jedoch durch viele subjektive Kriterien bedingt wird, ist ein entsprechendes Potenzial nicht quantifizierbar.

Im Zuge der Datenakquise konnten keine Daten über die Sanierungszustände der Gebäude gesammelt werden. Daher wird eine Annahme für das durchschnittliche Sanierungspotenzial getroffen. Als durchschnittliches Sanierungspotenzial wird in der Verbandsgemeinde **60% des Endwärmebedarfs, also 64 GWh/a** angenommen. Dieser Wert wird angelehnt an eine Studie zum Sanierungsbedarf im Gebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie aus dem Jahr 2014. Dabei bezieht sich das Sanierungspotenzial auf eine Sanierungsrate von 100% und auf den Gebäudeenergiestandard aus der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Denkmalschutzte Gebäude machen nur einen Anteil von ca. 1,3% des Sanierungspotenzials in der Verbandsgemeinde aus und werden daher in den weiteren Berechnungen vernachlässigt. [17, p. 12]

Zur geografischen Verteilung des Potenzials zur Steigerung der Energieeffizienz in der Verbandsgemeinde wird die Einteilung der Gebäude in Baualtersklassen aus Kapitel 3.2 genutzt. Diese basiert auf den Gitterzellen des Zensus 2022 und den Bauanträgen seit dem Jahr 2020. Es wird angenommen, dass das Sanierungspotenzial mit dem Alter des Gebäudes steigt. So können lokale Schwerpunkte bezüglich des Sanierungspotenzials identifiziert werden, wenn auch nicht für jedes Gebäude das korrekte Sanierungspotenzial zugeordnet wird. Die Verteilung wird so gewählt, dass der Durchschnitt des Sanierungspotenzials bei 64 GWh/a liegt. In Abbildung 18 wird die Verteilung des Sanierungspotenzials auf die Verbandsgemeinde als Durchschnittswert pro Baublock dargestellt. Die Kategorie *Hoch* entspricht einem Sanierungspotenzial von über 60%, die Kategorie *Mittel* entspricht einem Sanierungspotenzial von 40-60% und die Kategorie *Niedrig* einem Sanierungspotenzial von unter 40%. Das Sanierungspotenzial bezieht sich hauptsächlich auf die privaten Haushalte, die

94% des Wärmeverbrauchs ausmachen, und die Bereiche Raumwärme und Warmwasser. Prozesswärme fällt keine in der Verbandsgemeinde an.

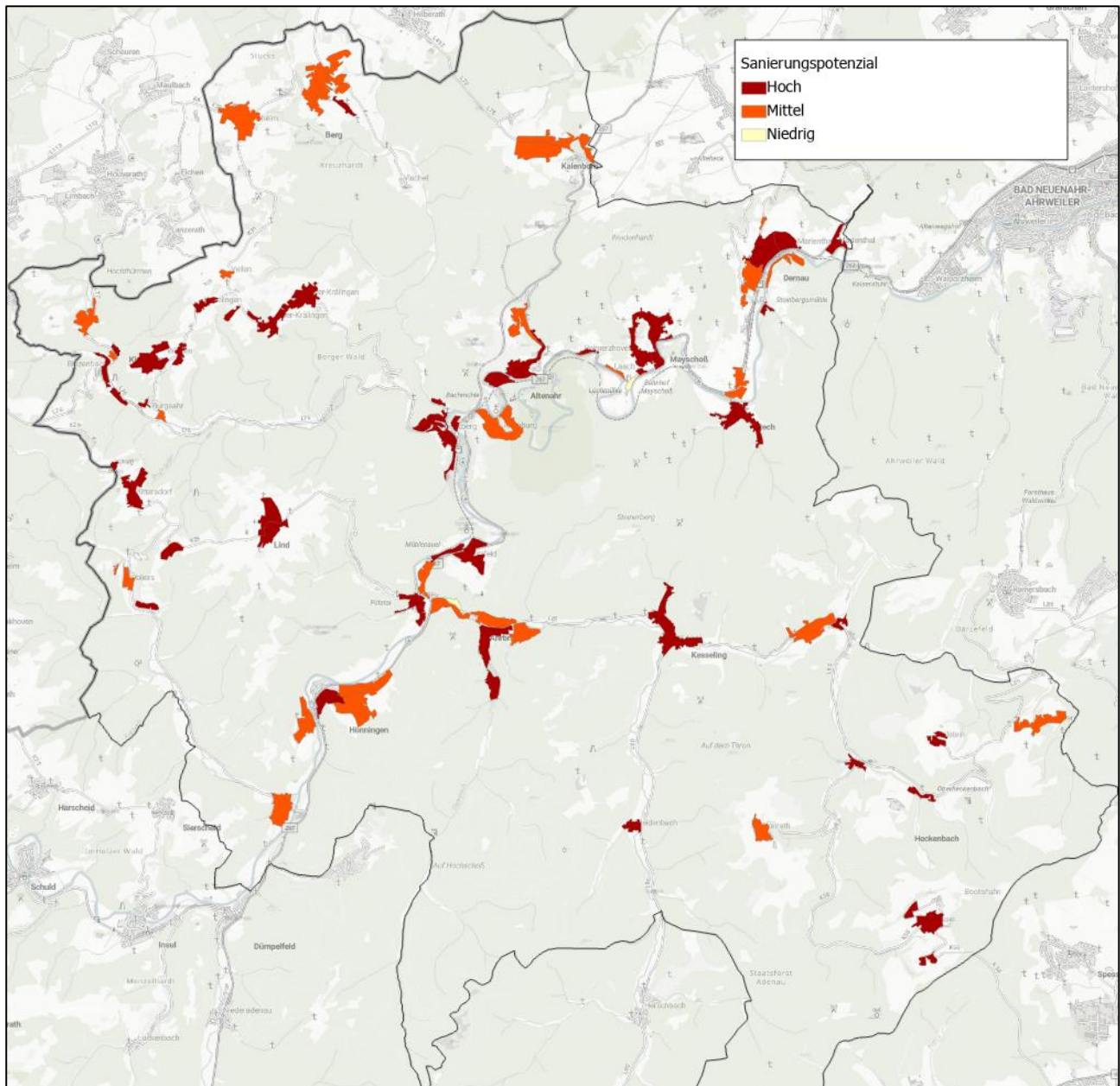


Abbildung 18: Verteilung des Sanierungspotenzials in der Verbandsgemeinde in die Kategorien Hoch (>60%), Mittel (40%-60%), Niedrig (<40%)

## 4.3 Erneuerbare Energiepotenziale

Für die Einschätzung der regenerativen Energiepotenziale wird mittels des theoretischen Potenzials (Strahlungsenergie, Windgeschwindigkeiten, etc.) und den Energieleistungsdichten der einzelnen Technologien, flächenspezifische Energieerträge berechnet. Angewendet auf die frei verfügbaren Flächen, ergibt dies das Gesamtpotenzial für die einzelnen Technologien. Die Potenziale zur Nutzung von Abwasserwärme werden hingegen durch volumetrische Berechnungen bestimmt. Die Potenziale zur Nutzung von geothermischer Wärme und Umweltwärme werden qualitativ beschrieben.

### 4.3.1 Solarthermie

Aktuell sind in Deutschland Solarthermieranlagen nahezu ausschließlich auf Hausdächern von Ein- und Zweifamilienhäusern im Einsatz. Für den Aufbau von solaren Wärmenetzen bietet sich aber zunehmend der Aufbau

von solarthermischen Großanlagen in Freiflächen, optional gekoppelt mit einem Großwärmespeicher, an. Im Vergleich zu Freiflächen-Photovoltaikanlagen gibt es in der Regel keine Festsetzungen zu Solarthermieanlagen in den Regionalplänen oder Flächennutzungsplänen. Die baurechtliche Zulässigkeit wird einzig über das BauGB geregelt. [18]

Der Solarkataster Rheinland-Pfalz gibt für die Verbandsgemeinde Altenahr ein **technisches Potenzial von 520 GWh/a** für solarthermische Röhrenkollektoranlagen auf den Dachflächen bei einem anzunehmenden Wirkungsgrad des Moduls von 60% an. Allerdings bezieht sich das theoretische Gesamtpotenzial auf die Bruttodachfläche. Durch Störobjekte und Verschattungen verringert sich das Potenzial entsprechend. Ebenfalls sind nicht alle Dachflächen in Anbetracht ihrer Ausrichtung, Neigung und Beschaffenheit gleichermaßen geeignet. Eine ökonomisch sinnvolle Auslegung solarthermischer Aufdachanlagen sieht für Privateigentümer ebenfalls keine Vollbelegung der Hausdächer vor. Die Einschätzung der Eignung der Dachflächen auf Grundlage des Denkmalschutzes oder des Zustands des Dachstuhls sind in der Betrachtung nicht inkludiert. Denkmalschutz ist nicht zwangsläufig ein Ausschlusskriterium für Solaranlagen, bringt allerdings erschwerende Umstände mit sich. Aufgrund der tendenziell alten Gebäudestrukturen wird auch davon ausgegangen, dass einige Dachstühle für Solaranlagen nicht geeignet sind. Das technische Potenzial wird aus diesen Gründen wesentlich geringer ausfallen.

Der spezifische Energieertrag von Solarthermieanlagen im Feld ist wesentlich höher als bei Anlagen zur regenerativen Stromerzeugung. Im Vergleich zur energetischen Verwertung von Biomasse (Verstromung) ist die spezifische Energiedichte von Solarthermieanlagen sogar um ein 90-faches höher. Allerdings besteht Strom zu 100% aus Exergie (nutzbare Energie) und hat somit eine höhere Wertigkeit als Wärme. Der Vergleich der flächenspezifischen Energieerträge ist in Abbildung 19 dargestellt. Für die jeweiligen flächenspezifischen Ertragsdaten wurden die untenstehenden Referenzanlagen zugrunde gelegt. Für Biogasanlagen werden Durchschnittswerte für Anlagen zur energetischen Nutzung von Silomais herangezogen, die den höchsten flächenspezifischen Energieertrag aufweisen. Je nach Quelle oder Referenzanlage können diese Werte abweichen. Die klare Tendenz bleibt allerdings in allen Vergleichen bestehen.

- Solarpark Henschleben: 21,5 ha; 22,7 GWh/a [19]
- Solarthermieanlage Leipzig West: 14 ha; 26 GWh/a [20]
- Windpark Hüselitz: 567,2 ha; 349,6 GWh/a [21]
- Silomais Biogasanlage: ca. 15-22,5 MWh/ha [22]

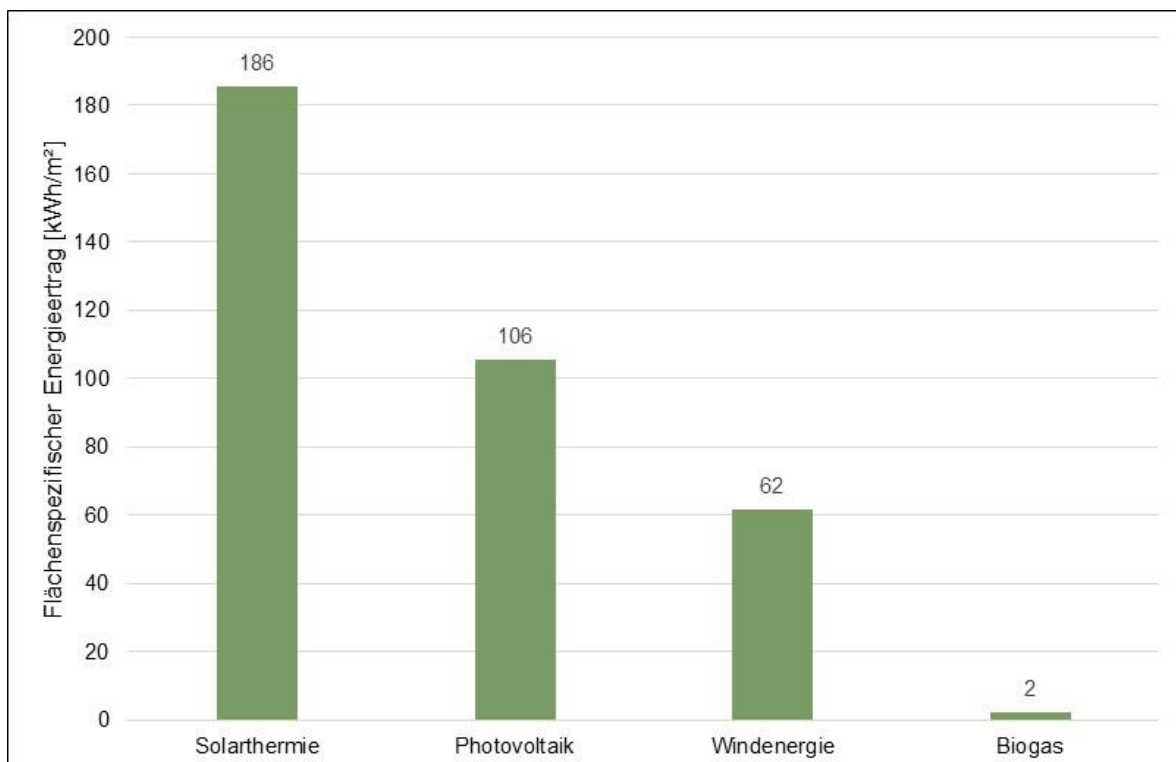


Abbildung 19: Vergleich der flächenspezifischen Energieerträge verschiedener Erneuerbarer Energien. Die spezifische Fläche bezieht sich auf die notwendige Freifläche und nicht auf Kollektor- oder Fundamentflächen.



Für Freiflächen-Solarthermie ergibt sich nach der PV-Freiflächenanlagen Studie aus dem Jahr 2024 für die Verbandsgemeinde eine Potentialfläche von ca. 405 ha. Multipliziert mit dem flächenspezifischen Energieertrag einer Solarthermieanlage von 186 kWh/m<sup>2</sup> dargestellt in Abbildung 19 ergibt sich ein **technisches Potential von etwa 750 GWh/a**. Durch die Verwendung eines Referenzwertes einer existierenden Anlage in Leipzig kommt es zu Abweichungen aufgrund unterschiedlicher Einstrahlungsbedingungen. In Abbildung 20 sind die Potenzialflächen für die VG dargestellt. [23]

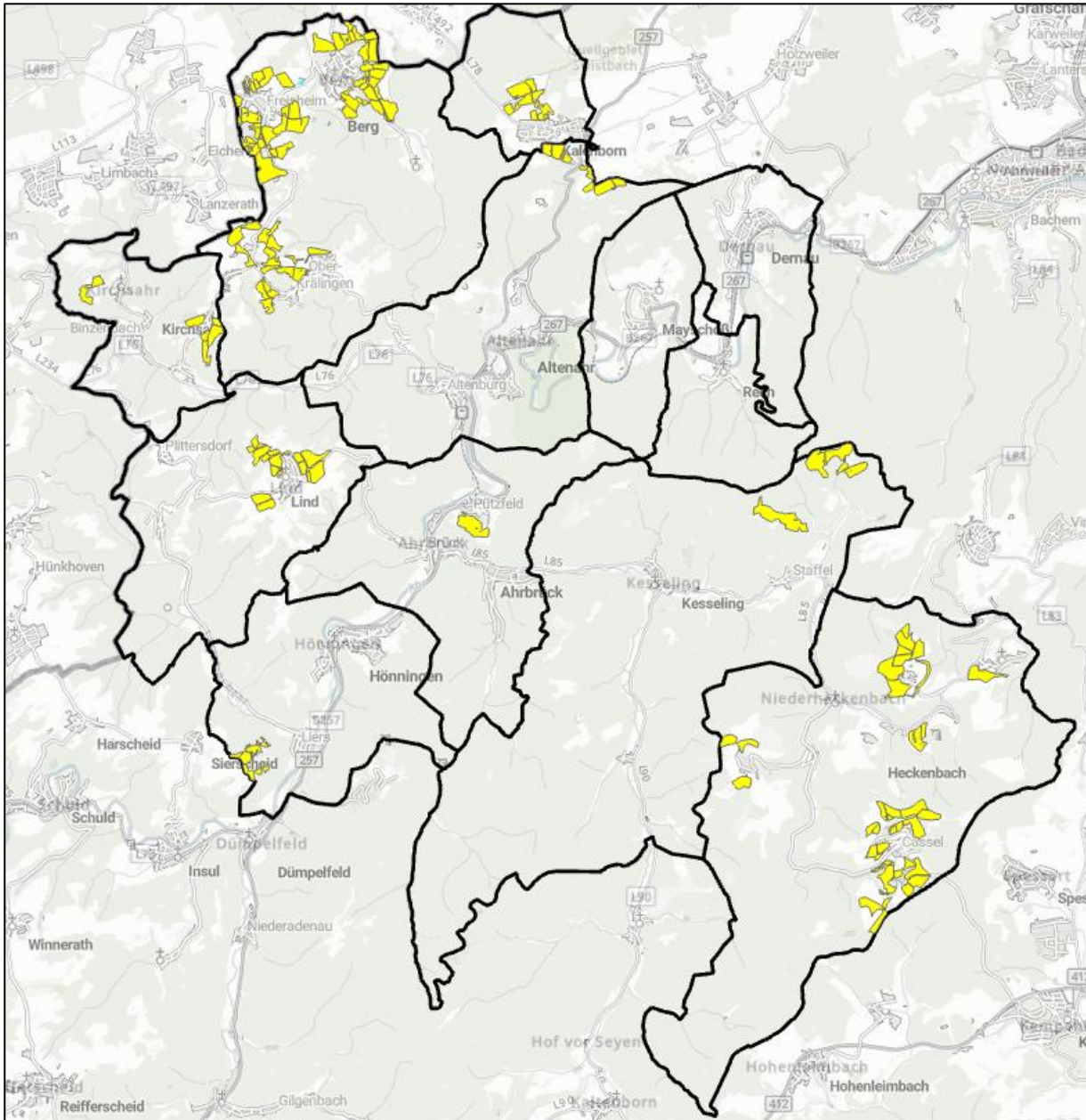


Abbildung 20: Potenzialflächen für Freiflächen-Solarthermie in der Verbandsgemeinde Altenahr [23]

#### 4.3.2 Geothermie und Umweltwärme

Geothermie bezeichnet die in der Erde gespeicherte Energie. Diese Energie kann für Wärmeanwendungen und zur Verstromung genutzt werden. Dabei gilt, je tiefer die Bohrung ist, desto höher ist die nutzbare Energie. Die Nutzung geothermischer Reservoirs lässt sich in oberflächennahe und tiefe Geothermie einteilen. [24]

**Oberflächennahe Geothermie (bis 400 m Tiefe):** Es gibt verschiedene Systeme zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie. **Erdwärmekollektoren** sind geschlossene, horizontale Systeme, die in bis zu 1,5 m Tiefe verlegt werden und ein konstantes jährliches Temperaturniveau von rund 10°C nutzen. Sie sind in der Regel genehmigungsfrei aufzubauen, weisen allerdings auch einen hohen Flächenbedarf auf.



**Erdwärmesonden** sind geschlossene, vertikale Systeme mit Tiefen von 40-150 m. Sie benötigen nur einen geringen Platzbedarf und sind fast überall realisierbar. Ebenfalls ist es möglich in offenen Systemen mit zwei Brunnen, die **Energie des Grundwassers** direkt zu nutzen. Oberflächennahe Anwendungen kommen in der Regel für die Heizungsversorgung im Wohnbereich zum Einsatz und werden häufig mit Wärmepumpen gekoppelt. Durch die Wärmepumpe wird die Erdwärme auf das notwendige Heizniveau angehoben. [24]

**Tiefe Geothermie (ab 400 m Tiefe):** Je nach Definition beginnt die tiefe Geothermie erst ab 1000 m und von 400-1000 m wird von mitteltiefer Geothermie gesprochen. Im Bereich bis 3000 m Tiefe kommen häufig **Erdwärmesonden** zum Einsatz, deren Ergiebigkeit allerdings begrenzt ist, die dafür aber fast überall realisierbar sind. Im Fall, dass wasserführende Schichten vorhanden sind, kann auch eine **hydrothermale Nutzung** temperierter Tiefenwässer in Frage kommen. Bei dieser Anwendung ist auch eine Verstromung über ein ORC-Verfahren möglich. Ab 3000 m Tiefe trifft die Bezeichnung **petrothermale Geothermie** zu, also die Übertragung der im Gestein gespeicherten Wärmeenergie auf ein Wärmetransportmedium, welches künstliche Fließwege erzeugt. Die Ergiebigkeit ist hoch, allerdings trifft das auch auf die Investitionskosten zu. [24]

Für die dezentrale Nutzung von Erdwärme kommen oberflächennahe Systeme, meist in Kombination mit einer Wärmepumpe zum Einsatz. Für die Einspeisung in ein Wärmenetz sind tiefe Bohrungen oder der Verbund mehrerer oberflächennaher Erdwärmefelder geeignet. Um das Potenzial zur Nutzung dezentraler Geothermie zu quantifizieren, ist eine tiefergehende Analyse für jede Besitzeinheit mit Einhaltung von bestimmten Abständen zwischen potenziellen Bohrungen notwendig. Eine **solche Potenzialanalyse** würde in der praktischen Umsetzung der Wärmewende allerdings **keinen Mehrwert schaffen**. Interessanter ist dabei die Betrachtung der potenziellen Eignung und Ergiebigkeit von Böden für Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden in der Verbandsgemeinde. In Abbildung 21 ist die Eignung zur Nutzung von Erdwärmekollektoren dargestellt. Dabei beziehen sich die grünen Flächen auf gut bis sehr gut geeignete, grund- und staunasse Standorte, die gelben Flächen auf geeignete, tiefgründige Standorte ohne Vernässung und die roten Flächen auf meist weniger geeignete, flachgründige Standorte mit anstehendem Gestein oder Schutt oberhalb von 1,2 m. [25]

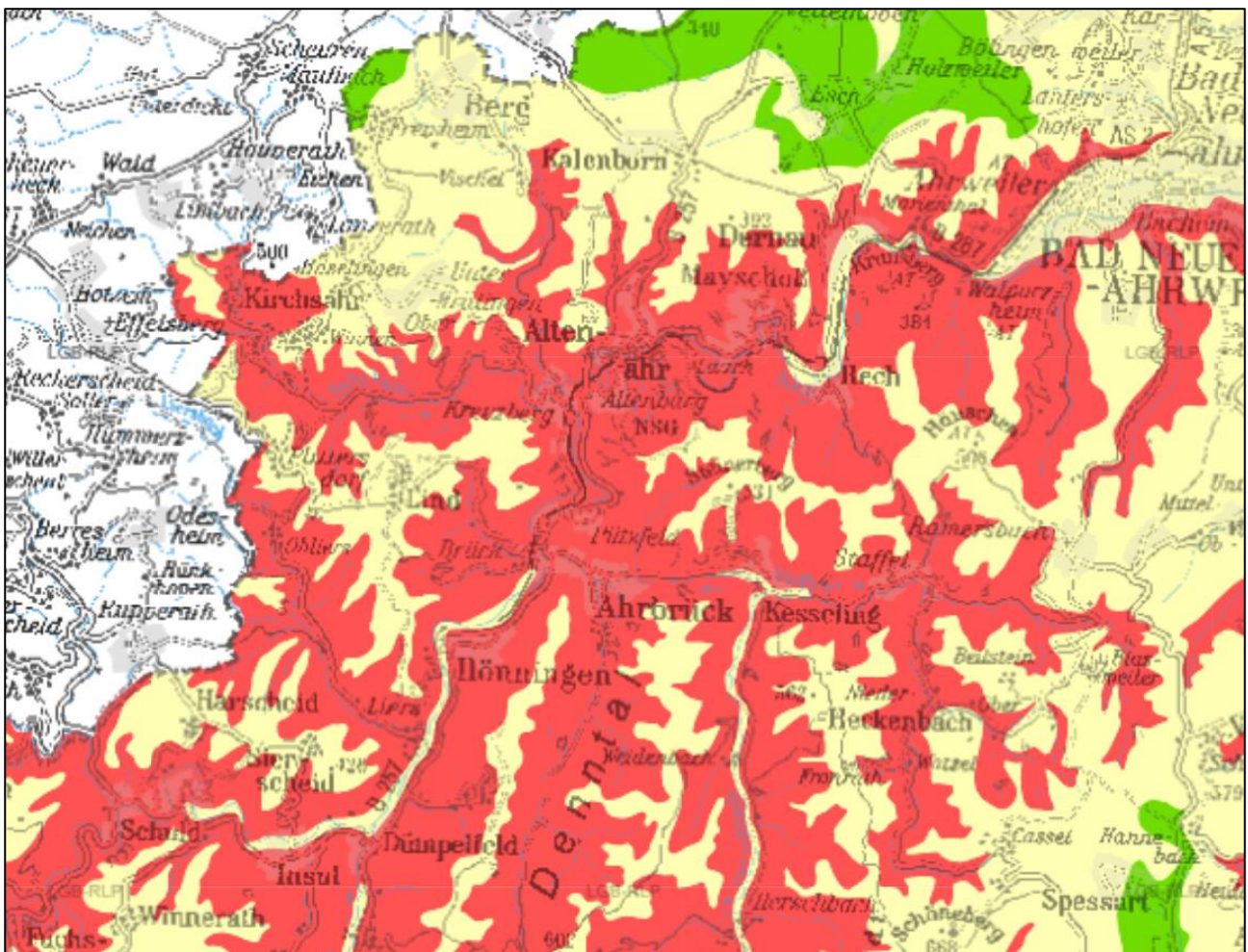


Abbildung 21: Potenzielle Eignung von Böden für Erdwärmekollektoren in der VG Altenahr [25]

In vielen Teilen der Verbandsgemeinde, vor allem in der am dichtesten besiedelten Gemeinde Altenahr, ist die Eignung für Erdwärmekollektoren gering. In manchen Teilen der Verbandsgemeinde sind die Bedingungen aber auch geeignet oder sogar gut geeignet für den Einsatz von Erdwärmekollektoren. Der Einsatz von Erdwärmekollektoren für die dezentrale Heizungsversorgung stellt eine effiziente Alternative zu Luftwärmepumpen dar, denn die nutzbare Temperatur des Erdreiches liegt auch in den Heizungsmonaten konstant bei etwa 10°C, wohingegen die Außenlufttemperaturen vor allem nachts deutlich niedriger sind.

Zur Beurteilung der Eignung von Erdwärmesonden im Untersuchungsgebiet liegen keine Daten bezüglich der trockenen Wärmeleitfähigkeit vor. So muss dies im Rahmen eines Vorhabens individuell geprüft werden. Die Durchlässigkeit des oberen Grundwasserleiters wird vom Landesamt für Geologie und Bergbau flächendeckend als gering bis äußerst gering eingestuft. Somit ist die Eignung zur Nutzung hydrothormaler Geothermie nicht gegeben. [25]

In den Online-Karten des Landesamtes für Geologie und Bergbau sind ebenfalls wasserrechtliche Einschätzungen der Standorteignung für Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden und Grundwasser-Wärmetauschersysteme zu finden, die bei der Planung einer entsprechenden Anlage helfen. Für Erdwärmesonden gilt nahezu flächendeckend, dass eine Antragserlaubnis wahrscheinlich ist. Für die Errichtung von Grundwasser-Wärmetauscher ist eine Prüfung durch Fachbehörden notwendig und für die Errichtung von Erdwärmekollektoren sind weite Strecken des Untersuchungsgebiet lediglich anzeigepflichtig, andere Teile sind erlaubnispflichtig. Somit ergeben sich aus **wasserrechtlicher Sicht gute Voraussetzungen** für die private Nutzung von Erdwärme. [25]

### Umweltwärme

Neben Geo- und Hydrothermie sind ebenfalls oberirdische Gewässer und die Außenluft mögliche Energiequellen zur Wärmeerzeugung. Die Nutzung von Außenluft als Medium kann durch **Luftwärmepumpen leicht und verhältnismäßig kostengünstig realisiert** werden und die Luft ist als Energiequelle unbegrenzt verfügbar. Probleme in Bezug auf die zentrale Nutzung von Luftwärmepumpen können durch Schallemissionen der Außeneinheiten entstehen. Ebenfalls ist vor allem in der Heizperiode die Außenlufttemperatur und somit das nutzbare Energieniveau entsprechend gering, was zu einem erhöhten Strombedarf in Zeiträumen tendenziell geringerer regenerativer Stromerzeugung führt. Daher bietet sich diese Option vor allem für dezentrale Lösungen in Gebieten ohne Potenziale für leitungsgebundene Wärmeversorgung und ohne Möglichkeiten der Erdwärmennutzung an. Eine Quantifizierung des Potenzials für Luftwärmepumpen ist an dieser Stelle nicht möglich.

In Altenahr verlaufen neben der Ahr auch viele Bäche. Für eine zentrale Wärmeversorgung und Speisung eines Wärmenetzes über Wasserwärmepumpen **reichen die Wassermassen allerdings nicht aus**. Der Pegelstand der Ahr in Altenahr lag am 14.02.2025 bei 77 cm.

### 4.3.3 Biomasse und Müllverbrennung

Biomasse als nachwachsender Rohstoff hat viele Einsatzmöglichkeiten in der Energiewirtschaft. Sowohl in fester, gasförmiger oder flüssiger Form (Biodiesel) können biogene Rohstoffe genutzt werden.

#### Dezentrale Holzheizungen

In der VG Altenahr werden bereits Wohnungen mit Holz in verschiedenen Verarbeitungsformen beheizt. Als dezentrale Versorgungsoption wird dies auch in Anbetracht von §71 des GEG in Zukunft eine Option bleiben. Aufgrund dessen, dass Holz ein nachwachsender Rohstoff ist und CO<sub>2</sub> bindet, sind die bilanziellen THG-Emissionen deutlich niedriger als bei fossilen Energieträgern. Eine **flächendeckende Nutzung** von Biomasse ist allerdings im Rahmen einer **funktionierenden Kreislaufwirtschaft nicht möglich** und sollte daher nur als Zusatztechnologie gesehen werden.

#### Verstromung von Biomasse & Biogas

Über den Betrieb von KWK-Anlagen lässt sich Biomasse sowohl in fester als auch in gasförmiger Form nach der Fermentation in Wärme- und elektrische Energie umwandeln. Im Vergleich mit anderen Technologien der erneuerbaren Energieerzeugung ist der **flächenspezifische Energieertrag allerdings sehr gering**. Der Vergleich der flächenspezifischen Energieerträge ist in Abbildung 19 dargestellt. Für die jeweiligen flächenspezifischen Ertragsdaten werden die untenstehenden Referenzanlagen zugrunde gelegt. Für Biogasanlagen werden Durchschnittswerte für Anlagen zur Verstromung von Silomais herangezogen, die den höchsten flächenspezifischen Energieertrag aufweisen. Je nach Quelle oder Referenzanlage können diese Werte abweichen.

Die klare Tendenz bleibt allerdings in allen Vergleichen bestehen. Aufgrund dieser Effizienzunterschiede werden zentrale Biomasseanwendungen nicht weiter betrachtet.

### **Müllverbrennung**

Die Aufgaben der Abfallwirtschaft werden im Landkreis Ahrweiler durch den Abfallwirtschaftsbetrieb (AWB) koordiniert. Die thermische Verwertung der in den privaten Haushalten anfallenden Abfall- und Reststoffe des Landkreises wird hingegen in der Müllverbrennungsanlage der Stadtwerke Bonn vorgenommen. Der Aufbau einer neuen Müllverbrennungsanlage ist somit ausgeschlossen.

### **Klärschlammverbrennung**

In Dümpelfeld soll zwar zukünftig eine gemeinschaftliche Kläranlage betrieben werden, für den Betrieb einer eigenen Klärschlammverbrennungsanlage reichen die anfallenden Klärschlammengen allerdings nicht aus. In Deutschland sind in der ersten Jahreshälfte 2022 insgesamt 38 Anlagen zur thermischen Klärschlammbehandlung in Vorbereitung, Planung oder im Bau. Spätestens 2029 sollen diese Anlagen in Betrieb genommen werden. Das Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISA) in Kooperation mit der RWTH Aachen untersucht den Abgleich zwischen benötigten und verfügbaren Ressourcen zur thermischen Klärschlammbehandlung. Eine abschließende Bewertung steht noch aus. Die Planung einer **Klärschlammverbrennungsanlage in der Verbandsgemeinde macht somit aktuell keinen Sinn**, da ein klarer Bedarf nicht nachgewiesen ist. [26, p. 15]

#### **4.3.4 Abwasserwärme**

Die Wärme aus Abwasser lässt sich durch einen Wärmeübertrager entziehen und auf ein anderes Medium übertragen. Aufgrund des generell niedrigen Temperaturniveaus des Abwassers, ist die Transportwürdigkeit begrenzt und die Verluste korrelieren mit Temperatur und Transportweg. Die Wärme muss entweder durch Wärmepumpen auf das notwendige Heizniveau gehoben werden, bevor das Heizmedium zu den Verbrauchern geleitet wird (Nahwärme, sinnvoll bei kurzen Transportstrecken) oder die Wärme wird auf dem ursprünglichen Temperaturniveau zu den Haushalten geleitet (kalte Nahwärme, sinnvoll bei längeren Transportstrecken) und im Anschluss vor Ort mittels Wärmepumpe auf die notwendige Temperatur gebracht. [27]

Zur Gewinnung der Abwasserwärme gibt es drei verschiedene Ansätze, die folgend vorgestellt werden:

#### **Abwasserwärmenutzung hinter dem Auslauf der Abwasserreinigungsanlage**

Der ertragreichste Weg Abwasserwärme zu nutzen ist die Installation eines Wärmeübertragers unmittelbar hinter dem Auslauf einer Abwasserreinigungsanlage (ARA). Aufgrund der hohen nutzbaren Temperaturdifferenz weist das Wasser zu diesem Zeitpunkt ein konstantes hohes Wärmepotenzial auf. Ebenfalls ist das Wasser zuvor gereinigt worden und somit ist der Reinigungsaufwand der Wärmepumpe entsprechend niedriger. Durch die hohe Temperaturdifferenz können die Wärmemengen tendenziell über weitere Strecken transportiert werden. Allerdings befinden sich potenziell weniger Wärmeabnehmer in unmittelbarer Nähe einer ARA. Ebenfalls ist die Bewilligung des Anlagenbetreibers notwendig. [27]

#### **Abwasserwärmenutzung vor dem Einlauf der Abwasserreinigungsanlage**

Eine weitere Möglichkeit der Abwasserwärmenutzung, ist der Einsatz eines Wärmeübertrager im Kanalisationsnetz vor der ARA. Dabei können mehrere Kanalabschnitte genutzt werden. Nach einer Abwasserwärmanlage sollte etwa die zwei- bis dreifache Strecke zur Erholung des Abwassers eingeplant werden, bevor eine weitere Abwasserwärmanlage installiert wird. Durch Anwendungen im Kanalnetz können auch kurze bis mittlere Transportstrecken realisiert werden. Die Genehmigung des Kanalnetzbetreibers ist Voraussetzung. [27]

Unmittelbar vor der ARA kann die Nutzung von Abwasserwärme die Reinigungsleistung der ARA negativ beeinflussen. Meistens jedoch verfügen die ARA über eine ausreichende biologische und hydraulische Reserveleistung. Zur vollständigen Kompensation der entzogenen Energiemenge können ansonsten wenige Kilometer Fließweg vor der ARA zur Erholung eingeplant werden. Die nutzbare Temperaturdifferenz des Abwassers vor der ARA ist zwar deutlich niedriger als nach der ARA, durch die Folgen des Klimawandels steigen allerdings auch die Abwassertemperaturen kontinuierlich an. [28]

#### **Hauseigene Abwasserwärmenutzung**

Auch im eigenen Haus kann die Wärme des Abwassers genutzt werden. Voraussetzung sind dafür Sammelbehälter von mindestens 10 Wohneinheiten. Unmittelbar nach Verbrauch des Wassers ist die Abwassertemperatur entsprechend hoch und das Verteilnetz kurz. Vor allem für größere Gebäudekomplexe ist dies eine

lohnende Anwendung. Nachteilig sind die tageszeitlichen Schwankungen und limitierten Abwasservolumina. In der Regel reicht die Wärmemenge zur Abdeckung des Warmwasserbedarfs. [27]

### **Eignungskriterien**

Im Zuge der Prüfung der Machbarkeit einer Anwendung zur Nutzung von Abwasserwärme sollten die folgenden Eignungskriterien erfüllt werden.

#### *Abfluss*

Für die Abwasserwärmenutzung ist ein kontinuierlich ausreichender Abfluss auf der Kläranlage oder im Kanal notwendig. Üblicherweise ist eine Mindestwassermenge von 15 l/s (Tagesmittelwert bei Trockenwetter) erforderlich. [29, p. 66]

#### *Abwassertemperatur*

Der Vergleich der Abwassertemperaturen zum Verlauf des Wärmebedarfs ist entscheidend für die ökonomische Bewertung eines Vorhabens zur Abwasserwärmenutzung. Wenn die Abwassertemperatur vor der ARA innerhalb der Heizperiode, vor allem abends zu Spitzenlastzeiten, vermehrt niedriger ist als die Bemessungstemperatur der Kläranlage und keine ausreichende thermische Erholung des Abwassers möglich ist, wird die Anwendung in der Regel nicht wirtschaftlich realisierbar sein. [29, p. 66 f]

#### *Kanalisation*

Für den Einsatz eines Wärmeübertragers werden ausreichende Durchmesser des Kanalsystems von mindestens 800 mm benötigt, um die Zugänglichkeit für die baulichen Arbeiten zu ermöglichen und verschiedene Wärmeübertrager-Systeme nutzen zu können. Ebenfalls sind die verfügbare Kanallänge, das Profil des Rohrs, das Gefälle und die maximale Reduktion des Querschnitts durch den Einbau des Wärmeübertragers wesentliche Kriterien. Für den Einbau eines Wärmeübertrager innerhalb einer Abwasserleitung, sollte das Gefälle zwischen 0,1% und 1% liegen. Ein zu großes Gefälle führt zu einer Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und somit verringert sich die Zeit des Kontaktes mit der Oberfläche des Wärmeübertragers und dadurch auch die Leistung. Ein zu geringes Gefälle erzeugt die Gefahr der Sedimentation und hat einen negativen Einfluss auf die Wärmeentzugsleistung. [29, p. 67], [30]

Vor allem im Fall eines Neubaus oder einer Sanierung eines Kanalabschnitts, sollten Anwendungen zur Wärmegewinnung betrachtet werden.

Alternativ gibt es auch Verfahren, in denen die Kanalabschnitte angebohrt werden, das Rohabwasser direkt aus der Kanalisation entnommen und einem oberirdisch aufgestellten Wärmetauscher zugeführt wird. So können auch Abschnitte genutzt werden, die aufgrund ihrer Geometrie sonst nicht in Frage kommen würden. Um ein realistisches Potenzial abgrenzen zu können, konzentriert sich die Potenzialanalyse jedoch auf die herkömmliche Weise der Abwasserwärmenutzung.

#### *Distanz zum Abnehmer*

Je größer die Distanz zu den potenziellen Wärmeabnehmern ist und je geringer die zu transportierende Wärmemenge, desto kostspieliger ist die entsprechende Wärmeversorgung. Bei einer Leistung von mindestens 500 kW ist der Aufbau eines Wärmenetzes zur Überbrückung einer Distanz von bis zu 500 m potenziell rentabel. Bei einer Leistung von mindestens 1 MW ist sogar ein rentabler Aufbau eines Wärmenetzes zur Überbrückung einer Distanz von 1 km möglich. [29, p. 68]

#### *Abnehmer*

Die Effizienz des Wärmepumpensystems steigt mit sinkender notwendiger Nutzungstemperatur. Somit sind vor allem Abnehmer für ein Wärmenetz geeignet, die ein entsprechend geringes Temperaturniveau benötigen. Daher sind vor allem Neubauten mit Niedertemperatursystemen gut für die Versorgung geeignet, im Gegenteil zu Industriebetrieben mit hohen Temperaturbedarfen für die Prozessversorgung. [29, p. 69 f]

### **Potenzialberechnung VG Altenahr**

Durch die Hochwasserkatastrophe vom Juli 2021 wurden die Kläranlagen in Altenahr und Mayschoß sowie große Teile der Verbindungssammler zerstört. Ein Wiederaufbau der beiden Kläranlagen an gleicher Stelle ist aus Gründen der Hochwassersicherheit nicht vorgesehen.

Demnach wird ein Abwasserableitungssystem mit Fließrichtung zur alten Kläranlage nach Altenahr aufgegeben und gegen ein neues Abwasserdruckleitungssystem mit umgekehrter Fließrichtung in Richtung Kläranlage Dümpelfeld ersetzt. Zukünftig werden die Abwassermengen für alle Ortsgemeinden ab Altenahr, die sich in Tallagen in der Nähe der Ahr befinden in Richtung der Kläranlage in Dümpelfeld über Druckleitungen „hochgepumpt“ und es wird keine große Kläranlage in der Verbandsgemeinde Altenahr betrieben. Aktuell übernehmen provisorische Kläranlagen die Abwasserreinigung. Die Inbetriebnahme des neuen Abwasserableitungssystems ist aktuell noch nicht bekannt und abhängig von den Arbeiten an der Kläranlage in Dümpelfeld.

Aufgrund des Zustands des Abwassernetzes und einiger Fehllanschlüsse ergeben sich aktuell bis zu 900% Fremdwassermengen, was einen erheblichen Sanierungsbedarf nach sich zieht. Die reinen Trockenwetterabflüsse in den Ortsgemeinden liegen lediglich bei 5-15 l/s und sind somit nicht ausreichend für einen rentablen Betrieb vor Abwasserwärmeanlagen.

Aus den oben genannten Gründen ist ein **kein Potenzial zur Nutzung von Abwasserwärme vorhanden**. Lediglich in der Nähe der künftig restaurierten und erweiterten Kläranlage in Dümpelfeld in der Verbandsgemeinde Adenau ist eine entsprechende Anwendung für den Betrieb eines kleinen Nahwärmenetzes denkbar.

#### 4.3.5 Erneuerbare Gase

Der Begriff erneuerbare Gase fasst die Produkte Biomethan, synthetisches Methan und Wasserstoff zusammen [31]. Die Vorteile von erneuerbaren Gasen sind die langfristige Speicherbarkeit, die vorhandene Verteilinfrastruktur sowie die gleichzeitige Nutzbarkeit für Industrie, Verkehr und den Haushaltsbereich. Dem gegenüber stehen hohe Investitionskosten ohne passende Förderungen, geringe Verfügbarkeiten aufgrund der Notwendigkeit hoher erneuerbarer Strommengen, komplizierte technische Erfordernisse und Beschränkungen.

Für eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung kommt lediglich grüner Wasserstoff in Frage. Dieser lässt sich in einem Elektrolyse-Prozess (Power-to-Gas) mit Hilfe erneuerbarer Energien erzeugen. Die Obergrenze für die Beimischung von Wasserstoff ins deutsche Gasnetz liegt aktuell bei maximal 10% [32]. Somit kann der erzeugte grüne Wasserstoff nicht unbegrenzt ins Gasnetz eingespeist werden. Grund dafür ist die geringere Dichte, breitere Verbrennungsgrenze und schnellere Verbrennungsrate. Ebenfalls kann Wasserstoff eine zersetzende Wirkung auf metallische Werkstoffe haben. Aus diesen Gründen führt ein Gasgemisch bestehend aus hohen Anteilen Wasserstoff zu Schäden an den Verbrauchern wie Motoren oder Turbinen und ebenfalls wären Anpassungsmaßnahmen an der bestehenden Erdgaspipeline notwendig. [31] [33]

Synthetisches Methan entwickelt grünen Wasserstoff weiter. In einem chemischen Prozess wird dem Wasserstoff Kohlenstoffdioxid beigemischt und es resultiert Methan, welches identisch ist mit fossilem Erdgas und erneuerbarem Biogas und entsprechend unbegrenzt ins deutsche Gasnetz eingespeist werden kann. Bei der Methanisierung entstehen allerdings weitere Verluste, sodass der Wirkungsgrad des PtG (Power-to-Gas) Prozesses von 77% auf etwa 62% sinkt [34]. Ebenfalls werden für die Methanisierung große Mengen an CO<sub>2</sub> benötigt und somit stellt sich die Frage der Herkunft dieses Gases. Die Verwendung von Industrieabgasen führt lediglich zu einer Verlagerung des Ausstoßes von CO<sub>2</sub> und wird so nicht mehr als erneuerbarer Energieträger gesehen. [31]

Im Industriesektor fallen in Deutschland 41% des Erdgasverbrauchs an. 83% davon werden in Verbrennungsprozessen und 17% zur stofflichen Verwendung genutzt. Die spezifischen Erfordernisse in den industriellen Prozessen erschweren eine Substitution des Erdgases durch andere Energieträger. So ist vor allem in der Industrie eine Substitution des Erdgases durch Wasserstoff oder synthetisches Methan interessant. [35]

Die Investitionskosten für PtG-Anlagen sind aktuell noch hoch. In Abbildung 22 wird der prognostizierte Verlauf der Investitionskosten für eine Alkali-Elektrolyse und eine Methanisierung dargestellt. Aktuell liegen die Kosten bei 1000 €/kW und werden in Zukunft deutlich sinken. Die Energie-Handels-Gesellschaft mbH & Co. KG geben für Investitionskosten einer gesamten PtG-Anlage sogar 2500-3500 €/kW an [36]. Im Vergleich liegen die Kosten für eine Photovoltaik Freiflächenanlage bei etwa 780 €/kW und die Kosten für die PtG Anlage sind zuzüglich der Kosten für die erneuerbare Stromproduktion zu verstehen. [37, p. 79 ff]



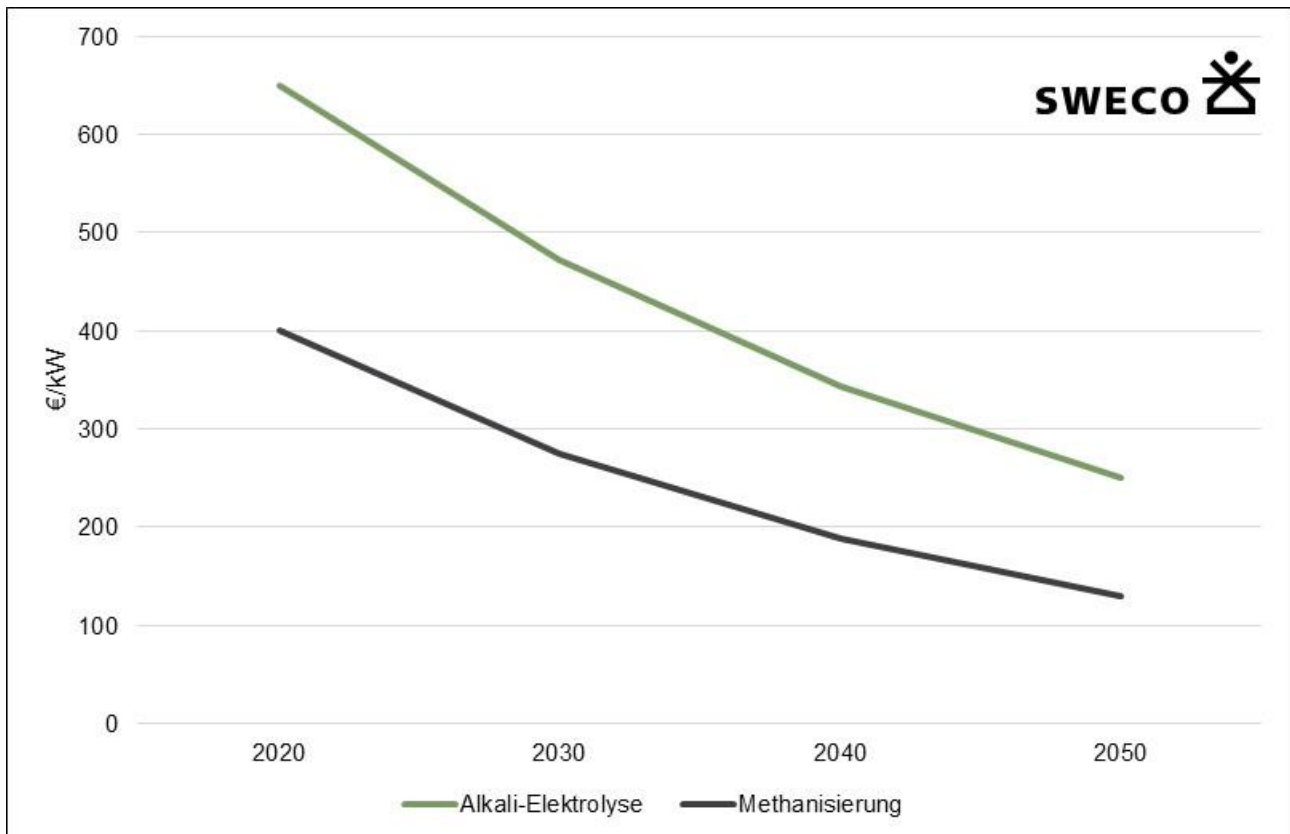


Abbildung 22: Prognostizierte Kostenentwicklung für Alkali-Elektrolyse und Methanisierung [37, p. 76]

In der VG Altenahr wurden in den Jahren 2022-2024 im Schnitt etwa 100 GWh Wärme verbraucht. Für die Erzeugung einer äquivalenten Energiemenge durch den Einsatz von Wasserstoff werden etwa 130 GWh und für eine äquivalente Energiemenge Methan etwa 160 GWh erneuerbaren Stroms benötigt. Dies entspricht etwa dem 4-5-fachen des heutigen Stromverbrauchs im Untersuchungsgebiet.

Eine Alternative wäre der Import von grünem Wasserstoff über Nationale Pipelines. Die Länder Deutschland, Österreich und Italien haben im Mai 2024 eine gemeinsame Absichtserklärung für die Errichtung eines südlichen Wasserstoffkorridors und einer gemeinsamen Wasserstoff-Pipeline-Infrastruktur unterschrieben [38]. Ebenfalls ist das Bundeswirtschaftsministerium aktuell bemüht um eine Partnerschaft mit nordafrikanischen und anderen nicht europäischen Staaten zur Sicherstellung von Kapazitäten zur Herstellung von grünem Wasserstoff [39]. Der importierte Wasserstoff wird allerdings prioritär für die stoffliche Verwendung und Hochtemperatur-Anwendungen in der Industrie verwendet werden, aufgrund mangelnder Alternativen zu Erdgas.

Die Umwandlung von erneuerbarem Strom in grünen Wasserstoff ist im Untersuchungsgebiet **nicht ökonomisch sinnvoll darstellbar**, sodass eine Versorgung über selbst erzeugten grünen Wasserstoff unrealistisch ist. In einigen Regionen der Verbandsgemeinde Altenahr sowie der Verbandsgemeinde Adenau wurde von den Stadtwerken Bonn nach dem Hochwasser im Jahr 2021 ein **gelbes Leerrohr** installiert, welches zur Leitung gasförmiger Energieträger geeignet ist. Über dieses Leerrohr wäre nach Aussage der Stadtwerke Bonn eine Anbindung an eine zukünftige Wasserstoffleitung entlang der A61 in NRW möglich. Aufgrund des **fehlenden Prozesswärmebedarfs** im Untersuchungsgebiets ist allerdings kein Wasserstoffbedarf vorhanden. Ebenfalls ist in der Verbandsgemeinde **kein Gasverteilnetz** vorhanden, welches zu einem Wasserstoffnetz umgewidmet werden könnte. Dieses müsste also zuvor aufgebaut werden. Informationen bezüglich der zukünftig geplanten Verwendung des Leerrohres seitens der Stadtwerke Bonn konnten im Zuge der Erstellung der KWP leider nicht übermittelt werden.

Aus den oben genannten Gründen wird die Verwendung von erneuerbaren Gasen **nicht weiter betrachtet**.

#### 4.3.6 Erneuerbare Stromerzeugung und elektrische Wärmeerzeugung

In der Verbandsgemeinde Altenahr bieten sich zur regenerativen Stromerzeugung PV-Anlagen und Windkraftanlagen an. Die Verstromung von Biomasse wird aus den oben beschriebenen Gründen nicht näher betrachtet. Bei geothermischen Potenzialen werden thermische Anwendungen bevorzugt. Größere Potenziale für die

Nutzung der Wasserkraft bestehen in der Verbandsgemeinde nicht. Aufgrund der fehlenden Wassermassen werden solche Anwendungen Nischen bleiben und werden deshalb an dieser Stelle nicht weiter betrachtet.

### **Photovoltaik**

Ende 2024 sind nach dem MaStR in der Verbandsgemeinde Altenahr PV-Aufdachanlagen mit einer Gesamtleistung von etwa 9 MWp im Betrieb, die etwa 9 GWh/a Solarstrom erzeugen. Nach dem Solarkataster Rheinland-Pfalz weist Altenahr eine Bruttodachfläche von rund 980.000 m<sup>2</sup> und ein **technisches Gesamtpotenzial von ca. 170 GWh/a** unter der Annahme einer Ost-West Ausrichtung mit 10° Aufständigung bei Flachdächern und einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 22% auf. Die potenziell zu installierende Spitzenleistung liegt bei 210 MWp. Allerdings bezieht sich das theoretische Gesamtpotenzial auf die Bruttodachfläche, durch Störobjekte und Verschattungen verringert sich das Potenzial entsprechend. Ebenfalls sind nicht alle Dachflächen in Anbetracht ihrer Ausrichtung, Neigung und Dachbeschaffenheit gleichermaßen geeignet. Eine ökonomisch sinnvolle Auslegung von PV-Aufdachanlagen für die Anlagenbesitzer sieht ebenfalls keine Vollbelegung der Hausdächer vor. Die Einschätzung der Eignung der Dachflächen auf Grundlage des Denkmalschutzes oder des Zustands des Dachstuhls sind in der Betrachtung nicht inkludiert. Denkmalschutz ist nicht zwangsläufig ein Ausschlusskriterium für Solaranlagen, bringt allerdings erschwerende Umstände mit sich. Aufgrund der tendenziell alten Gebäudestrukturen wird auch davon ausgegangen, dass einige Dachstühle für Solaranlagen nicht geeignet sind. Das technische Potenzial wird aus diesen Gründen wesentlich geringer ausfallen.

Für FFPVA liegen die gleichen Potenzialflächen wie für Freiflächen Solarthermieranlagen vor. Auf einer für Solarenergie geeigneten Fläche von ca. 405 ha ergibt sich ein **technisches Potenzial von rund 700 GWh/a** unter der Annahme einer Ost-West Ausrichtung mit 10° Aufständigung bei Flachflächen und einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 22%. Die potenziell zu installierende Spitzenleistung liegt etwa bei 740 MWp. FFPVA stehen dabei in direkter Konkurrenz mit Solarthermie Anlagen und Windkraftanlagen.

### **Windkraft**

In der aktuellen Fassung des Raumordnungsplans der Planungsgemeinschaft Mittelrhein-Westerwald sind in der Verbandsgemeinde Altenahr Vorranggebiete zur Windenergienutzung von insgesamt 91 ha ausgewiesen. Basierend auf diesen Flächen und unter Nutzung des flächenspezifischen Energieertrags für Windenergie von 62 kWh/m<sup>2</sup> aus Abbildung 19 ergibt dies etwa ein **technisches Potenzial von 56 GWh/a**. Der Referenzwert aus Abbildung 19 bezieht sich allerdings auf einen der größten Onshore-Windparks Deutschlands in Sachsen-Anhalt. Die Windbedingungen sowie topografischen Gegebenheiten sind somit nicht identisch. Bei beabsichtigter Projektentwicklung müssen die Standorte einzeln geprüft werden. Die Vorranggebiete zur Windenergienutzung sind in Abbildung 23 dargestellt. [40]

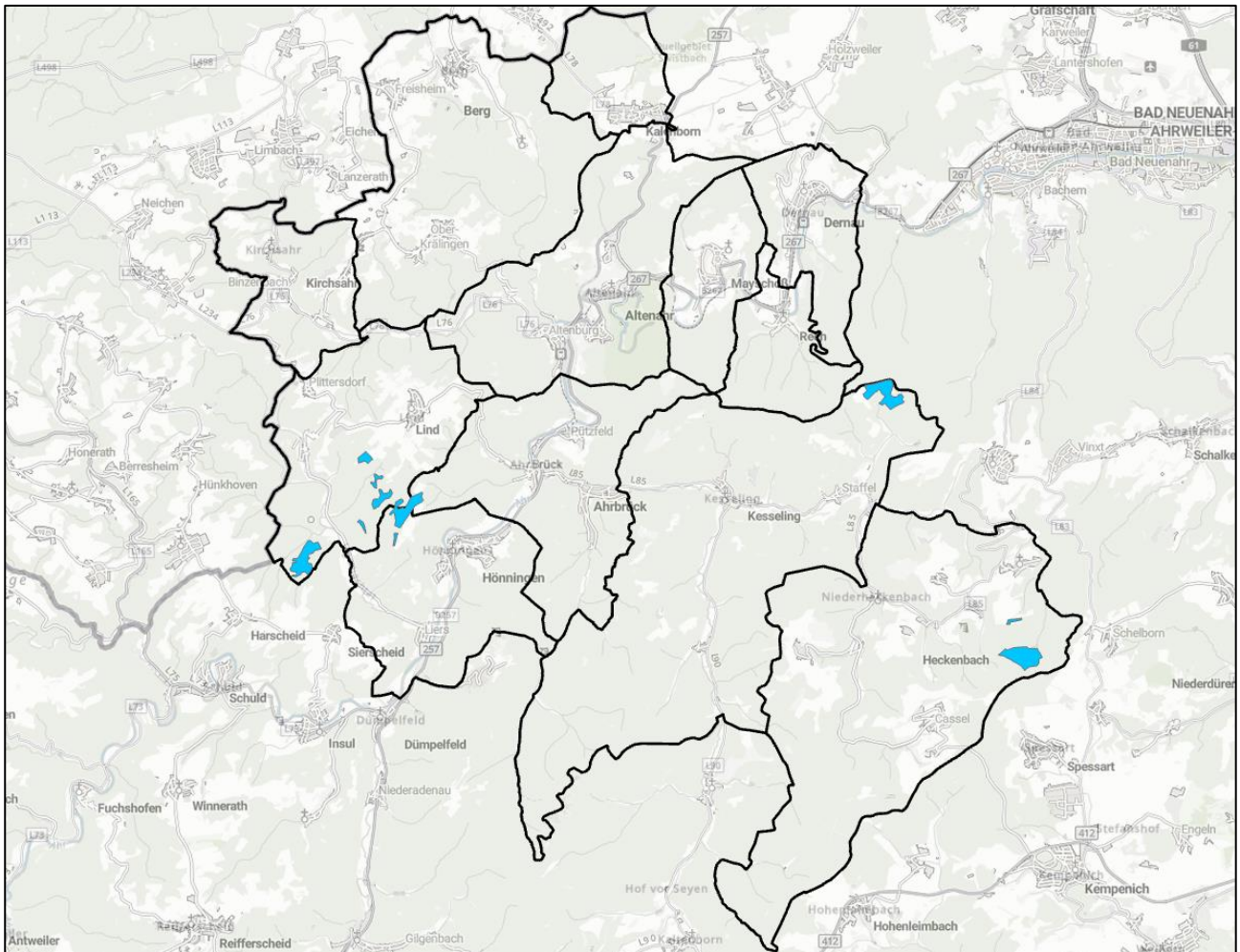


Abbildung 23: Potentialfläche Wind Altenahr

## **Power-to-Heat**

Erneuerbare Stromerzeugung aus Solarstrahlung und Windenergie unterliegt tageszeitlicher, jahreszeitlicher und wetterbedingter Schwankungen. Zum Ausgleich und zur Stabilisation des Stromnetzes kann der überschüssige Strom aus Erneuerbaren Energien in thermische Energie umgewandelt und für Heizzwecke genutzt werden. Dies kann beispielsweise über dezentrale elektrische Heizungen, wie Wärmepumpen oder Nachtspeicherheizungen realisiert werden. Allerdings müssen diese Heizungen für eine Stromnetzunterstützung über eine entsprechende Regelungstechnik verfügen. Wärmepumpen können auch als Heizzentrale zur Versorgung von Wärmenetzen eingesetzt werden. Eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung ist mit solchen elektrischen Wärmeerzeugern allerdings nur möglich, sobald der verwendete Strommix durch 100% erneuerbare Energien gedeckt ist.

Zum Ausgleich negativer Residuallasten können Power-to-Heat Kessel installiert werden. Die Technologie ist entsprechend simpel und gleicht der eines heimischen Durchlauferhitzers. Die entstehende Wärme kann ebenfalls einem Fernwärmenetz zugeführt werden.

### **4.3.7 Speichertechnologien**

Neben dem örtlichen Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch durch Wärme- und Gasnetze ist auch die Berücksichtigung des zeitlichen Ausgleichs durch Speichertechnologien notwendig. Da die Erzeugung von Wärme je nach Technologie jahreszeitlichen und wetterbedingten Schwankungen unterliegt, sind entsprechende Speicherkapazitäten notwendig, um diese Schwankungen auszugleichen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen zentralen und dezentralen Speichermöglichkeiten sowie zwischen kurzfristigen Pufferspeichern und saisonalen Speichern. In

Tabelle 9 werden die Notwendigkeiten und sinnvollen Möglichkeiten der Energiespeicherung für verschiedene Technologien der regenerativen Wärmeerzeugung aufgezeigt. Ein ausgewiesenes Speicherpotenzial ist an



dieser Stelle nicht zielführend. Im Zuge der Maßnahmenentwicklung werden notwendige Speicherkapazitäten mit eingeplant.

Tabelle 9: Erläuterung von Speichermöglichkeiten und Notwendigkeiten für verschiedene Technologien der Wärmeerzeugung

Erzeugungstechnologie	Speichertyp	Erläuterungen
Freiflächen-Solarthermie	Saisonal, zentral	Aufgrund der Abhängigkeit von der solaren Einstrahlung stellen großflächige Solarthermieanlagen vor allem im Sommer und am Tag hohe Wärmemengen zur Verfügung. Diese Zeiträume decken sich allerdings kaum mit den Zeiten erhöhter Wärmenachfrage. Aus diesem Grund ist es in solaren Wärmenetzen, für den Fall, dass der solare Deckungsanteil entsprechend hoch ist, sinnvoll durch einen saisonalen Speicher die Wärmemengen aus dem Sommer im Winter zu nutzen und gleichzeitig tageszeitliche Schwankungen auszugleichen. Die Speicherung wird entweder durch Behälter, Erdbecken, Erdsonden oder Aquiferspeicher realisiert. Die Technologien haben unterschiedliche Flächenbedarfe und Vor- und Nachteile. Die Wahl des richtigen Speichers muss individuell geprüft werden. In Deutschland sind saisonale Wärmespeicher noch eine Seltenheit. In Dänemark hingegen sind diese schon fester Bestandteil der Energieinfrastruktur, wie der weltgrößte Erdbeckenspeicher in Vojens mit einem Fassungsvermögen von 210.000 m <sup>3</sup> Wasser. [41] Sollte der Wärmebedarf allerdings selbst im Sommer höher sein als die Wärmeerzeugung und der solare Deckungsanteil entsprechend niedrig, so ist kein Langzeitspeicher notwendig
Solarthermische Aufdachanlagen, Dezentrale Wärmepumpen	Pufferspeicher, dezentral	Für dezentrale Solarthermieanlagen, die vor allem zur Unterstützung der Warmwasserbereitung eingesetzt werden, ist der Einsatz eines Pufferspeichers sinnvoll, um den Nutzungsgrad der Anlage zu erhöhen. Gleiches gilt für eine Wärmepumpenheizung.
Geothermie	Kein Speicher notwendig	Oberflächennahe und tiefe geothermische Wärme steht ganzjährig auf einem konstanten Niveau zur Verfügung. Hier ist ein Speicher nicht notwendig oder höchstens zur regelungstechnischen Pufferung. Allerdings können im Untergrund auch Wärmemengen gespeichert werden, sollte es aufgrund von Abwärme oder solarer Wärme einen Anwendungsfall dafür geben. Durch die isolierenden Eigenschaften der Gesteinsschichten können Wärmemengen über mehrere Monate gespeichert werden. [42]
Abwasserwärme oder Umweltwärme mit zentraler Wärmepumpe	Pufferspeicher, zentral	Eingesetzt in Wohnanlagen ist für eine Abwasserwärmerückgewinnung aufgrund des diskontinuierlichen Abwasserflusses eine Zwischenspeicherung in der Regel sinnvoll. Am Markt gibt es auch bereits zuverlässige Systeme. In

Erzeugungstechnologie	Speichertyp	Erläuterungen
		der Kanalisation oder beim Einbau bei einer Kläranlage steht stets genügend Abwasser zur Verfügung. Das Temperaturniveau des Abwassers in der Kanalisation schwankt im Jahr etwa zwischen 20°C und 30°C. Den Einsatz eines saisonalen Wärmespeichers rechtfertigt diese Temperaturdifferenz von 10 K nicht. [43] [44, p. 4] Das gleiche gilt für Niedertemperatur-Umweltwärmequellen wie Gewässer. Auch wenn die Temperaturdifferenz größer ausfällt, ist ein ökonomisch sinnvoller Einsatz von saisonalen Wärmespeichern fraglich
Wasserstoff	Saisonal, zentral	Ein großer Vorteil von regenerativ erzeugten Gasen ist die langfristige und einfache Speicherung. Wasserstoff kann unter Hochdruck in Drucktanks oder unterirdischen Poren- und Kavernenspeichern ohne nennenswerte Verluste gespeichert werden. Deutschland verfügt über ein gesamtes Fassungsvermögen von 23 Milliarden Kubikmetern Gas. Diese sind allerdings aktuell für die Speicherung von Erdgas vorgesehen. Dennoch ist der Ausbau einer Speicherinfrastruktur für Wasserstoff entsprechend einfach. [45]

## 4.4 Zusammenfassung der Potenziale

Die Potenziale durch Energieeinsparung und regenerative Energieerzeugung sind in Tabelle 10 sowie in Abbildung 24 (Wärme) und Abbildung 25 (Strom) dargestellt. Tabelle 10 führt zudem das Potenzialniveau und ggfs. relevante Annahmen auf. In Abbildung 26 sind die Potenzialradien für die solarthermischen Potenzialflächen und die Kläranlage in Dümpelfeld dargestellt.

### Solarenergie

Für das Potenzial von Aufdach-Photovoltaik und Aufdach-Solarthermie wurde nur die Bruttodachfläche mit einbezogen, somit konnten nicht alle Verlustmechanismen berücksichtigt werden.

Für das Potenzial von Freiflächenanlagen wurden Ertragsdaten von Referenzanlagen genutzt und mit den identifizierten Flächen der Freiflächen-PV Studie aus dem Jahr 2024 verrechnet.

### Erneuerbare Gase

Für erneuerbare Gase wurde kein Potenzial identifiziert. Da in der Verbandsgemeinde keine industriellen Prozesswärmebedarfe vorhanden sind und auch das Wasserstoffkernnetz nicht durch die VG verlaufen wird, ist der Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur nicht sinnvoll. Die eigene Erzeugung von Wasserstoff ist ebenfalls ökonomisch nicht sinnvoll.

### Windkraft

Das Potenzial wurde durch die Vorranggebiete zur Windenergienutzung des Raumordnungsplans der Planungsregion Mittelrhein-Westerwald abgeschätzt. Das Potenzial wurde mit Referenzwerten eines anderen Onshore-Windparks in Sachsen-Anhalt verrechnet. Die Windbedingungen sowie topografischen Gegebenheiten sind somit nicht identisch

## **Biomasse**

Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wurden nur Potenziale zur Nutzung von Abfall- und Reststoffe oder regionale Potenziale, die sowieso anfallen betrachtet. In dieser Kategorie konnten keine weiteren Potenziale identifiziert werden.

## **Umweltwärme**

Das Potenzial zur Nutzung von Umweltwärme beschränkt sich in der Verbandsgemeinde auf den Einsatz von Luftwärmepumpen, da für Flusswasserwärmepumpen kein ausreichender Wasserlauf zur Verfügung steht. Das Potenzial zur Nutzung von Luftwärmepumpen wird an dieser Stelle nicht näher quantifiziert.

## **Abwasserwärme**

Aufgrund des Zustands des Abwassernetzes und einiger Fehllanschlüsse ergeben sich aktuell bis zu 900% Fremdwassermengen, was einen erheblichen Sanierungsbedarf nach sich zieht. Die reinen Trockenwetterabflüsse in den Ortsgemeinden liegen lediglich bei 5-15 l/s und sind somit nicht ausreichend für einen rentablen Betrieb vor Abwasserwärmeanlagen.

Zukünftig wird keine große Kläranlage in der Verbandsgemeinde Altenahr betrieben.

Lediglich in der Näher der künftig restaurierten und erweiterten Kläranlage in Dümpelfeld in der Verbandsgemeinde Adenau ist eine entsprechende Anwendung für den Betrieb eines kleinen Nahwärmenetzes denkbar.

## **Geothermie**

Aufgrund fehlender Daten konnten keine Geothermie Potenziale quantifiziert werden. Durch die Online-Karten des Landesamtes für Geologie und Bergbau konnten allerdings Gebiete identifiziert werden, die sich aufgrund der voraussichtlichen Ergiebigkeit und wasserrechtlichen Einschätzung tendenziell für den Einsatz geothermischer Anlagen eignen.

## **Abwärme**

Es konnte kein Potenzial zur Nutzung industrieller Abwärme identifiziert werden.

## **Energieeinsparung und Sanierung**

Es wurde ein durchschnittliches Sanierungspotenzial angenommen und anhand der Baualtersklassen sinnvoll auf das Untersuchungsgebiet verteilt.

## **Gesamt**

Das gesamte regenerative Wärmepotenzial (Erzeugung und Reduktion) liegt bei etwa 1.334 GWh/a und das gesamte regenerative Strompotenzial etwa bei 926 GWh/a. Allerdings stehen viele Technologien und Potenziale in Konkurrenz zueinander, wie beispielsweise Solarthermie, Photovoltaik, Windkraft, sodass allein aus diesem Grund eine volle Ausschöpfung des Potenzials nicht möglich ist. Einige Potenziale sind nicht quantifizierbar, wie das Potenzial zur Nutzung von Umweltwärme oder geothermischer Wärme.

Tabelle 10: Zusammenfassung der Potenziale der verschiedenen Anwendungen samt Potenzialniveau und Anmerkungen

Anwendung	Potenzial [GWh/a]	Potenzialniveau	Anmerkungen/ Annahmen
Sanierung	64	Technisches Potenzial	Sanierungsrate von 100%
Unvermeidbare Abwärme	0	Kein Potenzial	Kein Potenzial in der VG verfügbar
Solarthermie Aufdachanlagen	520	Technisches Potenzial	Studie Solarkataster. Bezieht sich aber nur auf Bruttodachfläche
Solarthermie Freifläche	750	Technisches Potenzial	Mögliche Erträge wurden durch Referenzanlagen hochgerechnet.

Anwendung	Potenzial [GWh/a]	Potenzialniveau	Anmerkungen/ Annahmen
Geothermie	-	Nicht quantifizierbar	Potenzial konnte nicht quantifiziert werden
Luftwärmepumpe	-	Nicht quantifizierbar	Potenzial konnte nicht quantifiziert werden
Biomasse	0	Kein Potenzial	Kein Potenzial aufgrund fehlender regionaler Ressourcen
Abwasser	0	Technisches Potenzial	Zukünftig kein Betrieb einer Kläranlage in Altenahr. Zu hohe Fremdwassermassen im Kanalnetz
Erneuerbare Gase	0	Kein Potenzial	Kein Potenzial in der VG zur Betreibung eines Wasserstoffnetzes verfügbar, da kein Prozesswärmebedarf vorhanden ist und die eigene Herstellung von Wasserstoff nicht ökonomisch darstellbar ist.
Photovoltaik Aufdachanlagen	170	Technisches Potenzial	Studie Solarkataster. Bezieht sich aber nur auf Bruttodachfläche
Photovoltaik Freifläche	700	Technisches Potenzial	Mit Referenzanlage aus Flächen des Solarkatasters hochgerechnet.
Windenergie	56	Technisches Potenzial	Mit Referenzanlage aus Flächen der Analyse des Landesministeriums des Innern und für Sport hochgerechnet.
<b>Gesamtes Wärmepotenzial</b>	<b>1.334</b>		
<b>Gesamtes Strompotenzial</b>	<b>926</b>		

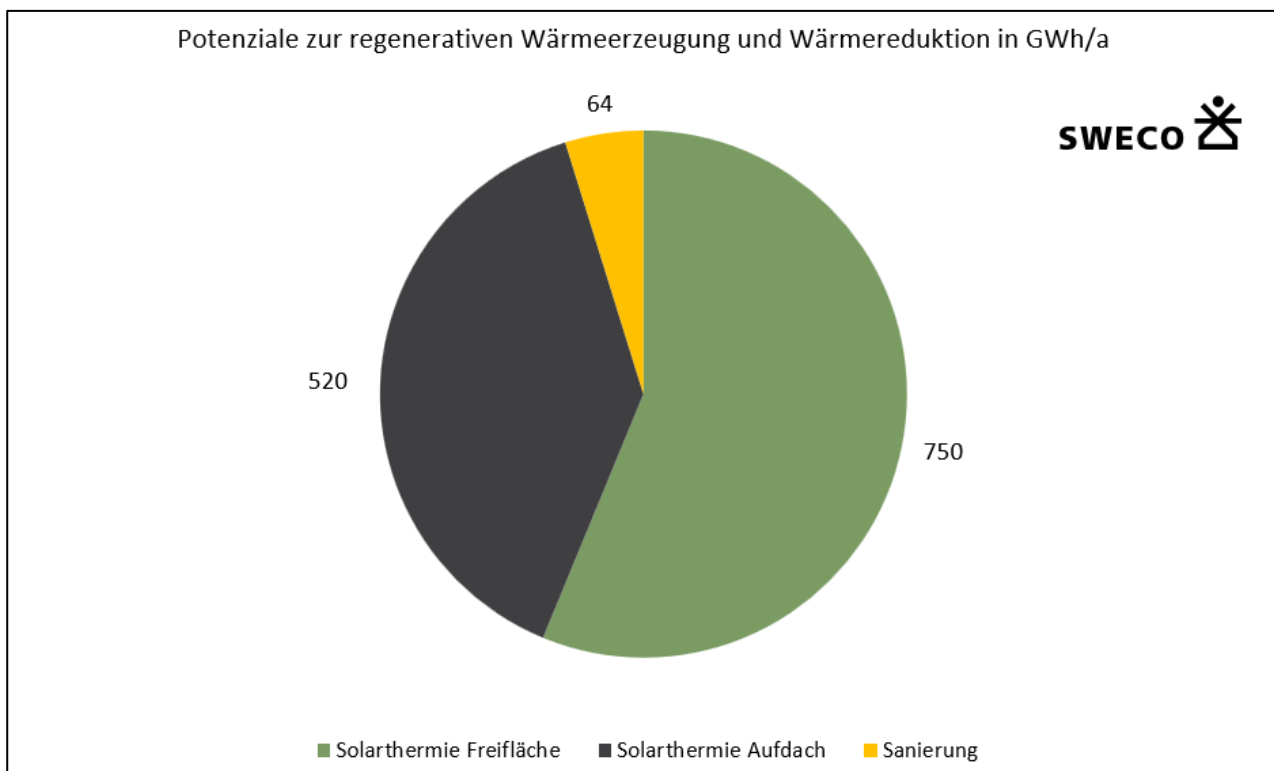


Abbildung 24: Potenziale zur regenerativen Wärmeerzeugung und Wärmereduktion in GWh/a.

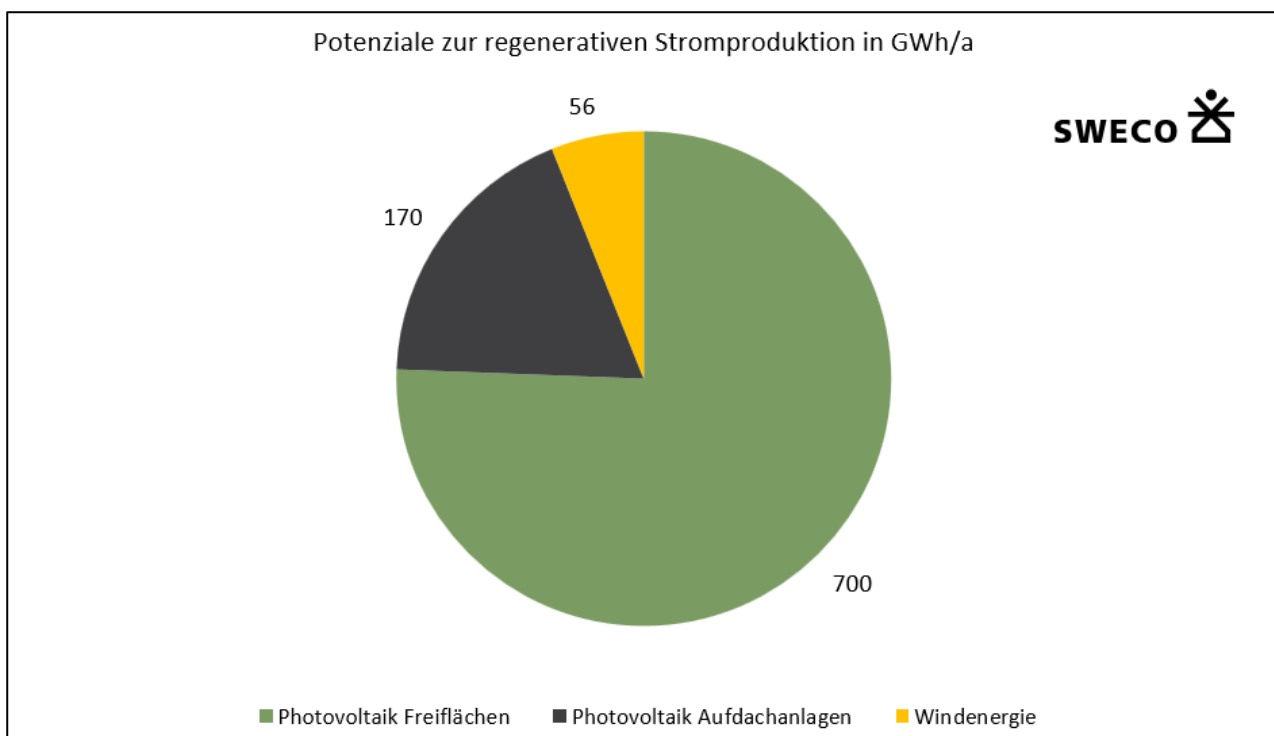


Abbildung 25: Potenziale zur regenerativen Stromproduktion in GWh/a.

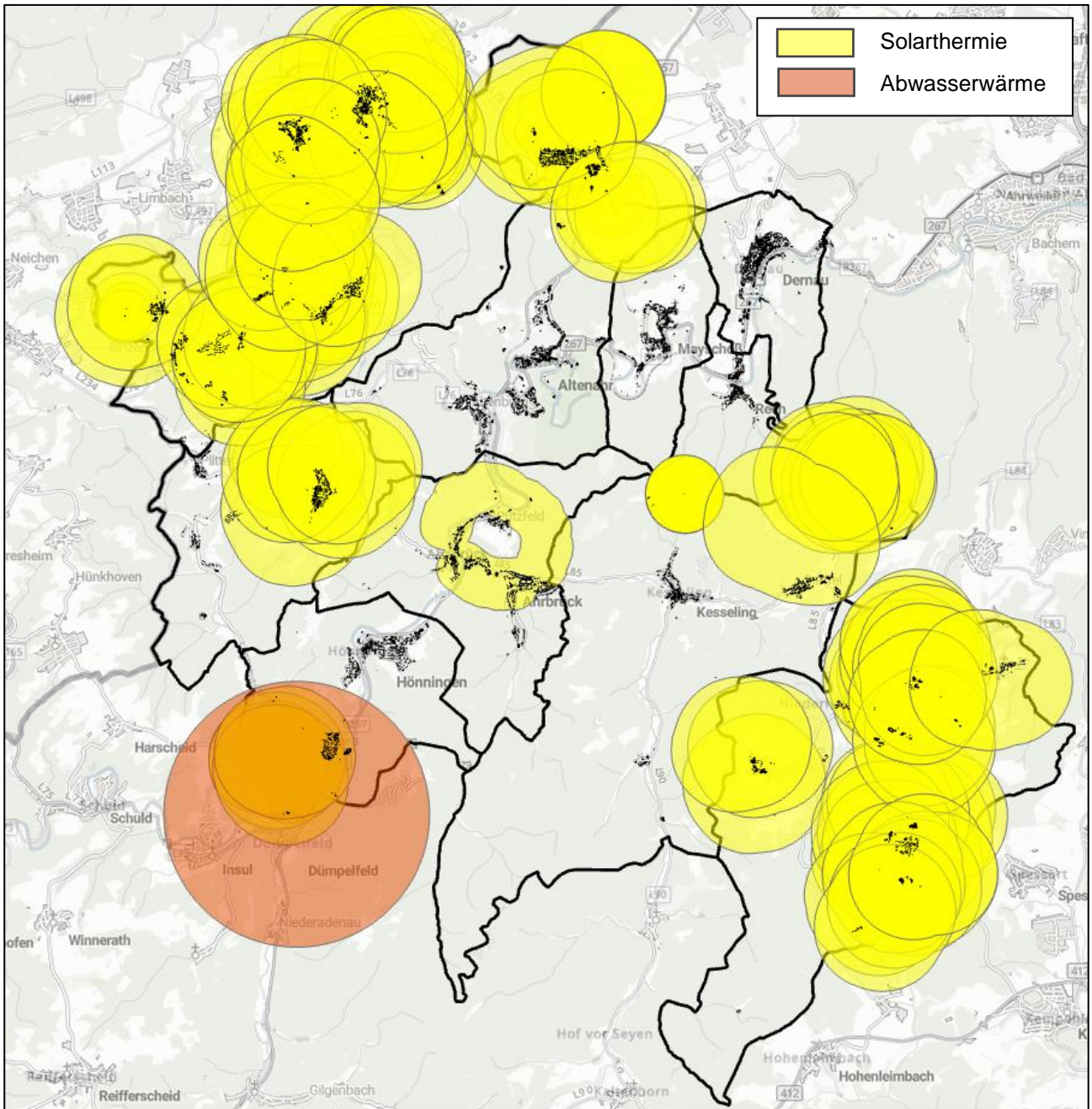


Abbildung 26: Darstellung der Potenzialradien zur Erzeugung von regenerativer Wärme



## 5 Szenarienentwicklung

Zur Entwicklung eines Zielszenarios mit dem Ziel der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung im Jahr 2045 werden die Wärmeverbräuche und Potenziale zur regenerativen Wärmeerzeugung sowie weitere Daten aus der Bestandsanalyse miteinander verschnitten. Mittels eines methodischen Vorgehens wird eine gebäudescharfe Bewertung der Eignung verschiedener Wärmeversorgungsarten durchgeführt, um so Eignungsgebiete zu definieren. Mithilfe dieser Eignungsbewertung wird in Abstimmung mit den Fachakteuren im Szenarien- und Maßnahmenworkshop sowie mit dem Auftraggeber ein gemeinsames Zielszenario abgeleitet.

### 5.1 Methodik

Gebäude können in Zukunft entweder durch ein Wärmenetz, ein mit grünem Wasserstoff oder anderen erneuerbaren Gasen gespeistes Gasnetz oder dezentral z.B. über Wärmepumpen, Biomasseheizungen und Solarthermie, mit regenerativer Wärme versorgt werden. Die angewendete Methodik zur gebäudescharfen Eignungsbewertung dieser Wärmeversorgungsarten orientiert sich an dem Leitfaden des Kompetenzzentrums kommunale Wärmewende (KWW). Die Bewertungskategorien, in denen die Wärmeversorgungsarten für die jeweiligen Gebäude bewertet werden, sind die **Wärmegestehungskosten, das Realisierungsrisiko, die Versorgungssicherheit und die kumulierten Treibhausgasemissionen**, die auch in §18 Absatz 1 des Wärmeplanungsgesetzes Anwendung finden. Die Bewertung in einer Kategorie findet anhand verschiedener Indikatoren statt. Bei den Kategorien Wärmegestehungskosten und kumulierte Treibhausgasemissionen handelt es sich um eine qualitative Bewertung. Eine quantitative Berechnung dieser Werte findet erst für das Zielszenario beziehungsweise in den Maßnahmen Anwendung. In Abbildung 27 wird der Bewertungsvorgang schematisch dargestellt.

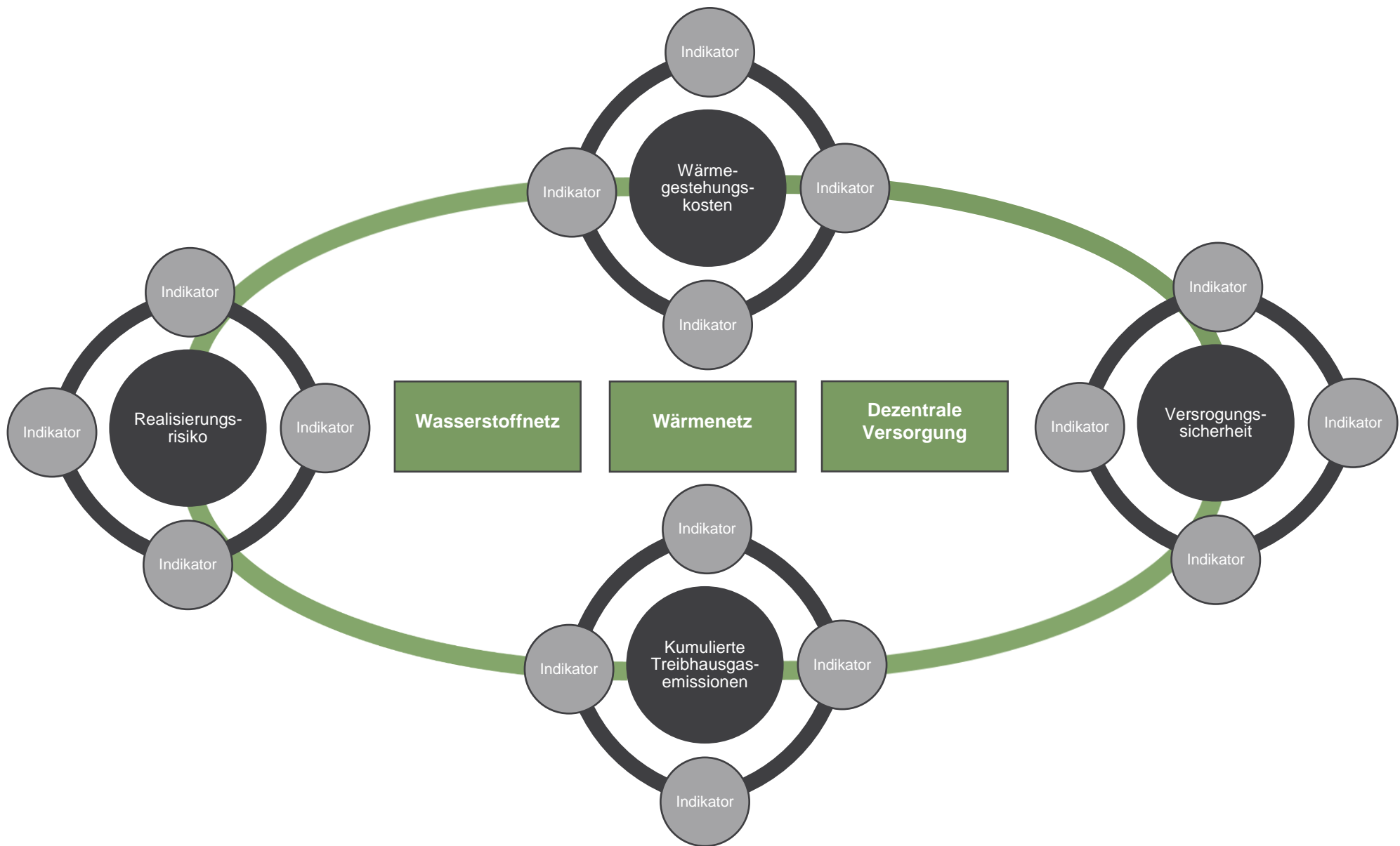


Abbildung 27: Bewertungsschema mit Wärmeversorgungsarten, Bewertungskategorien- und Indikatoren

### 5.1.1 Gewichtung der Indikatoren

In Tabelle 11 werden die Indikatoren für die Bewertungskategorien aufgeführt. Da die Kategorien Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit Schnittmengen und gemeinsame Indikatoren aufweisen, werden sie gemeinsam bewertet. Einige der Indikatoren können gebäudescharf bewertet werden, wie unter anderem die Wärmedichte, die Nähe zu regenerativen Erzeugungsquellen und die Nähe zu potenziellen Ankerkunden. Andere Indikatoren beziehen sich, insbesondere aufgrund der Datengrundlage, auf das gesamte Untersuchungsgebiet. Beispielsweise könnte durch Informationen über die in der Straße bereits verlegte Infrastruktur (Wasserleitungen, Telekommunikation) und den verfügbaren Platz für neue Leitungen, die Indikatoren spezifischer Investitionsaufwand für neue Infrastruktur und Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur in einzelnen Straßenzügen bewertet werden. Diese Daten liegen im Rahmen der KWP allerdings nicht vor und müssen in nachfolgenden Planungsprozessen betrachtet werden.

Tabelle 11: Auflistung der Indikatoren für die einzelnen Bewertungskategorien

Wärmegestehungskosten	Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit	Kumulierte Treibhausgasemissionen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmedichte</li> <li>Potenzial regenerativer Wärmeerzeugung</li> <li>Potenzielle Ankerkunden</li> <li>Erwartbarer Anschlussgrad</li> <li>Langfristiger Prozesswärmebedarf</li> <li>Vorhandensein Wärmenetze</li> <li>Vorhandensein Gasnetze</li> <li>Spezifischer Investitionsaufwand Infrastruktur</li> <li>Investitionskosten Anlagentechnik</li> <li>Preisentwicklung</li> <li>Sanierungspotenzial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur</li> <li>Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen</li> <li>Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen</li> <li>Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Qualitativer Vergleich der bis zum Zieljahr emittierten Treibhausgase durch die Wärmeversorgung</li> </ul>

Die Indikatoren und die Bewertungskategorien erhalten ebenfalls unterschiedliche Gewichtungen. Der Schwerpunkt der Bewertung für die Versorgung mit einem Wärmenetz liegt vor allem auf der Wärmedichte sowie der Nähe zu regenerativen Wärmeerzeugungsquellen. Für die Bewertung der Versorgung durch erneuerbare Gase liegt der Schwerpunkt vor allem auf dem langfristigen Prozesswärmebedarf und für die Bewertung der Dezentralen Versorgung auf der Wärmedichte und dem Sanierungspotenzial.

Der Indikator *spezifische Investitionsaufwand für Infrastruktur* geht nur mit einer geringen Gewichtung in die Bewertung ein, da aufgrund fehlender Daten nur eine sehr grobe Abschätzung getroffen werden kann. Der erwartbare Anschlussgrad ist mit viel Unsicherheit behaftet und ist abhängig von den zukünftig getroffenen Maßnahmen der VG, um die Akzeptanz der Bürger\*innen für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung zu erhöhen. Der Indikator *Investitionskosten Anlagentechnik* bezieht sich auf die Kosten für die Heizungstechnologie beim Endkunden. In Tabelle 12 sind die einzelnen Gewichtungen der Indikatoren in den jeweiligen Bewertungskategorien, sowie die Gewichtungen der Bewertungskategorien für die jeweiligen Wärmeversorgungsarten aufgeführt. Die Wärmegestehungskosten fließen mit 70%, Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit mit 25% und die kumulierten Treibhausgasemissionen mit 5% in die Bewertung ein.

Tabelle 12: Gewichtungen der einzelnen Bewertungsindikatoren für die jeweiligen Wärmeversorgungsarten

Indikator	Wärmenetz	Erneuerbare Gase	Dezentrale Versorgung
Wärmedichte	30%	0%	35%
Potenzial regenerativer Wärmeerzeugung	25%	0%	0%
Potenzielle Ankerkunden	10%	0%	0%
Erwartbarer Anschlussgrad	15%	0%	0%
Langfristiger Prozesswärmebedarf	0%	40%	0%
Vorhandensein von Wärmenetzen	10%	0%	5%
Spezifischer Aufwand Infrastruktur	5%	15%	5%
Investitionskosten Anlagentechnik	3%	10%	10%
Preisentwicklung	2%	35%	5%
Sanierungspotenzial	0%	0%	40%
<b>Gewichtungsfaktor Wärmegestehungskosten</b>	<b>70%</b>		
Indikator	Wärmenetz	Erneuerbare Gase	Dezentrale Versorgung
Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur	33,3%	25%	33,3%
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	0%	25%	0%
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	33,3%	25%	33,3%
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	33,3%	25%	33,3%
<b>Gewichtungsfaktor Realisierungsrisiko und Versorgungssicherheit</b>	<b>25%</b>		
<b>Gewichtungsfaktor Treibhausgasemissionen</b>	<b>5%</b>		

### 5.1.2 Bewertung der Indikatoren

Für jeden Indikator wird die Eignung qualitativ in die Eignungsstufen **hohe Eignung, mittlere Eignung und niedrige Eignung** eingestuft. Die Indikatoren werden dann mit Punktzahlen versehen, mit den Gewichtungen verrechnet und so in die Stufen **sehr wahrscheinlich geeignet, wahrscheinlich geeignet, wahrscheinlich ungeeignet und sehr wahrscheinlich ungeeignet** nach §19 des WPG eingeteilt. Die Endbewertung jedes Gebäudes wird wiederum in eine Punktzahl transformiert und im Anschluss ein Durchschnittswert in den einzelnen Baublöcken berechnet, um so jeden Baublock mit einer Endbewertung der Eignung der drei Wärmeversorgungsarten zu versehen. Die Bewertungen der Wärmeversorgungsart Erneuerbare Gase beziehen sich hauptsächlich auf den Einsatz von grünem Wasserstoff, da eine flächendeckende Versorgung durch Biomethan oder synthetisches Methan nicht realistisch ist.

### Allgemeine Indikatoren

Die gewählten Eignungsstufen der Indikatoren, die für alle Gebäude des Untersuchungsgebiets gleich bewertet werden, sind in Tabelle 13 aufgelistet und werden nachfolgend näher beschrieben.

Tabelle 13: Bewertung der Indikatoren, die nicht gebäudescharf bewertet werden.

Indikator	Wärmenetz	Wasserstoff	Dezentrale Versorgung
Spezifischer Investitionsaufwand Infrastruktur	Niedrige Eignung	Niedrige Eignung	Hohe Eignung
Investitionskosten Anlagentechnik	Mittlere Eignung	Mittlere Eignung	Niedrige Eignung
Preisentwicklung Energieträger	Mittlere Eignung	Niedrige Eignung	Mittlere Eignung
Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur	Niedrige Eignung	Niedrige Eignung	Hohe Eignung
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen	-	Niedrige Eignung	Hohe Eignung
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen	Mittlere Eignung	Niedrige Eignung	-
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	Hohe Eignung	Niedrige Eignung	Hohe Eignung
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Mittlere Eignung	Niedrige Eignung	Hohe Eignung

**Spezifischer Investitionsaufwand Infrastruktur:** Aufgrund nicht vorliegender Daten zur Belegung des Untergrunds der Straßen kann dieses Kriterium nicht georeferenziert betrachtet werden. In der quantitativen Berechnung der Kosten des Zielszenarios und der anschließenden Maßnahmen wird der Versiegelungsgrad des Untergrunds allerdings berücksichtigt. Für die qualitative Bewertung wird daher das ganze Untersuchungsgebiet gleichermaßen berücksichtigt. Der Aufwand für den Neuaufbau einer Wärmenetzinfrastruktur oder Gasinfrastruktur wird hoch eingeschätzt, da dafür großflächige Straßenarbeiten notwendig sind.

Der Aufwand zum Ausbau des Stromnetzes für die dezentrale Versorgung wird im Vergleich zu den anderen Versorgungsarten am geringsten eingeschätzt, da hier die bestehende Infrastruktur lediglich ausgebaut und vor allem smarter gestaltet werden muss. Nichtsdestotrotz ist die Transformation des Stromnetzes im Zuge der Elektrifizierung der Wärmeversorgung und der Mobilität eine anspruchsvolle Aufgabe.

**Investitionskosten Anlagentechnik:** Bei diesem Indikator wurden die herkömmlichen Preise von Wärmepumpen, Gasthermen und Hausanschlussstation bei einer Umstellung auf Fernwärme miteinander verglichen. Aktuell liegt die Wärmepumpe auf einem hohen Preisniveau, wobei mit starker Verbreitung der Technologie auch eine entsprechende Degression zu erwarten ist. Bei Anschluss an ein Wasserstoffnetz ist eine Gastherme, auch wenn sie als H<sub>2</sub>-ready betitelt werden, nicht unbedingt ausreichend, da diese Heizungen häufig nur mit einem Gasgemisch mit einem Wasserstoffanteil von 20-30% betrieben werden können. Für einen Betrieb mit 100% grünem Wasserstoff sind Brennwertheizungen nötig, die in der Beschaffung noch recht teuer sind, allerdings etwas günstiger als aktuelle Wärmepumpenpreise. Insofern wurde die Eignung für Wasserstoff als mittel und die Eignung für eine dezentrale Versorgung als niedrig eingestuft. Die Kosten für die Umstellung auf eine Fernwärmeheizung fallen individuell aus, liegen allerdings eher auf dem Niveau einer neuen Gastherme und daher wird die Eignung ebenfalls als mittel eingestuft. [46]

**Preisentwicklung Energieträger:** Die eigene Herstellung von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien in Deutschland ist nicht konkurrenzfähig, insbesondere vor dem Hintergrund mangelnder Kapazitäten erneuerbarer Energien. Dies liegt daran, dass Deutschland im internationalen Vergleich kein günstiger Standort für Solar- und Windenergie ist und hohe Wasserstoffbedarfe für die Industrie im Inland vorherrschen. Der Erzeugungspreis für grünen Wasserstoff in Deutschland schwankt aktuell zwischen 9 und 11 Cent/kWh. Wie die Preise und Verfügbarkeiten bei einem zukünftigen Import aussehen werden, ist aktuell schwierig abzuschätzen und es gibt hohe Unsicherheiten in den vorliegenden Prognosen, wie beispielsweise bei der Prognose

des DVGW [47]. Daher wurde zunächst ein hoher Preispfad angenommen und somit ein konservativer Fall abgebildet. Dieses Kriterium beeinflusst die Eignung der zukünftigen Wärmeversorgung durch Wasserstoff stark und sollte regelmäßig geprüft werden. Da die Abhängigkeit vom Weltmarkt bei Import von grünem Wasserstoff am höchsten ist, wird dieser Aspekt für die Bewertung der Eignung eines Wasserstoffnetzes höher bewertet als beim Energieträger Strom. [48]

Für die dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen und die Versorgung über ein Wärmenetz ist die Preisentwicklung des Energieträgers Strom relevant. Es gibt viele Studien und Ansätze zur Prognose der zukünftigen Entwicklung des Strompreises. Für die Berechnung der Maßnahmen wurde sich für einen mittleren Preispfad entschieden, der ein konstantes Preisniveau bis 2045 annimmt.

**Risiken hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur:** Ähnlich wie schon bei der Bewertung der spezifischen Investitionskosten ist dieser Indikator für den Aufbau eines Wärmenetzes oder eines Gasnetzes mit einer niedrigen Eignung zu versehen, da der Aufwand und die Erfordernisse beim Aufbau einer neuen Infrastruktur sehr hoch sind und die Datenlage bezüglich der Belegung des Untergrundes nicht ausreichend ist.

Gemäß §11 Absatz 1 Satz 1 EnWG in Verbindung mit §14a EnWG zur Integration von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen und steuerbaren Netzanschlüssen sind Netzbetreiber verpflichtet, Stromverteilnetze entsprechend zu optimieren. Diese Optimierung wird im Zuge der Wärmeplanung als grundsätzliche Voraussetzung angenommen [49, p. 87]

**Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit erforderlicher vorgelagerter Infrastrukturen:** Lokale Wärmenetze verfügen über keine bzw. eine geringfügige vorgelagerte Infrastruktur bezüglich der Wärmeerzeugung. Daher wird dieser Indikator für Wärmenetze nicht bewertet. Ob eine Anbindung an das Wasserstoffkernnetz über die Leerrohrtrasse möglich ist, muss zunächst geprüft werden. Ebenfalls ist bei einem solch großen Infrastrukturprojekt der Zeitpunkt des Aufbaus und die tatsächliche Lage des Wasserstoffkernnetzes noch nicht 100% sicher. Daher wird das Risiko der rechtzeitigen Verfügbarkeit der erforderlichen vorgelagerten Infrastruktur als hoch eingestuft. Bei Stromnetzen kann aufgrund nationaler Vorgaben sowie europäischer Anforderungen davon ausgegangen werden, dass die lokale Versorgung durch Übertragungsnetze langfristig gesichert ist. [49, p. 87]

**Risiken hinsichtlich rechtzeitiger lokaler Verfügbarkeit von Energieträgern oder Erschließung lokaler Wärmequellen:** Dieser Indikator ist nur für Wärme- und Gasnetze relevant. Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung wird eine regenerative Stromversorgung bis hin zum Jahr 2045 als Grundvoraussetzung angenommen.

Die lokale Verfügbarkeit von Wärmequellen für den Betrieb eines Wärmenetzes in der Verbandsgemeinde beschränkt sich vor allem auf Solarenergie und Geothermie. Dabei ist für Geothermie ein Fündigkeitsrisiko zu erwarten. Ebenfalls gibt es nur selten Solar-Potenzialflächen in der Nähe der Verbrauchsschwerpunkte. Daher wurde die Eignung als mittel bewertet.

Für die Bewertung der Verfügbarkeit von erneuerbaren Gasen in Zukunft ist aufgrund des hohen Wasserstoffbedarfs und der begrenzten Verfügbarkeit erneuerbaren Stroms in Deutschland ein hoher Anteil an Importen zu erwarten. Es ist unsicher welche Mengen in Zukunft bezogen werden können und zunächst werden die Industriebedarfe in Deutschland bevorzugt. Da es in der Verbandsgemeinde keine entsprechenden Industriebedarfe gibt wird der Wert mit niedriger Eignung versehen.

**Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen:** Da der Betrieb eines Wärmenetzes nicht vom Energiemarkt oder anderen vorgelagerten Energieinfrastrukturen abhängig ist, sind die Rahmenbedingungen für den Aufbau eines Wärmenetzes wenig volatil. Da Deutschland nur einen sehr geringen Anteil des eigenen Strombedarfs aus dem Ausland importiert, sind auch hier geringe Risiken zu erwarten. Anders sieht dies bei Wasserstoff aus, der zukünftig international gehandelt wird. Die langfristige Stabilität des Marktes ist abhängig von geopolitischen Entwicklungen und mit großen Unsicherheiten behaftet. Veränderungen zwischen Angebot und Nachfrage beeinflussen die Preise, sodass große Preisschwankungen möglich sind. Daher wird das Risiko bezüglich stabiler Rahmenbedingungen bei Wasserstoff hoch eingeschätzt.

**Kumulierte Treibhausgasemissionen:** Der Aufbau eines Gasnetzes sowie der Aufbau des Wasserstoff-Kernnetzes wird einige Zeit in Anspruch nehmen. Bis dahin werden die potenziellen neuen Anschlussnehmer weiterhin mit Heizöl oder Flüssiggas heizen. Dies wird bis zum Zieljahr viele Treibhausgasemissionen verursachen. Im Vergleich dazu können durch einen Wechsel auf effiziente Wärmepumpen bei gleichzeitigem



Anstieg des Anteils erneuerbarer Energien im Strommix bereits kurzfristige Minderungseffekte erzielt werden. Beim Aufbau einer Wärmenetzinfrastruktur wird von einem mittelfristig sukzessiven Umstieg ausgegangen.

#### Gebäudescharfe Indikatoren

Für die Ermittlung der **Wärmedichte** wird um jedes Gebäude ein Umkreis von 1 ha gezogen, in dem der Wärmeverbrauch aller Gebäude summiert wird. Die Klassifizierung der Wärmebedarfsdichten nach potenzieller Eignung für Wärmenetze erfolgt nach dem Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung des Landes Baden-Württemberg (siehe Tabelle 14). In der Bewertung werden für Wärmedichten unterhalb 415 MWh/ha\*a eine niedrige Eignung eingetragen. Wenn sich diese Bereiche allerdings dennoch aufgrund anderer Kriterien für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung eignen, ist die Betrachtung von Niedertemperaturnetzen oder kalten Wärmenetzen sinnvoll. Je nach Wärmequelle und notwendigen Vorlauftemperaturen können diese Art von Netzen aber auch bei hohen Wärmebedarfsdichten zum Einsatz kommen. Die notwendige Endtemperatur kann dann von Wärmepumpen lokal erzeugt werden.

Tabelle 14: Klassifikation der Wärmebedarfsdichte nach potenzieller Eignung für Wärmenetze [50]

Wärmedichte MWh/ha*a	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0-70	Kein technisches Potenzial
70-175	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
175-415	Empfehlung von Niedertemperaturnetzen im Bestand
415-1050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
>1050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

Für die Versorgungsradien der einzelnen **regenerativen Energiequellen** werden um die zur Verfügung stehenden Flächen so lange dynamisch wachsende Umkreise gezeichnet, bis die Summe der Verbräuche innerhalb der Umkreise das Erzeugungspotenzial der Fläche übersteigt.

Der **Anschlussgrad** an ein Wärmenetz hat einen großen Einfluss auf die resultierenden Wärmegestehungskosten. Entscheidend wird es sein, die Anschlussrate in designierten Wärmenetzgebieten durch eine proaktive Kommunikation, Maßnahmen zur Steigerung der Akzeptanz, eine transparente und faire Preisgestaltung sowie gegebenenfalls die Implementierung eines entsprechenden Planungsrecht zu erhöhen. Für die Eignungsbewertung wird eine erste Tendenz in Abhängigkeit der Besiedelungsdichte ermittelt. In dicht besiedelten Bereichen sind nur begrenzt Aufstellflächen für Luft-Wärmepumpen verfügbar, sodass der Aufbau dezentraler Versorgungsflächen sich teilweise schwierig gestaltet.

In Tabelle 15 sind alle individuell betrachteten Indikatoren und die jeweiligen Bewertungsstufen aufgeführt.

Tabelle 15: Darstellung der Abstufungen der Indikatoren, die gebäudescharf bewertet werden

Indikator	Niedrige Eignung	Mittlere Eignung	Hohe Eignung
Wärmedichte	<415 MWh/ha*a	415-1050 MWh/ha*a	>1050 MWh/ha*a
Potenzial regenerative Wärme	Außerhalb der Versorgungsradien	Innerhalb von Versorgungsradien eines erneuerbaren Energieträgers	Innerhalb von Versorgungsradien von mindestens zwei erneuerbaren Energieträgern
Nähe zu Ankerkunden	Größter Wärmeverbrauch in 100 m Radius Entfernung: <300 MWh/a	Größter Wärmeverbrauch in 100 m Radius Entfernung: 300-500 MWh/a	Größter Wärmeverbrauch in 100 m Radius Entfernung: >500 MWh/a
Langfristiger Prozesswärmebedarf	Höchster Erdgasverbrauch im Umkreis von 100 m < 1 GWh/a	Höchster Erdgasverbrauch im Umkreis von 100 m 1-3 GWh/a	Höchster Erdgasverbrauch im Umkreis von 100 m >3 GWh/a

Indikator	Niedrige Eignung	Mittlere Eignung	Hohe Eignung
		Erdgasverbrauch + BSKO-Sektor „Industrie“	Erdgasverbrauch + BSKO-Sektor „Industrie“
Erwartbarer Anschlussgrad	< 30 Gebäude im Umkreis von 100 m	30-50 Gebäude im Umkreis von 100 m.	>50 Gebäude im Umkreis von 100 m  Die Gebiete Rech, Marienthal, Altenburg, Liers und Mayschoß erhalten automatisch eine hohe Eignung, da hier entweder bereits Wärmenetze bestehen oder Planungen weit fortgeschritten sind.
Vorhandensein von Wärmenetzen	Wärmenetzanschluss >100 m entfernt	Wärmenetzanschluss maximal 100 m entfernt	Wärmenetzanschluss vorhanden
Sanierungspotenzial	>60%	30%-60%	<30%

## 5.2 Eignungsgebiete

Mit den beschriebenen Indikatoren wird im nächsten Schritt eine gebäudescharfe Eignungsbewertung der Wärmeversorgungsarten durchgeführt.

Die Ergebnisse der Eignungsbewertung sind in Abbildung 28, Abbildung 29 und Abbildung 30 dargestellt.

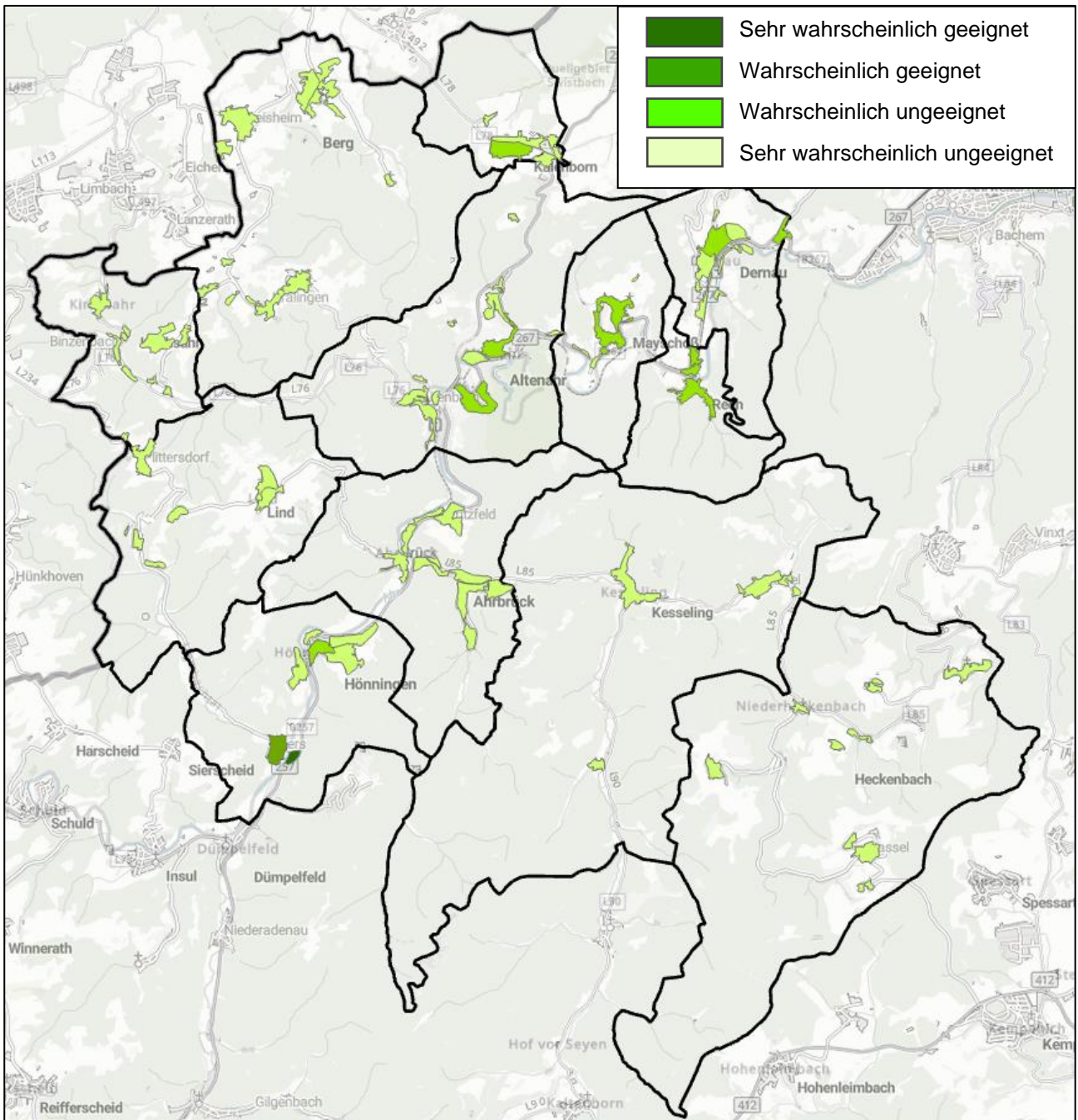


Abbildung 28: Bewertung der Eignung von Wärmenetzen.

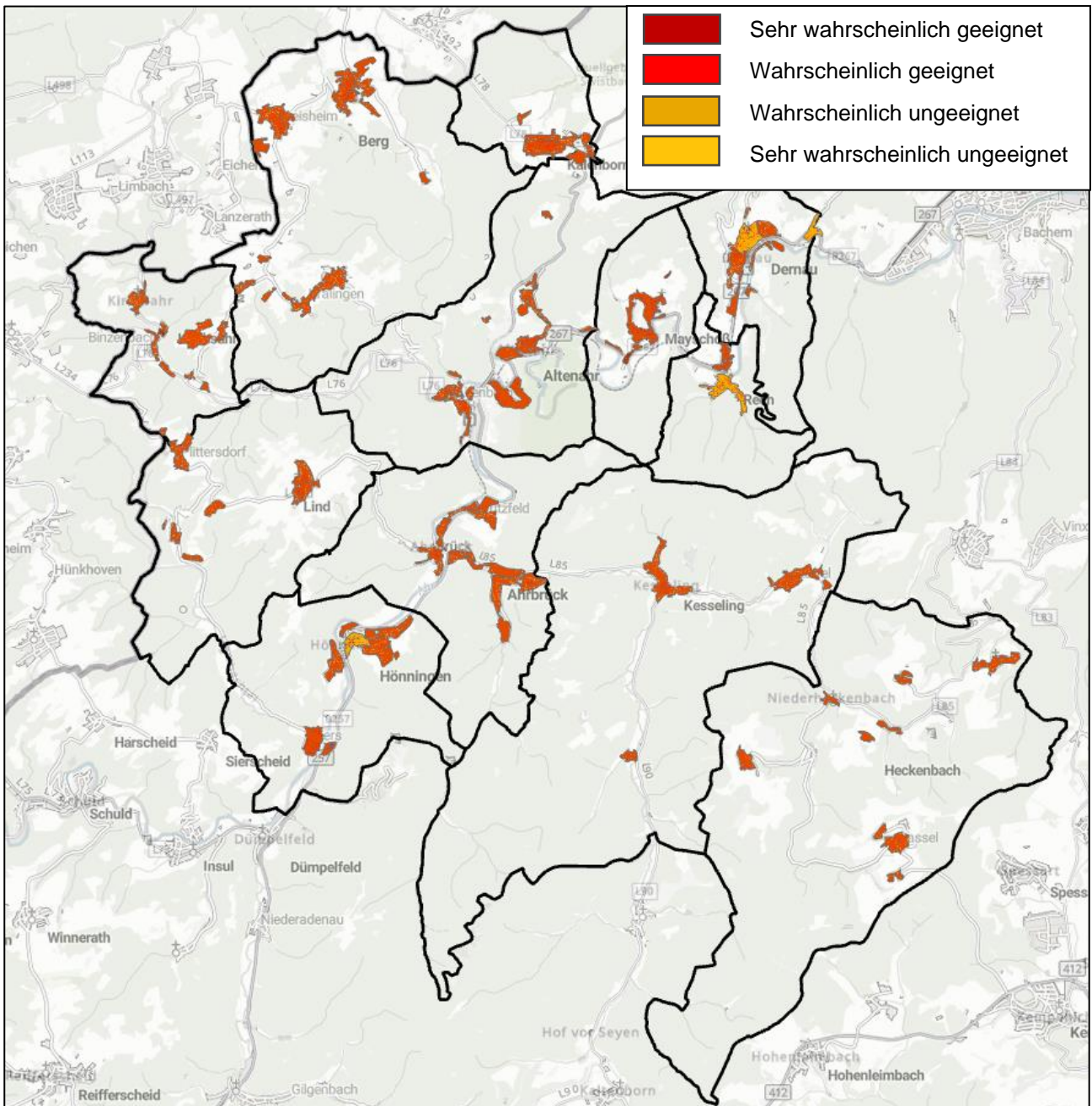


Abbildung 29: Bewertung der Eignung dezentraler Wärmeversorgungsstrukturen.



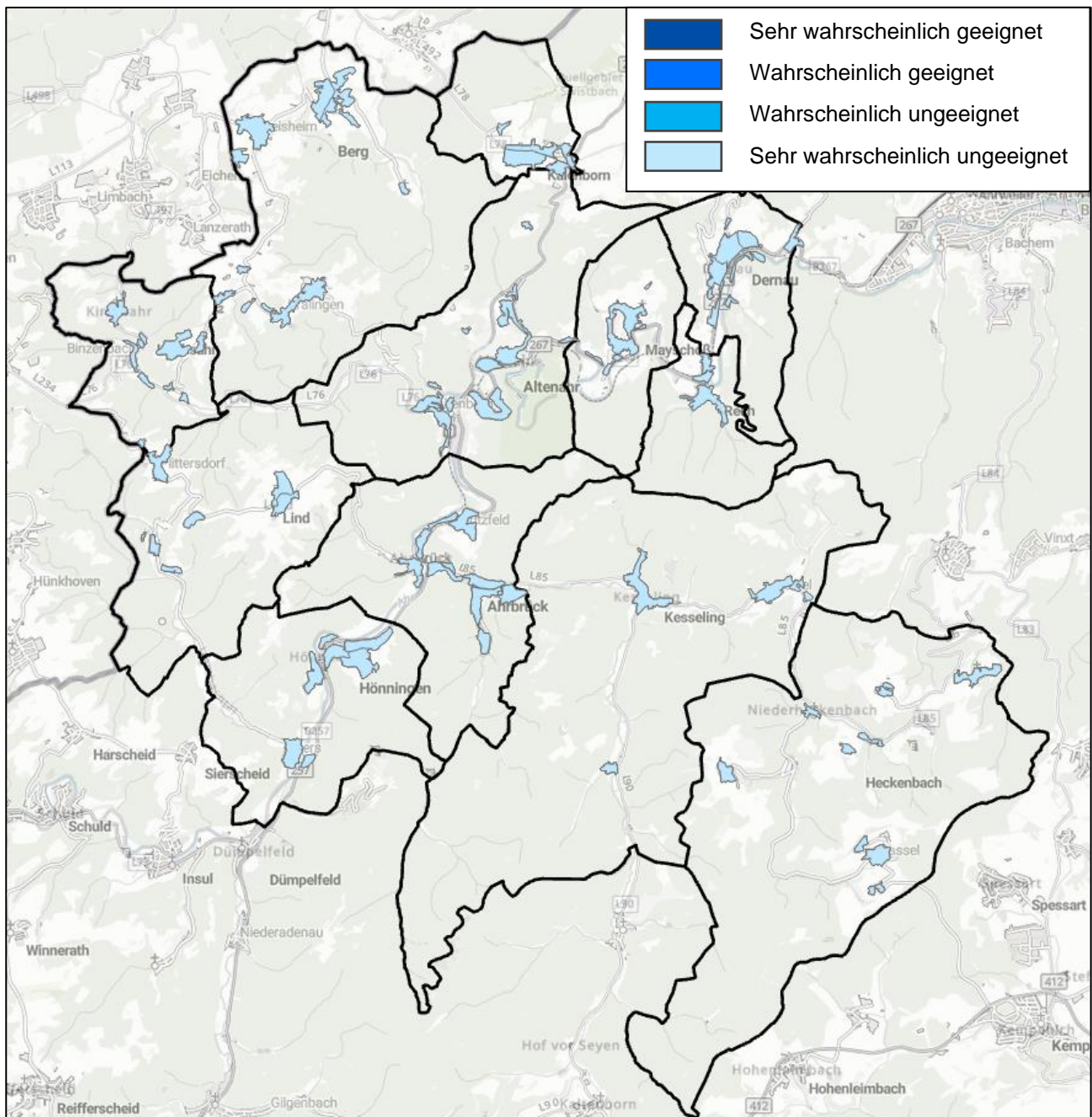


Abbildung 30: Bewertung der Eignung zur Versorgung mit erneuerbaren Gasen.

### Eignung für ein Wärmenetz:

Die einzigen Baublöcke mit einer sehr wahrscheinlichen und wahrscheinlichen Eignung für ein Wärmenetz liegen in Liers. Dies liegt an dem Abwasserwärmepotenzial der nahegelegenen Kläranlage und dem solarthermischen Potenzial vor Ort. Zusätzlich wird der Anschlussgrad in Liers hoch eingeschätzt, da vor Ort bereits Planungen für ein Wärmenetz bestehen. Bereiche in den Gemeinden Hönningen, Altenburg, Altenahr, May-schoß, Kalenborn, Rech, Dernau und Marienthal werden als wahrscheinlich ungeeignet identifiziert. Grund hierfür sind die Wärmebestandsnetze, die höheren angenommenen Anschlussgrade und in Dernau, Hönnin-gen und Altenahr die höheren Wärmedichten. Alle anderen Gebiete sind sehr wahrscheinlich ungeeignet. Die wahrscheinlich ungeeigneten Gebiete mit Ausnahme in der Gemeinde Kalenborn sind deswegen ungeeignet, da sie keine erneuerbaren Energiepotenziale in der Nähe aufweisen. Wird allerdings in allen Gemeinden das Potenzial zur Nutzung von geothermischer Wärme mitbetrachtet ergibt sich in diesen Gebieten eine wahr-scheinliche Eignung. In den restlichen Gebieten gibt es auch mit Berücksichtigung der geothermischen Poten-ziale keine wahrscheinliche Eignung.

**Eignung für eine dezentrale Versorgung:** Die Eignung für dezentrale Wärmeversorgungsstrukturen ergibt sich konträr zu der Eignung für ein Wärmenetz. Hier eignen sich vor allem die weniger dicht besiedelten Bereiche mit mehr potenzieller Aufstellfläche für dezentrale Wärmepumpen. Ebenfalls führen ein geringeres Sanierungspotenzial und eine geringere Wärmedichte zu höheren Effizienzen der Wärmepumpen. In der gesamten Verbandsgemeinde ist aufgrund der geringen Besiedelungsdichte eine breite Eignung für dezentrale Erzeugungsstrukturen zu erkennen.

**Eignung für Erneuerbare Gase:** Da innerhalb der Verbandsgemeinde keine industrielle Prozesswärme verbraucht wird und die Verbandsgemeinde über kein Gasverteilnetz verfügt, ergibt sich flächendeckend eine sehr unwahrscheinliche Eignung zur Nutzung von Wasserstoff. Dieser Umstand ändert sich auch durch das vorhandene gelbe Leerrohr nicht, durch das Wasserstoff potenziell durchgeleitet werden könnte.

## 5.3 Zielszenario

Mit den bewerteten Eignungsgebieten können im nächsten Schritt ein räumliches Konzept mit finalen Wärmeversorgungsgebieten und ein Zielszenario erstellt werden. Es besteht die Möglichkeit Wärmenetzgebiete, Gebiete zum Einsatz von erneuerbaren Gasen, dezentrale Versorgungsgebiete und Prüfgebiete zu bestimmen. Diese Gebietseinteilung wird ebenfalls im Wärmeplanungsgesetz und im KWW-Leitfaden genutzt. Prüfgebiete sind an den Stellen sinnvoll, an denen sich entweder keine Wärmeversorgungsgebiete ergeben, oder die Informationen nicht ausreichend sind, um eine finale Entscheidung treffen zu können. Im Prüf-Fall können verschiedene Maßnahmen im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung die Entscheidungsgrundlage verbessern, sodass spätestens in der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung die Gebiete neu bewertet werden können.

In der Entwicklung des Zielszenarios muss die Frage diskutiert und abschließend geklärt werden, welche Gebiete zu einem Wärmenetzgebiet zusammengeschlossen werden sollten. Dezentrale Wärmeversorgungsstrukturen sind großflächig in der Verbandsgemeinde geeignet und werden sicherlich den Großteil der Wärmeversorgung in Zukunft abdecken. Gebiete zum Einsatz von erneuerbaren Gasen gibt es keine.

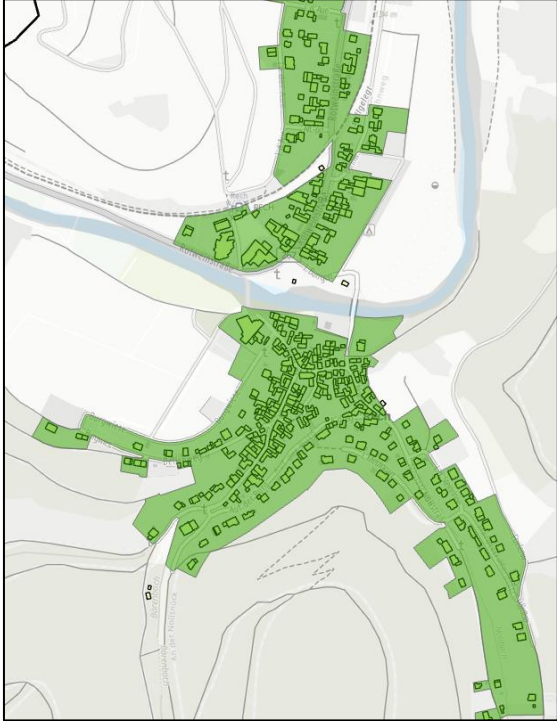

Allen Szenarien liegt zusätzlich eine Zielgröße der **Sanierungsrate von 2,5%** zugrunde, mit der eine zukünftige Reduktion des Wärmeverbrauchs berücksichtigt wird. Diese Sanierungsrate entspricht den Energieeinsparungen der ersten fünf Jahre des Szenarios zur Energieeinsparung für private Haushalte im integrierten Klimaschutzkonzept der Verbandsgemeinde Altenahr.

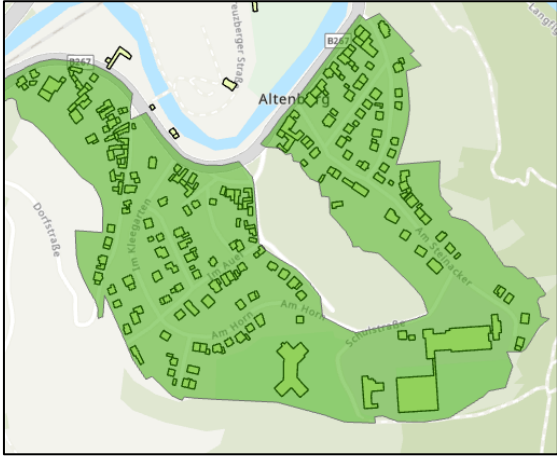
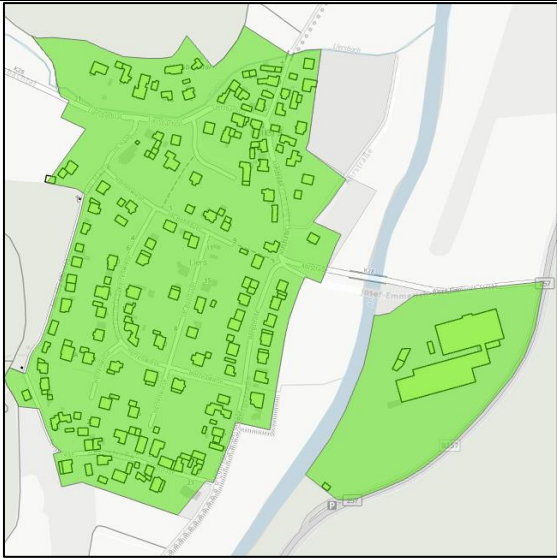
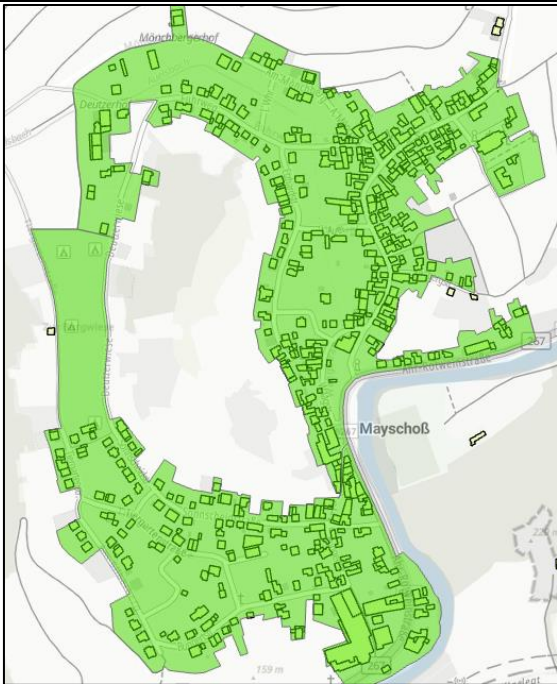
### 5.3.1 Räumliches Konzept

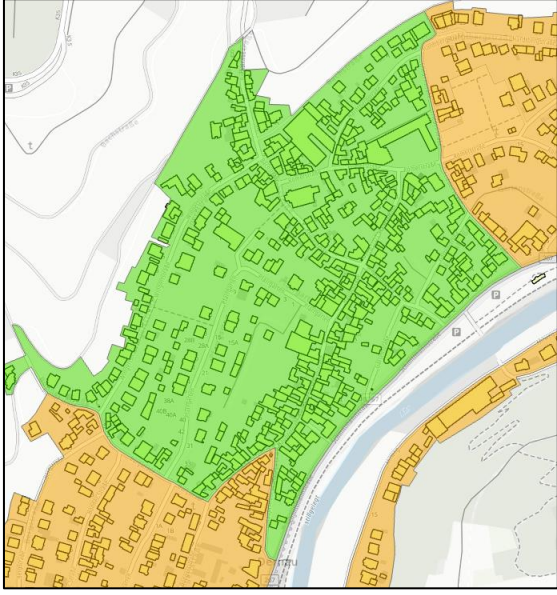
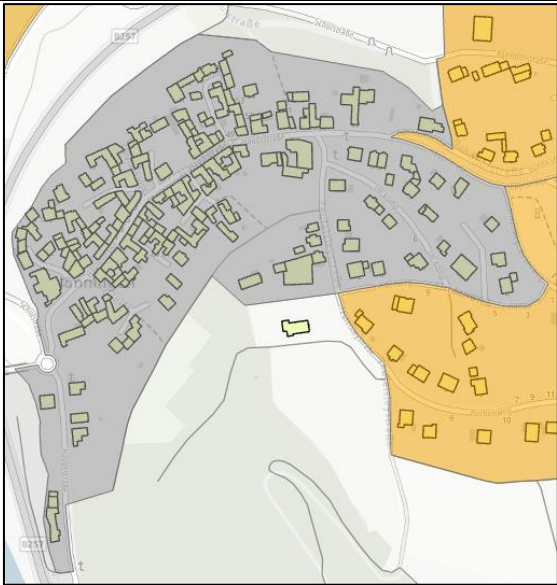
Die Gebiete der Verbandsgemeinde werden im räumlichen Konzept in Wärmenetz-Ausbauggebiete, Wärmenetzgebiete, Prüfgebiete und Gebiete zur dezentralen Versorgung unterteilt. **Gebiete zur dezentralen Versorgung schließen den Aufbau von kalten Nahwärmenetzen nicht aus.** In Abbildung 31 wird das räumliche Konzept des Zielszenarios dargestellt. Die meisten Gebiete innerhalb der Verbandsgemeinde werden als dezentrale Versorgungsgebiete ausgewiesen. Alle anderen Gebiete werden in Tabelle 16 explizit aufgeführt.



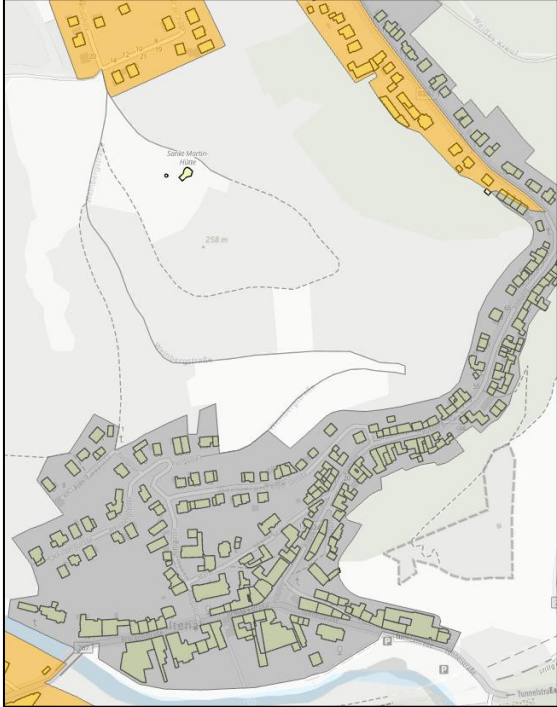

Tabelle 16: Erläuterung der Gebiete, die nicht als dezentrale Versorgungsgebiete ausgewiesen werden

Gebiet	Gebietsart	Darstellung	Erläuterung
Rech	Wärmenetz-Ausbaubiet		In der Ortsgemeinde Rech ist bereits ein Wärmenetz im Betrieb, welches in den nächsten Jahren ausgebaut werden soll, um noch mehr Gebäude mit regenerativer Wärme zu versorgen.
Marienthal	Wärmenetz-Ausbaubiet		Im Ortsteil Marienthal ist bereits ein Wärmenetz im Betrieb, welches in den nächsten Jahren ausgebaut werden soll, um noch mehr Gebäude mit regenerativer Wärme zu versorgen.

Altenburg	Wärmenetz- Ausbaube- biet		Im Ortsteil Altenburg ist bereits ein Wärmenetz im Betrieb, welches in den nächsten Jahren ausgebaut werden soll, um noch mehr Gebäude mit regenerativer Wärme zu versorgen.
Liers	Wärmenetz- gebiet		Im Ortsteil Liers ist noch kein Wärmenetz im Betrieb, dafür wird allerdings ein kaltes Nahwärmenetz geplant. Im Herbst soll bereits mit der Umsetzung begonnen werden. Hier steht also schon fest, dass ein Wärmenetz zukünftig betrieben wird.
Mayschoß	Wärmenetz- gebiet		In der Ortsgemeinde Mayschoß ist noch kein Wärmenetz im Betrieb, dafür wird allerdings aktuell ein Nahwärmenetz aufgebaut. Es ist mit einer Fertigstellung und Wärmelieferung im Dezember 2026 geplant. Hier steht also schon fest, dass ein Wärmenetz zukünftig betrieben wird durch den Einsatz eines Holzhackschnitzel-Kessels und einer Solarthermieanlage.

Dernau	Wärmenetz- gebiet		<p>Die Ortsgemeinde Dernau befindet sich auf einem ähnlichen Planungsstand zur Nahwärmenutzung wie die Ortsgemeinde May-schoß. Auch hier wird mit einem warmen Nahwärmenetz geplant. Es haben sich bereits 210 interessierte Haushalte für einen Anschluss an das Nahwärmenetz gemeldet. Die zukünftige Heizzentrale soll vermutlich im Bereich des Industriegebietes installiert werden.</p> <p>Im abgebildeten grün markierten Gebiet der Ortsgemeinde Dernau ist die Wärmedichte im Vergleich zu den umliegenden Ortschaften erhöht.</p>
Hönningen	Prüfgebiet		<p>Im abgebildeten grau markierten Gebiet der Ortsgemeinde Hönningen ist die Wärmedichte im Vergleich zu den umliegenden Ortschaften erhöht. Die einzige sinnvoll nutzbare Wärmequelle für ein Wärmenetz ist das Erdreich. Daher bietet sich hier lediglich der Aufbau eines kalten Nahwärmenetzes in Verbindung mit Erdbohrungen an. Dies sollte im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung geprüft werden.</p>



Altenahr	Prüfgebiet		<p>Im abgebildeten grau markierten Gebiet der Ortsgemeinde Altenahr ist die Wärmedichte im Vergleich zu den umliegenden Ortschaften erhöht. Die einzige sinnvoll nutzbare Wärmequelle für ein Wärmenetz ist das Erdreich. Daher bietet sich hier lediglich der Aufbau eines kalten Nahwärmenetzes in Verbindung mit Erdbohrungen an. Dies sollte im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung geprüft werden.</p>
Kalenborn	Prüfgebiet		<p>Im abgebildeten grau markierten Gebiet der Ortsgemeinde Kalenborn ist die Wärmedichte im Vergleich zu den umliegenden Ortschaften erhöht. Ebenfalls gibt es neben einem geothermischen Potenzial auch solarthermische Potenzialflächen in der Nähe. Insofern ist der Aufbau eines kalten Nahwärmenetzes aber auch eines konventionellen Netzes mit zentraler Wärmepumpe, und solarer und geothermischer Wärmenutzung möglich. Allerdings muss zunächst geprüft werden, ob die Flächen zu diesem Zweck auch genutzt werden können. Dies sollte im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung geprüft werden.</p>

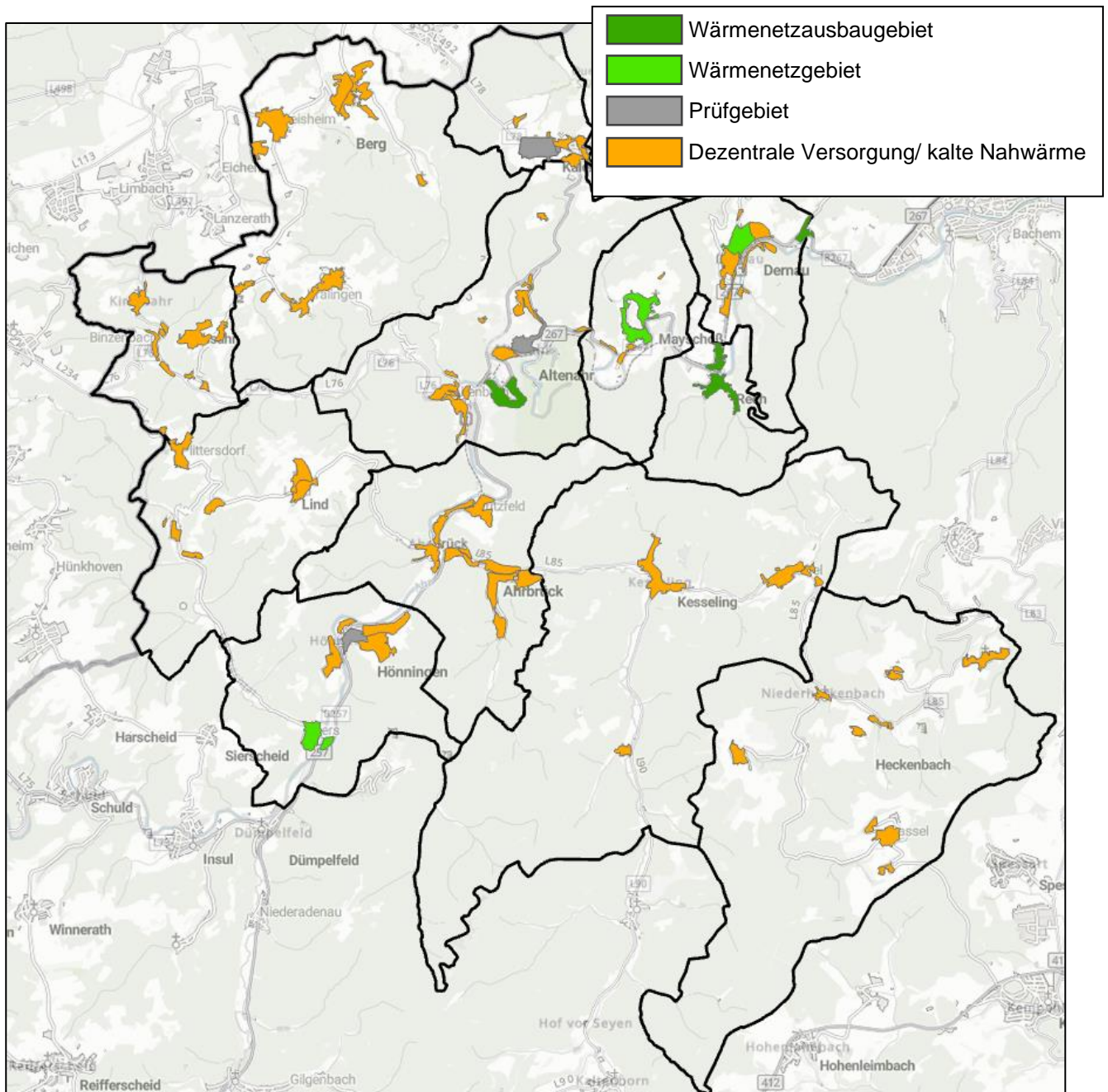


Abbildung 31: Darstellung des räumlichen Konzepts des Zielszenarios

### 5.3.2 Indikatoren des Zielszenarios

Zur Quantifizierung der Ergebnisse des Zielszenarios werden Indikatoren berechnet, die den Fortschritt auf dem Weg zum Ziel messbar machen. Es wird die Annahme getroffen, dass innerhalb der Wärmenetzgebiete alle Gebäude an ein Wärmenetz angeschlossen werden und somit das Potenzial ausreizen. Im Gegensatz werden die Prüfgebiete zunächst außen vorgelassen. Der Aufbau der Wärmenetze wird mit einem linearen Verlauf versehen.

Die jährlichen Wärmekosten der Bürger\*innen werden im Vergleich zum Jahr 2024 im Zieljahr voraussichtlich je nach Strompreisentwicklung und Wärmegestehungskosten der Nahwärme um **40-50%** reduziert. Grund dafür ist der günstige Betrieb dezentraler Wärmepumpen, die Reduzierung von Wartungskosten und Schornsteinfegerkosten und vor allem die Reduzierung des Wärmeverbrauchs auf 71% des aktuellen Wärmeverbrauchs. Allerdings sind seitens der Hauseigentümer\*innen Investitionsrückstellungen für die Umrüstungen der Heizungssysteme und etwaige Sanierungsmaßnahmen bis 2045 notwendig. Die Höhe der Investitionen fällt aufgrund der Individualität im Gebäudesektor unterschiedlich aus.

In Tabelle 18 sind die Ergebnisindikatoren dargestellt. Die Gebäude außerhalb der Wärmenetzgebiete werden durch Luftwärmepumpen, Erdwärmepumpen und dezentrale Biomassekessel versorgt. Die Nutzung von Heizöl, Flüssiggas und anderen fossilen Heizenergieträgern läuft bis 2045 komplett aus. Die kalten Nahwärmenetze in Rech, Altenburg und Liers werden durch geothermische Wärme und den Einsatz dezentraler Wasser-Wasser Wärmepumpen versorgt. Im Wärmenetzgebiet des Ortsteils Marienthal wird die Nahwärme durch Pelletkessel und Solarthermie erzeugt. Im Ortsteil Dernau wird die Wärme zukünftig durch Holzhackschnitzel-Kessel und eine Luft-Wasserwärmepumpe und in der Ortsgemeinde Mayschoß durch Holzhackschnitzel-Kessel und eine Solarthermieranlage erzeugt. Für die zukünftige Nutzung der Nahwärme im Jahr 2045 werden die Annahmen aus Tabelle 17 getroffen. Da die Dimensionen der Heizzentralen in Mayschoß und Dernau nicht bekannt sind, werden die Anteile der verschiedenen Erzeuger grob geschätzt. Für die Anzahl der Gebäude wird mit einer Bewohnerquote pro Gebäude von 2,6 gerechnet. Es wird mit einer Sanierungsquote von 2,5%/a gerechnet.

Tabelle 17: Annahmen zu Wärmeverbrauch und Anschlussquote innerhalb der Wärmenetzgebiete

Gebiet	Ge- bäude	Einwoh- ner	Ver- brauch 2024 [GWh/a]	Sanie- rungs-po- tenzial [GWh/a]	Verbrauch Wärmenetz 2024 [GWh/a]	Anschluss- quote	Verbrauch Wärmenetz 2045 [GWh/a]
Rech	204	530	5,1	2,7	0,6	90%	3,4
Altenburg	231	600	1,6	0,5	0,6	80%	1,1
Marienthal	40	104	1	0,2	0,6	100%	0,9
Mayschoß	296	770	6,9	3,4	0	60%	3,1
Dernau	168	437	5,2	3,6	0	70%	2,5
Liers	77	201	4,6	2,6	0	80%	2,6
Summe	1.016	2.641	24,4	13	1,8		<b>13,6</b>

Bezüglich der Nutzung dezentraler Luftwärme- und Erdwärmepumpen wurde eine Verteilung von 70%/ 30% angenommen. Zu beachten ist, dass die Erdwärmepumpen sowohl einzeln pro Haushalt als auch im Kollektiv betrieben werden können, ähnlich wie es die Ortsgemeinde Rech ermöglicht (Abschnitt 3.4.2). Für die Nutzung dezentraler Solarthermieranlagen wurde angenommen, dass etwa 2 GWh/a (ca. 0,4% des Potenzials) auf den Hausdächern erzeugt werden. Bei den Biomasseheizungen wurde wiederum die Annahme getroffen, dass knapp 50% der bestehenden Heizungen, die hauptsächlich als Kamine für die Einzelraumheizung genutzt werden, auch im Jahr 2045 betrieben werden.

In Abbildung 32 wird die Aufteilung der Energieträger im Wärmesektor für das Zieljahr und die Stützjahre dargestellt. Dabei ist der Übergang zu einer durch Heizöl und Flüssiggas geprägten Wärmeversorgung hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung aus einem Mix aus Umweltwärme, Erdwärme, Heizstrom und Nahwärme zu erkennen. Umweltwärme nimmt aufgrund der großen Zahl benötigter Luftwärmepumpen den größten Anteil der Wärmeversorgung im Jahr 2045 ein. Aufgrund fehlender Daten können die Luft-Wärmepumpen, die bereits im Einsatz sind, nicht mit aufgeführt werden. Insgesamt besteht der Wärme-Mix im Jahr 2045 zu 34% aus Umweltwärme, zu 18% aus Nahwärme, zu 17% aus Heizstrom, zu 15% aus Erdwärme, zu 13% aus dezentraler Biomasse und zu 3% aus Solarthermie. Die Nahwärme wird zu 42% aus Erdwärme, zu 32% aus Holzhackschnitzel, zu 12% aus Strom, zu 7% aus Solarthermie, zu 5% Holzpellets und zu 2% aus Umweltwärme gespeist. Der Netto-Stromanteil liegt bei 19%, wenn die Stromanteile der Nahwärme hinzugezogen werden. Für den Stromsektor bedeutet das eine **Verbrauchssteigerung von rund 63%**.

In Abbildung 33 ist der Verlauf der jährlichen und kumulierten THG-Emissionen im Wärmesektor dargestellt. Die jährlichen THG-Emissionen nehmen im Vergleich zum Status Quo um 96% ab. Insgesamt können in diesem Szenario bis 2045 etwa 240.000 t CO<sub>2e</sub> eingespart werden.



Tabelle 18: Ergebnisindikatoren des Zielszenarios

Indikator	Absolut					Relativ				
	2025	2030	2035	2040	2045	2025	2030	2035	2040	2045
Jährliche Treibhausgasemissionen [t CO <sub>2e</sub> /a]	27.200	21.200	14.500	7.800	1.100	100%	78%	53%	29%	4%
Kumulierte Treibhausgasemissionen [t CO <sub>2e</sub> /a]	-	119.600	210.000	271.350	303.500					
Wärmeverbrauch gesamt [GWh/a]	108	100	92	84	76	100%	93%	85%	78%	71%
Wärmebedarfsreduktion [GWh/a]	0	8	16	24	32	0%	7%	15%	22%	30%
Verluste Wärmenetz [GWh/a]	0	0	0,1	0,15	0,2	0%	0%	0%	0%	0%
Wärmeverbrauch Private Haushalte [GWh/a]	100	92	84	77	69	92%	92%	92%	91%	91%
Wärmeverbrauch GHD/Sonstiges [GWh/a]	4	4	4	4	3	4%	4%	4%	4%	4%
Wärmeverbrauch Industrie [GWh/a]	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0%	0%	0%	0%	0%
Wärmeverbrauch Kommunale Einrichtungen [GWh/a]	2	1	1	1	1	1%	1%	1%	1%	1%
Verbrauch Wärmenetz gesamt [GWh/a]	1,90	3,8	7,1	10	14	2%	4%	8%	12%	18%
Davon Solarthermie [GWh/a]	0,1	0,30	0,50	0,7	0,90	5%	8%	7%	7%	7%
Davon Erdwärme [GWh/a]	0	0,1	0,1	0,2	0,3	0%	2%	2%	2%	2%
Davon Strom [GWh/a]	1,05	1	3	4	6	55%	39%	41%	42%	42%
Davon Holzhackschnitzel [GWh/a]	0,35	0,4	0,8	1	1,7	18%	11%	12%	12%	12%
Davon Holzpellets [GWh/a]	0	1,1	2,2	3,3	4,4	0%	29%	31%	32%	32%
Verbrauch Heizöl gesamt [GWh/a]	70	52	35	17	0	64%	52%	38%	21%	0%
Verbrauch Flüssiggas [GWh/a]	17	13	9	4	0	16%	13%	9%	5%	0%
Verbrauch Biomasse [GWh/a]	19	17	15	12	10	18%	17%	16%	15%	13%
Verbrauch Solarthermie dezentral [GWh/a]	0	0,3	0,5	1,5	2,0	0%	0%	1%	2%	3%
Verbrauch Umweltwärme dezentral [GWh/a]	0	6	13	19	26	0%	6%	14%	23%	34%
Verbrauch Erdwärme dezentral [GWh/a]	0	3	6	9	12	0%	3%	6%	10%	15%
Verbrauch Heizstrom dezentral [GWh/a]	0	3	6	10	13	0%	3%	7%	11%	17%
Verbrauch Sonstiges [GWh/a]	1	0	0	0	0	1%	0%	0%	0%	0%
Klimaneutrale Wärme [GWh/a]	21	33	47	62	76	19%	33%	51%	74%	100%

Indikator	Absolut					Relativ				
	2025	2030	2035	2040	2045	2025	2030	2035	2040	2045
Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz	90	191	381	572	762	2%	5%	10%	15%	19%
Gebäude mit dezentraler Raumwärmeerzeugung Umweltwärme	0	791	1.582	2.373	3164	0%	20%	40%	60%	81%
Gebäude mit dezentraler Raumwärmeerzeugung Biomasse	2.487	2.192	1.898	1.603	1309	63%	56%	48%	41%	33%
Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz	2.901	2.176	1.451	725	0	74%	55%	37%	18%	0%

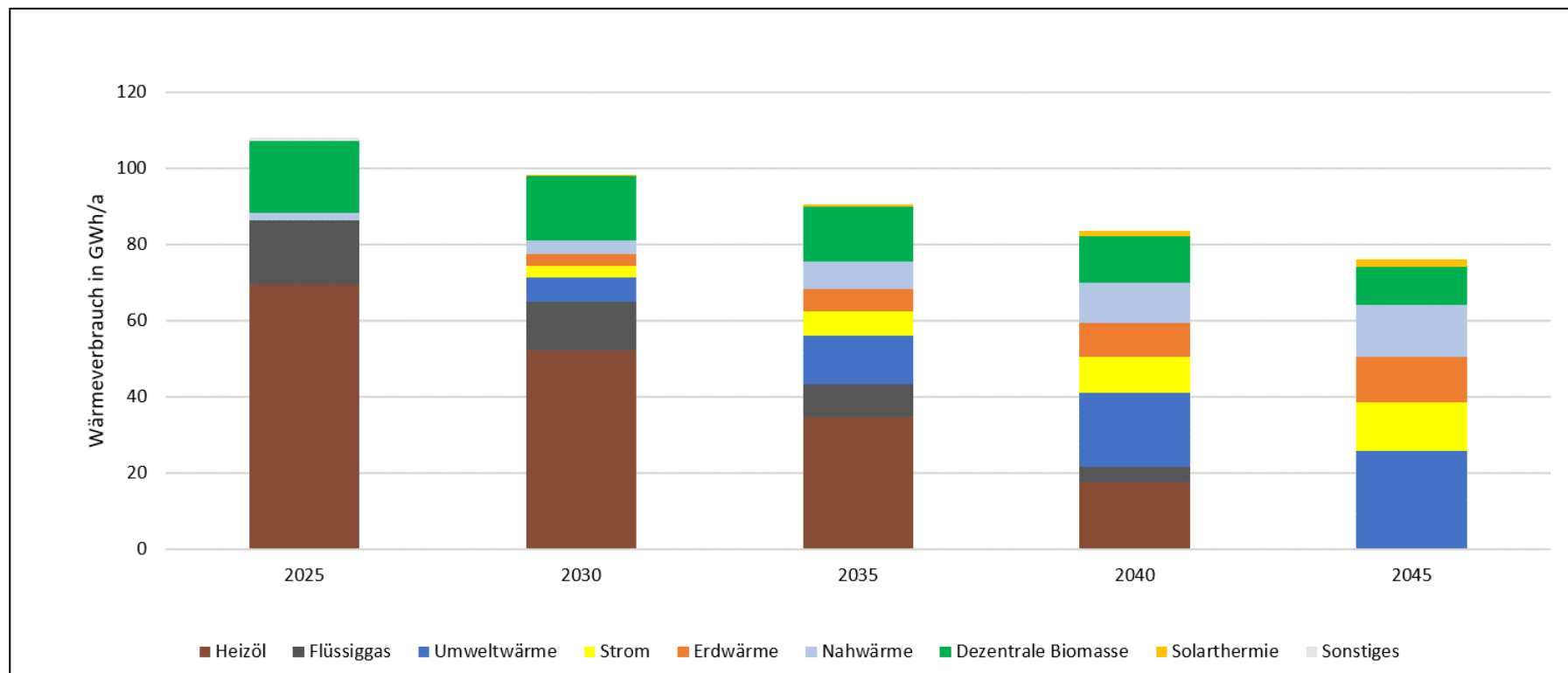


Abbildung 32: Wärmeverbrauch nach Energieträgern für die Stützjahre und das Zieljahr

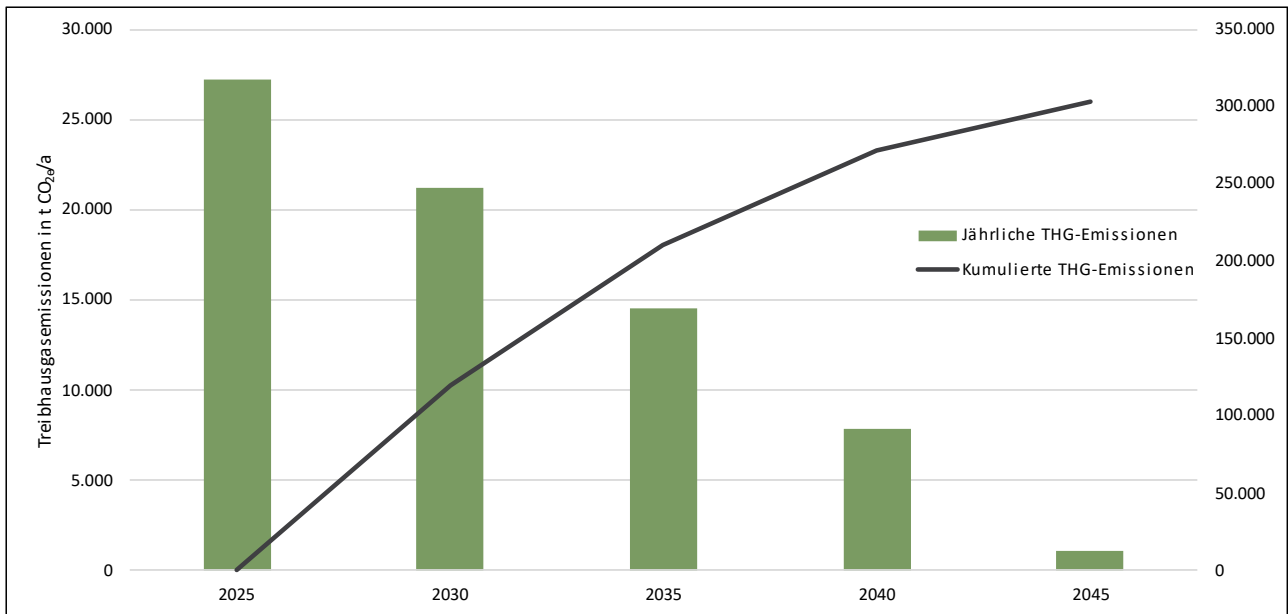


Abbildung 33: Jährliche und kumulierte THG-Emissionen der zukünftigen Wärmeversorgung.

## 6 Maßnahmenentwicklung

Zur Erreichung des Ziels der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung im Jahr 2045 sind konkrete Maßnahmen notwendig. Im vorigen Kapitel wurden bereits Gebiete identifiziert, die sich für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung eignen oder in denen tiefergehende Prüfungen durchgeführt werden müssen, um die Eignung final bewerten zu können. In diesem Kapitel werden zunächst Fokusgebiete definiert, in denen entweder der Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung oder eine tiefergehende Prüfung priorisiert werden sollte. Im Anschluss werden beispielhaft für das Fokusgebiet in Kalenborn detailliertere Berechnungen zu einem potenziellen Wärmenetz durchgeführt.

Zur Realisierung des Zielszenarios ist allerdings nicht nur der Auf- bzw. Ausbau der Wärmenetze wesentlich. Ebenfalls werden weitere Maßnahmen in Form von Steckbriefen beschrieben. Die Summe aller Maßnahmen verfolgt das Ziel der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung im Jahr 2045.

### 6.1 Fokusgebiete

In den Bereichen, die als Wärmenetzgebiete identifiziert worden, ist bereits eine Wärmenetzinfrastruktur in Betrieb oder befindet sich bereits in Planung oder im Aufbau. Die Aufgabe in diesen Regionen wird es sein, die Wärmenetze weiter auszubauen, um möglichst vielen Menschen in den Ortschaften einen Zugang zu diesen Netzen zu ermöglichen und die Anschlussquoten zu erhöhen. Neben diesen Gebieten sollte sich in Zukunft auf die Gebiete fokussiert werden, die mindestens eine Wärmedichte von 175 MWh/ha\*a aufweisen (vgl. Abbildung 9).

Besondere Aufmerksamkeit sollte auf die Prüfgebiete in Kalenborn, Altenahr und Hönningen gelegt werden. Daher werden diese Gebiete als Fokusgebiete näher beschrieben. In Abbildung 34 werden die Fokusgebiete dargestellt. Aufgrund der genutzten Baublockdarstellung kann es zum Ausschluss einzelner Gebäude und Bereiche kommen, die zukünftig in einer Wärmenetzbetrachtung mit involviert werden sollten. Die Grenzen der dargestellten Bereiche können sich bei detaillierter Betrachtung im Zuge einer Machbarkeitsstudie noch verschieben. In Tabelle 19 werden die relevanten Indikatoren der Gebiete aufgelistet. Das Fokusgebiet in Kalenborn ist das einzige mit angrenzenden Solarpotenzialflächen.

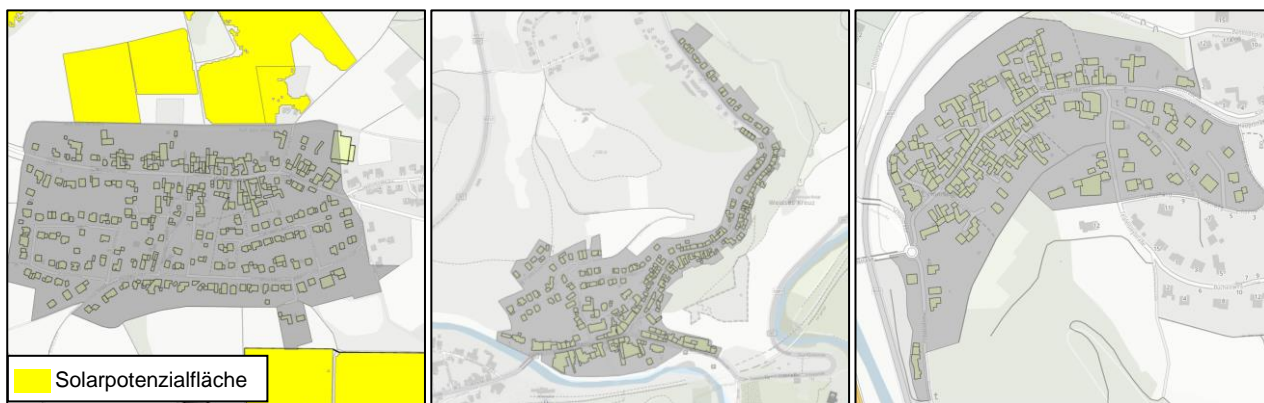


Abbildung 34: Darstellung der Fokusgebiete in Kalenborn, Altenahr und Hönningen

Tabelle 19: Zusammenfassung der Indikatoren der Fokusgebiete

Fokusgebiete	Kalenborn	Altenahr	Hönningen
Fläche [ha]	15,5	12	8,4
Wärmeverbrauch [GWh/a]	4,1	3,8	2,8
Sanierungspotenzial [GWh/a]	2,3	2,6	1,8
Anteil Wärmeverbrauch VG [%]	4,1	3,8	2,8
Anzahl Wärmeversorgungsobjekte	155	123	80
Spezifischer Wärmeverbrauch [MWh/(a*ha)]	265	317	333

## 6.2 Detailbetrachtung der Fokusgebiete

In diesem Kapitel wird für das Fokusgebiet in Kalenborn unter Ausnutzung der solarthermischen Potenziale eine tiefergehende Berechnung des Wärmenetzes samt Kosten durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Berechnungen können für die Beantragung von Modul 1 der BEW-Förderung genutzt werden. Für die anderen beiden Prüfgebiete ist der Vergleich mit den wirtschaftlichen Kennwerten bereits existierender Wärmenetze sinnvoll. In Rech kann den Anschlussnehmern die kalte Nahwärme inklusive notwendigem Strom für die dezentralen Wärmepumpen für 14 ct/kWh angeboten werden. Die Investitionskosten beim Anschluss von 30 Haushalten beläuft sich auf 4.500.000 €, wobei noch weitere Häuser in den nächsten Jahren angeschlossen werden. Falls dem Beispiel eines warmen Nahwärmenetzes über einen Biomassekessel wie in Mayschoß und Dernau gefolgt werden soll, können die wirtschaftlichen Bilanzen aus diesen Projekten zugrunde gelegt werden, sobald diese bekannt sind. In Kalenborn kann allerdings durch das hohe solare Potenzial ein solarthermisches Netz aufgebaut werden. Aus diesem Grund wird dieses Netz genauer betrachtet.

### 6.2.1 Rahmenbedingungen

Für die Berechnung der technischen und ökonomischen Betriebsparameter eines Wärmenetzes werden zunächst Rahmenbedingungen festgelegt, die in die Berechnung mit einfließen. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung werden Kostenfunktionen für einzelne Technologien für das Jahr 2035 aus dem Technikkatalog des KWW herangezogen. Ebenfalls wird die Prognose der Emissionsfaktoren für Strom dem Technikkatalog entnommen. Im Anhang werden die genutzten Formeln aus dem Technikkatalog aufgelistet. [51]

In Tabelle 20 sind einige zugrundeliegende Daten und Annahmen aufgelistet. In Tabelle 21 und Abbildung 35 sind Annahmen für die Entwicklung der Energiepreise und Emissionsfaktoren aufgeführt.

Tabelle 20: Annahmen für technische und wirtschaftliche Eingangsparameter in der Netzberechnung

Parameter	Wert	Kommentar
<b>Durchschnittliche Anzahl Bewohner pro Wohnhaus</b>	2,6	Anzahl Einwohner bezogen auf private Wohnhäuser.
<b>Anteil unbefestigtes Terrain</b>	40%	Annahme, tendenziell ländliches Gebiet
<b>Anteil teilbefestigtes Terrain</b>	40%	Annahme, tendenziell ländliches Gebiet
<b>Anteil befestigtes Terrain</b>	20%	Annahme, tendenziell ländliches Gebiet
<b>Förderfaktor Wärmenetz</b>	40%	BEW-Förderung Modul 2 [52]
<b>SCOP Wasser-Wasser Wärmepumpe</b>	5	Schätzung
<b>Volllaststunden Großwärmepumpe</b>	3.000 Stunden	Schätzung
<b>Volllaststunden Heizung</b>	1.800 Stunden	Standardwert für Heizungsauslegung + Warmwasser
<b>Anschlussrate</b>	100%	Das Netz wird für alle potenziellen Anschlussnehmer im Untersuchungsgebiet ausgelegt. Wirtschaftlichkeit für Netzbetreiber nimmt mit geringerer Anschlussquote deutlich ab.
<b>Inbetriebnahme Wärmenetz</b>	linear	Annahme: Wärmenetz wird innerhalb des Betrachtungszeitraums linear aufgebaut.
<b>Sanierungsrate</b>	2,5%/a	Siehe Kapitel 5.3
<b>Startjahr</b>	2025	-
<b>Zieljahr</b>	2045	-

Für die Energiepreisprognose werden verschiedene Quellen genutzt und Annahmen getroffen. Für den Strompreis für Privatkunden sowie für den Gaspreis wird zunächst der aktuelle Preis aus den Daten des Statistischen Bundesamts für das 1. Halbjahr 2024 genutzt [53]. Für die Strompreisprognose bis 2045 wird auf den qualitativen Verlauf des mittleren Preispfades der Prognose der Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e.V. zurückgegriffen [54].

Für die Prognose des Gas- und CO<sub>2</sub>-Preises wird ein Kurzgutachten der Prognos AG im Auftrag des Bundesverbands Wärmepumpen herangezogen [55]. Der CO<sub>2</sub>-Preis wird in €/t angegeben. Bezogen auf Erdgas entsprechen 55 €/t etwa 0,011 €/kWh. Für die aktuellen Preise von Brennholz in verschiedenen Formen werden Daten des Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus zu aktuellen Scheitholzpreisen genutzt [56]. Für den Heizölpreis wird zunächst der heutige Preis (etwa 9,7 Cent/kWh) genutzt und ab dem Jahr 2030 einer Prognose von Statista, die einen Heizölpreis von 184 Cent/Liter vorgibt, gefolgt. [57]

Für fehlende Zwischenjahre werden die Werte interpoliert.

Tabelle 21: Annahmen für Energiepreisentwicklung und Entwicklung der Emissionsfaktoren

Parameter	2025	2030	2035	2040	2045
<b>Strompreis [€/kWh]</b>	0,41	0,37	0,37	0,38	0,32
<b>Erdgaspreis [€/kWh]</b>	0,12	0,125	0,13	0,145	0,155
<b>Heizölpreis [€/kWh]</b>	0,1	0,19	0,19	0,19	0,19
<b>Brennholz<sup>5</sup> [€/kWh]</b>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>CO<sub>2</sub>-Preis [€/t]</b>	55	110	160	190	220
<b>Emissionsfaktor Strom [g CO<sub>2e</sub>/kWh]</b>	260	110	45	25	15

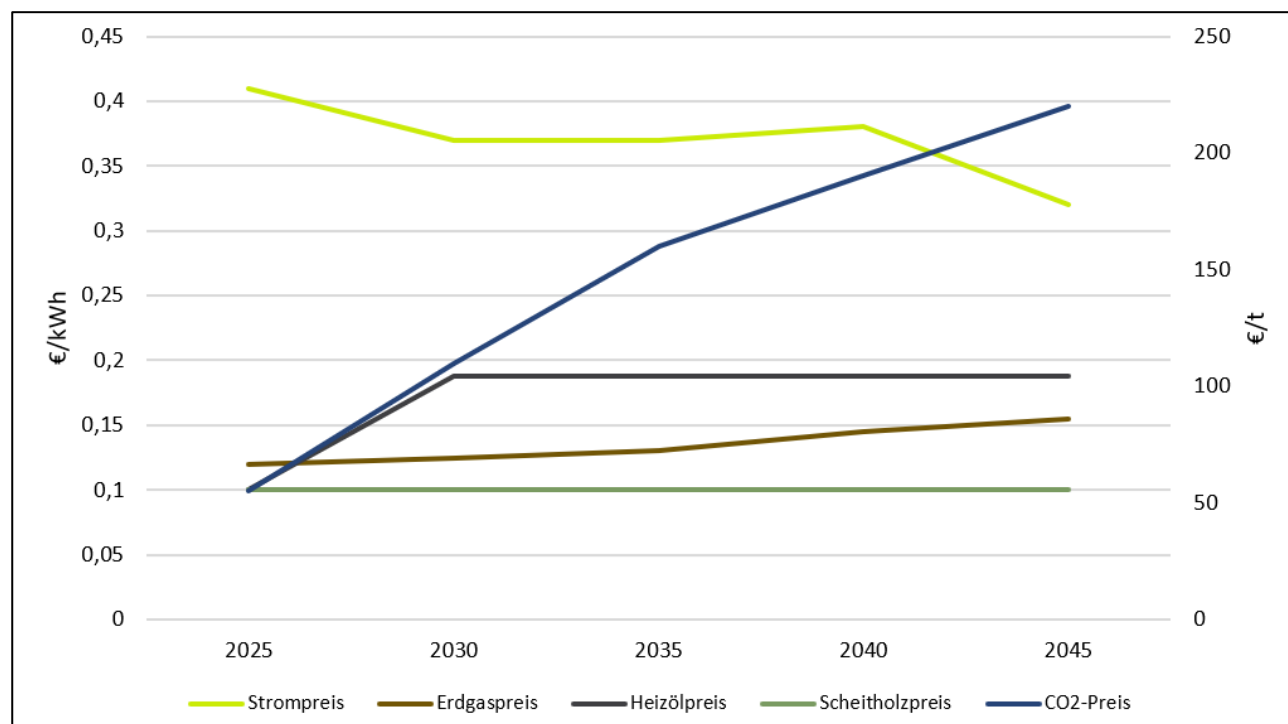


Abbildung 35: Annahmen für die Energiepreisentwicklung

<sup>5</sup> Durchschnittspreis für Holzpellets, Scheitholz und Holzhackschnitzel



## 6.2.2 Netzberechnung

In Abbildung 36 ist der Lageplan und das Luftbild des Untersuchungsgebiets für das Fokusgebiet dargestellt.



Abbildung 36: Lageplan und Luftbild für das potenzielle Wärmenetzgebiet in der Ortsgemeinde Kalenborn

Der hauptverantwortliche Akteur dieses Projektes wäre die Ortsgemeinde Kalenborn. Die Beispiele aus den anderen Ortsgemeinden zeigen auf, dass solche Projekte auch aus den Ortsgemeinden heraus entstehen können. Die Förderung kann entweder von der Ortsgemeinde, der Verbandsgemeinde oder anderen potenziellen Projektbeteiligten beantragt werden, die später als Betreiber des Netzes fungieren. Wichtig ist auch die Einbindung der Eigentümer\*innen der Gebäude im Planungsgebiet. Nur durch eine hohe Anschlussquote und eine hohe Akzeptanz des Vorhabens kann das Projekt realisiert werden. Ein Wärmenetz ist für die Abnehmer\*innen eine einfache, sichere und somit attraktive Versorgungsart. Ebenso ist der Kontakt zu den Eigentümer\*innen der Solarpotenzialflächen wesentlich. Zunächst muss geprüft werden, ob die Flächen überhaupt für eine etwaige Nutzung zur Verfügung stehen. In Abbildung 36 ist eine **beispielhafte Potenzialfläche** aufgezeigt. Es gibt aber noch andere potenzielle Flächen in der Nähe der Ortsgemeinde.

Ein möglicher Projektzeitenplan für den Aufbau des Wärmenetzes ist in Abbildung 37 dargestellt. Dabei wurde der Aufbau des Netzes in einem Maßnahmenpaket abgewickelt. Die genaue Definition der Maßnahmenpakete und ein detaillierter Zeitplan können im Rahmen der Machbarkeitsstudie (Modul 1 - BEW) erarbeitet werden.

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Beantragung der BEW-Förderung (Modul 1)	■							
Beginn der BEW Machbarkeitsstudie (Modul 1)		■						
Abschluss der BEW-Machbarkeitsstudie (Module 1)			■					
Entscheidung zum Aufbau eines Wärmenetzes			■					
Beantragung der BEW-Förderung (Modul 2)			■					
Beginn Maßnahmenpaket 1			■	■				
Ausführungsplanung			■	■	■			
Bauphase				■	■	■	■	
Betriebsbeginn					■			■

Abbildung 37: Potenzieller Projektzeitenplan für den Aufbau eines Wärmenetzes im Ortsteil Kalenborn

Der Energiemix des Wärmenetzes besteht aus der Wärme einer Freiflächen-Solarthermieranlage und einer Wasser-Wasser Wärmepumpe. Über einen saisonalen Erdbeckenspeicher kann die Wärme der Auslastung der Solarthermieranlage deutlich gesteigert werden. Im Folgenden wird das System grob ausgelegt. Eine genauere Auslegung des Systems mit Spitzenlast und Redundanz kann im Rahmen der BEW-Machbarkeitsstudie durchgeführt werden.

Mit Anbetracht einer Sanierungsrate von 2,5%/a ergibt sich ein Wärmeverbrauch von knapp 3 GWh/a für das Planungsgebiet im Jahr 2045. Da es innerhalb des Fokusgebiets keine leitungsgebundene Wärmeversorgung gibt und somit keine Realwerte zu den Wärmeverbräuchen vorliegen, ist der reale Wärmeverbrauch innerhalb des Gebiets aufgrund der notwendigen Annahmen mit einer entsprechenden Unschärfe versehen. Nicht inkludiert sind Gebäude, die bereits mit einer Wärmepumpe heizen und dessen Verbrauchsdaten nicht vorhanden sind. Diese Gebäude werden sich kurzfristig nicht an ein Wärmenetz anschließen. Bis 2045 könnte aber auch für diese Gebäude ein Anschluss an ein Wärmenetz sinnvoll werden.

In Deutschland werden Solarthermie-Anlagen bislang nur zur Unterstützung von Wärmenetzen in Kombination mit fossilen oder biogenen Energieträgern eingesetzt. In Dänemark gibt es bereits Wärmenetze, in denen Solaranlage und Wärmepumpe in Kombination mit einem Erdwärmespeicher bis zu 93% des Wärmeverbrauchs des Netzes abdecken. Ein reiner Einsatz von Solarthermie und Wärmepumpe bleibt bislang noch aus, da eine Spitzenlasterzeugung im Winter durch eine Wärmepumpe schwierig zu dimensionieren ist. Für die Auslegung der Energiezentrale wird allerdings die Annahme getroffen, dass die Kombination aus Solarthermie und Wärmepumpe das Wärmenetz auch im Winter zu 100% versorgen. Im Zuge einer Machbarkeitsstudie kann über die Anwendung detaillierter Lastprofile und Erzeugung einer Jahresdauerlinie die Auslegung optimiert werden. Gegebenenfalls ist eine Spitzenlasterzeugung und Absicherung durch einen Biomassekessel oder eine Biomasse KWK-Anlage im Zuge einer intelligenten KWK (iKWK) notwendig. Diese genauen Abstimmungen müssen im Zuge einer Machbarkeitsstudie erörtert werden. [58]

Die Solarthermieanlage speist die Wärmemenge in den Erdwärmespeicher und die Wärmepumpe nutzt diese Wärmemenge zur Speisung des Netzes. Durch die Wärmepumpe wird die Rücklauftemperatur und somit die Effizienz der Solaranlage erhöht. Im Sommer wird der COP der Wärmepumpe sehr hoch ausfallen (etwa bei 9-10). Im Winter wird der Speicher entladen, sodass die Speichertemperatur und somit der COP der Wärmepumpe immer weiter abnehmen. Im Jahresdurchschnitt wird ein COP von 5 angenommen.

Die technischen und wirtschaftlichen Daten des Wärmenetzbetriebs sowie die relevanten Kennziffern des Untersuchungsgebiets sind in Tabelle 22 aufgeführt. Das Verteilnetz besteht aus einer Trassenlänge von ca. 2,7 km, wobei eine Hauptringleitung etwa 1,7 km beträgt. Die Wärmepumpen weisen eine Leistung von etwa **2x500 kW** und die Solarthermieanlage eine Leistung von **3,7 MW** auf einer Fläche von **1,3 ha** auf. Der Erdbeckenspeicher benötigt etwa eine Speicherkapazität von **1,5 GWh/a** und somit ein Volumen von **20.000 m³**, damit dieser etwa 60% der Wärmeerzeugung der Solarthermieanlage speichern kann. Die Wärmeverluste im Wärmenetz liegen bei diesem System etwa bei **200 MWh/a**.

Tabelle 22: Technische und wirtschaftliche Daten zum potenziellen Wärmenetz im Ortsteil Dümpelfeld

Vorhandene Energieinfrastruktur	Heizöl	Scheitholz	Flüssiggas	Holzpellets
Gebäude mit Heizungssystem <sup>6</sup>	65%	61%	20%	6%
Überwiegender Energieträger	65%	10%	21%	4%
Gebietsgröße	Absoluter Wärmebedarf	Relativer Wärmebedarf VG	Energieeinsparpotenzial	Nutzungspotenzial Solarthermie
15,5 ha	4,1 GWh/a	4,1%	2,3 GWh/a	>10 GWh/a
Technische Daten Wärmenetz		Einsparungen von THG-Emissionen	Kosten	Förderung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2x0,5 MW<sub>th</sub> Wärmepumpe (0,6 GWh<sub>el</sub>/a)</li> <li>• 3,7 MW Solarthermie (2,4 GWh/a, 1,3 ha)</li> <li>• 1,5 GWh/a Erdbeckenspeicher (20.000 m³, &lt;0,5 ha)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ca. 10.000 t CO<sub>2e</sub> bis 2045</li> <li>• Einsparung von 94% der jährlichen THG-Emissionen des Wärmesektors des</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investitionskosten Wärmenetz: ca. 6.900.000 €</li> <li>• Investitionskosten: Energiezentralen: ca. 4.700.000 €</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau der Wärmenetzinfrastruktur: 5</li> <li>• 4.600.000 €</li> <li>• Betriebskostenförderung: 1.300.000 €</li> </ul>

<sup>6</sup> In Gebäuden können mehrere Heizungssysteme betrieben werden, daher liegt die Summe über 100%

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ca. 2,7 km Trassenlänge (jeweils für Vor- und Rücklauf), davon 1,7 km Hauptleitung</li> </ul>		Untersuchungsgebiets <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsparung von 4% der jährlichen THG-Emissionen des Wärmesektors der VG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebskosten bis 2045: ca. 1.400.000 €</li> </ul>	
Anzahl Wärmeversorgungsobjekte	Geschätzte Anzahl Einwohner*innen	Kosten Wärmeversorgung 2025 pro Person	Kosten Wärmeversorgung 2045 pro Person	
155	403	2.400 €/a	1.000 €/a	

### Ergebnisse

Die erforderlichen Investitionskosten für die Wärmeinfrastruktur liegen etwa im Bereich von rund **11.600.000 €**. Den Großteil der Kosten verursacht die Infrastruktur (60%) und für die Energiezentralen werden nur 40% der Kosten benötigt. Von diesen Kosten können etwa 4.600.000 € durch eine BEW-Förderung abgedeckt werden. Die Betriebs- und Energiekosten bis zum Zieljahr 2045 belaufen sich auf rund **1.400.000 €**. Für diese Kosten kann eine Förderung von rund 1.300.000 € geltend gemacht werden. Die übrigen Gesamtkosten bis zum Jahr 2045 abzüglich der Förderung belaufen sich somit auf rund **7.000.000 €**. Angenommen das Wärmenetz wird bis 2045 linear aufgebaut und die **Amortisation soll im Jahr 2050 erfolgen**, so liegen die Wärmegestehungskosten etwa bei **0,11 €/kWh**, für den Fall, dass sich alle Verbraucher innerhalb des Netzgebiets an das Netz anschließen. Sinkt die Anschlussrate auf 50%, bei gleichbleibender Trassenlänge und angepasstem Erzeugerpark, steigen die Wärmegestehungskosten allerdings auf **0,18 €/kWh**. Somit ist die Anschlussquote eine sensitive Stellgröße und eine hohe Anschlussquote ist für einen rentablen Betrieb entscheidend. Bei dieser Rechnung sind keine Zinsen und keine Inflation mit einkalkuliert. Verglichen mit dem Heizölpreis, der vor allem durch die CO<sub>2</sub>-Besteuerung bis zum Zieljahr ansteigen wird, ergibt dies eine günstigere Versorgungsalternative zumal auch keine Kosten mehr für neue Heizungen und Schornsteinfeger\*innen anfallen. Ebenfalls ist die Installation von neuen Heizölheizungen nach dem aktuellen Stand der Gesetzgebung ein Auslaufmodell.

Für die Endkunden werden die Kosten für die Wärmeversorgung in diesem Szenario bei einer Anschlussquote von 100% langfristig günstiger. Bei dem berechneten Nahwärmepreis liegen die **durchschnittlichen jährlichen Wärmeversorgungskosten pro Person bei etwa 900 € im Jahr 2045**. Dies liegt vor allem am geringeren Wärmeverbrauch. Bis zum Jahr 2045 werden allerdings Kosten für den Heizungstausch und etwaige Sanierungsmaßnahmen auf die Eigentümer\*innen zukommen. Diese Kosten fallen aufgrund der Individualität im Gebäudebestand unterschiedlich aus. Ebenfalls steigen die durchschnittlichen jährlichen Wärmeversorgungskosten pro Person mit sinkender Anschlussquote. Im Gegenzug zur Nahwärmeverversorgung würde eine Vollversorgung des Fokusgebiets im Jahr 2045 mit Heizöl unter Anbetracht der Preisprognose für Heizöl (19 ct/kWh im Jahr 2045) und der Prognose des CO<sub>2</sub>-Preises für Heizöl (7 ct/kWh im Jahr 2045) zu jährlichen Wärmeversorgungskosten pro Person von rund 2.200 € im Jahr führen.

Der Aufbau eines solchen Wärmenetzes in der Ortsgemeinde Kalenborn würde einen wichtigen Meilenstein in der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung der Verbandsgemeinde bedeuten. Durch den Aufbau des Wärmenetzes können etwa 94% der jährlichen Treibhausgasemissionen des Wärmesektors im entsprechenden Untersuchungsgebiet und 4% bezogen auf die gesamte VG eingespart werden. Durch die Einsparung von Treibhausgasemissionen leistet die Ortsgemeinde einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Ebenfalls wird somit eine regionale und autarke Energieinfrastruktur aufgebaut, die frei von Einflüssen auf dem Energiemarkt betrieben wird. Nicht zuletzt durch das Hochwasser im Jahr 2021 hat sich gezeigt, dass der Umstieg von fossilen Brennstoffen zu regenerativen Energieträgern unumgänglich ist.

### Ausblick

In einer BEW-Machbarkeitsstudie muss eine detailliertere Auslegung des Systems durchgeführt werden und die Themen Spitzenlast, Redundanz und Netztemperatur entsprechend eingeplant werden. Ein solares Wärmenetz ist zudem nur möglich, wenn die entsprechenden Flächen vorgehalten werden müssen. Neben einem solaren Wärmenetz ist auch ein passives kaltes Wärmenetz wie in der Ortsgemeinde Rech möglich. In diesem Fall würden keine Flächen für Energiezentralen benötigt und die Investitionskosten wären deutlich geringer. Dafür würden die Anschaffungskosten der dezentralen Wärmepumpen für die einzelnen Haushalte ansteigen.

## 6.3 Maßnahmensteckbriefe

Neben den Maßnahmen zum Auf- und Ausbau von Wärmenetzen sind weitere Maßnahmen notwendig, um das Ziel einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu ermöglichen. In diesem Kapitel werden alle Maßnahmen in Form von Maßnahmensteckbriefen aufgeführt. Die einzelnen Maßnahmen werden untereinander priorisiert. Dabei entspricht die Prioritätsstufe P1 der höchsten Priorität. In Tabelle 23 werden alle Maßnahmen aufgelistet. Wenn möglich werden die Kosten für die Maßnahmen abgeschätzt. In Abbildung 38 werden die Maßnahmen auf einem Zeitstrahl grob eingeteilt und somit der zeitliche Ablauf der kommunalen Wärmewende in der Verbandsgemeinde Altenahr dargestellt. Die Maßnahmen werden in folgende Handlungsfelder und Typen unterteilt:

### Handlungsfelder

- A. Energieinfrastruktur/ Heizungstechnologie
- B. Energieeinsparungen
- C. Aufbau Erneuerbarer Energien
- D. Strategische Steuerung

### Typ

- I. Technisch-bauliche Maßnahmen
- II. Organisatorische, politische und sozio-ökonomische Maßnahmen

Vor allem zu den Themen Sanierung und Erneuerbare Energien gibt es bereits einige ausgearbeitete Maßnahmen im Integrierten Klimaschutzkonzept (IKSK). Besonders wichtige Maßnahmen werden hier nochmal aufgegriffen, allerdings nur mit einem entsprechenden Verweis vermerkt. Ansonsten wurde grundsätzlich auf die Doppelung von Maßnahmen aus dem IKSK verzichtet. Alle anderen Maßnahmen werden in Steckbriefen nachfolgend aufgeführt und im Zeitstrahl dargestellt.

Tabelle 23: Auflistung aller Maßnahmensteckbriefe

Nummer	Handlungsfeld	Typ	Prioritätsstufe	Titel	Verweis auf IKSK
1	A	II	P1	Finanzierung der Wärmewende	-
2	A	I	P3	Transformationsplan Stromnetz	-
3	A	II	P1	Wärmedialog	-
4	B	II	P2	Sanierungskampagne	-
5	B	II	P2	Erarbeitung eines Sanierungskatalogs	-
6	B	II	P2	Energiesparberatung	V16 im IKSK
7	B	II	P2	Wärmeschutz	P01 im IKSK
8	A	II	P1	Heizung mit Zukunft	P02 im IKSK
9	B	II	P2	Umwelt- und Energieberatung – Energieeffizienz	U01 im IKSK
10	C	I	P3	Erneuerbare Energien – kommunale Einrichtungen	V05 im IKSK
11	C	I	P3	Erneuerbare Energien	P03 im IKSK
12	D	II	P3	Klimaschutzkooperationen	V02 im IKSK
13	C	I	P3	Aufbau von Windenergieanlagen	-
14	C	I	P3	Aufbau von FFPV-Anlagen	-
15	D	II	P2	Schaffung einer Personalstelle für das Thema kommunale Wärmewende	-
16	D	II	P3	Netzwerktreffen Nachbarkommunen	-
17	D	II	P2	Erstellung einer Online-Karte	-
18	D	II	P2	Controlling der relevanten Faktoren	-



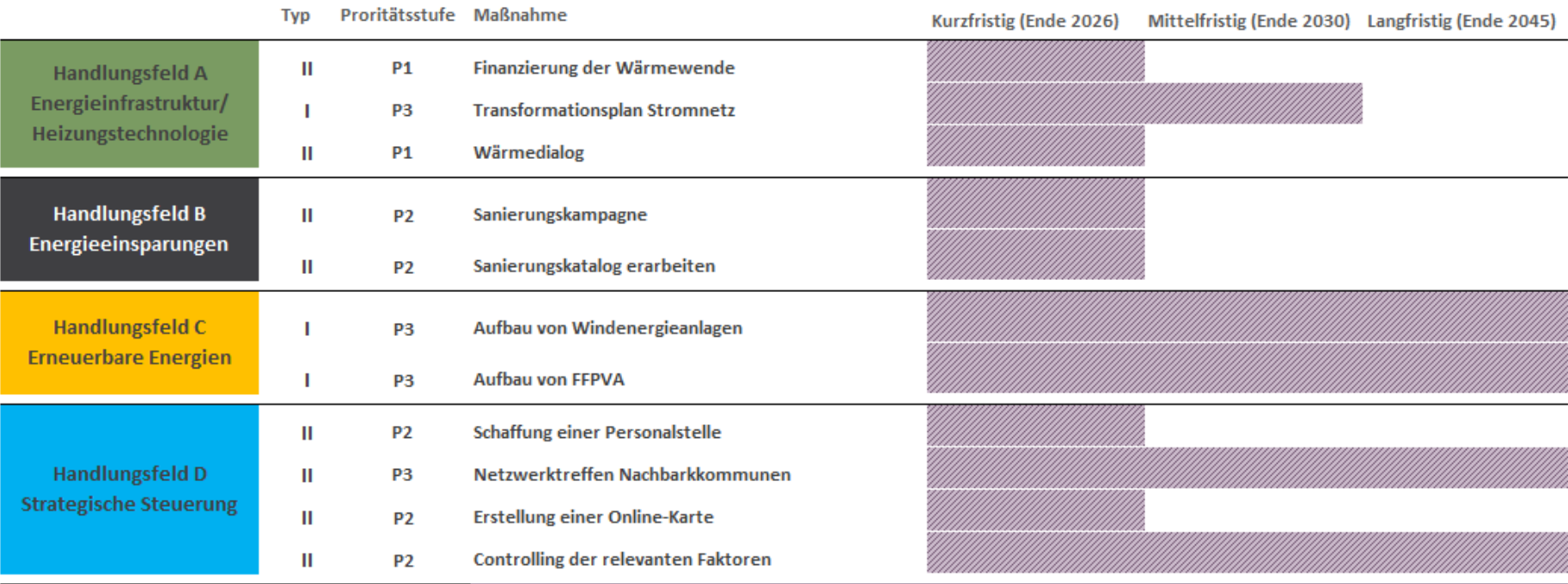


Abbildung 38: Zeitliche Anordnung der jeweiligen Maßnahmen der Wärmewende

	Num-mer	Handlungsfeld	Typ	Prioritätsstufe	
	1	A	II	P1	
Titel/ Name					
Finanzierung der Wärmewende					
Verantwortliche & Beteiligte			Kosten		
Verbandsgemeinde Altenahr ggf. evm, AÖR-Energie, Eifel Energiegenossenschaft eG, Bürgerenergiegenossenschaften, Stadtwerke Bonn, (Regionale) Kreditinstitute, u.v.m.			Beispielhafte Kosten für eine BEW-Machbarkeitsstudie (Modul 1) mit 40% Förderung ca. 50.000 € - 150.000 €.		
Projektbeginn			Projektabschluss		
kurzfristig			Kurzfristig (Ende 2027)		
Benefits					
Durch staatliche Förderungen können notwendige Maßnahmen zum Aufbau neuer Energieinfrastrukturen teilweise vom Bund, vom Land oder der EU übernommen werden. Somit kann die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen zum Aufbau eines Wärmenetzes stark verbessert werden.					
Beschreibung					
<p>Die Finanzierung der Wärmewende ist ein entscheidender Faktor, um die nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung in der Verbandsgemeinde Altenahr zu gewährleisten. Für den Aufbau von Wärmenetzinfrastrukturen sind <b>hohe Anfangsinvestitionen</b> notwendig, die zunächst abschreckend wirken. Schon in der Planungsphase können hohe 5- bis 6-stellige Kosten entstehen. Insofern ist der Erhalt entsprechender Förderungen sowie die Akquise von Investor*innen essenziell.</p> <p>Die Wärmewende in der Verbandsgemeinde Altenahr kann durch verschiedene <b>Fördermittel</b> unterstützt werden. Dazu gehören bundesweite Programme wie die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) und KfW-Förderungen. Europäische Fonds, wie der ELER (Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums), könnten ebenfalls Mittel bereitstellen.</p> <p>Mögliche <b>Betreiberformen</b> umfassen kommunale Wärmegegesellschaften, genossenschaftliche Modelle oder private Unternehmen in Kooperation mit der Gemeinde. Diese Betreiberformen können zu einer dezentralen und effizienten Wärmeversorgung führen. Wichtig ist, dass für die Antragstellung der BEW-Förderung das gleiche Rechtssubjekt die Förderung für Modul 2 beantragt wie für Modul 4.</p> <p>Investoren spielen eine entscheidende Rolle bei der finanziellen Unterstützung. Hierzu zählen <b>private Investoren</b>, die an nachhaltigen Projekten interessiert sind, sowie <b>öffentliche Finanzierungsmodelle</b> durch die Gemeinde. Partnerschaften mit Energieversorgern oder Beteiligungen durch Bürger*innen können ebenfalls zur Finanzierung beitragen.</p> <p>Für <b>Investoren</b> gibt es viele Gründe, eine Investition in den Aufbau von Wärmenetzen zu tätigen. Die politischen Rahmenbedingungen mit Subventionen zur Reduzierung der Anfangsinvestition und vereinfachten Genehmigungsverfahren sowie Steuererleichterungen verbessern die Rentabilität und bauen administrative Hürden ab. Durch politische Verpflichtungen zur Erreichung einer Treibhausgasneutralität bis 2045 und damit einhergehenden Förderung von erneuerbaren Energien ergibt sich eine langfristige Planungssicherheit, wodurch die Attraktivität weiter gesteigert wird. Das wachsende öffentliche Interesse an Wärmenetzen trägt ebenfalls dazu bei, die Bedingungen für eine rentable Investition langfristig zu sichern. [59]</p> <p>Auch für die eigenen vier Wände können <b>Förderung zur Unterstützung in der Energiewende</b> genutzt werden. Über die BEG-Förderung kann über eine Austauschprämie der Wechsel von Ölheizungen auf eine Wärmepumpe oder moderne Biomasseanlage mit 45% gefördert werden. Über das Heizungsoptimierungsprogramm (HOP) der</p>					





BAFA können Maßnahmen wie hydraulischer Abgleich und der Austausch alter Heizungspumpen gegen hoch-effiziente Pumpe mit bis zu 30% gefördert werden. Die Anschaffungs- und Installation von effizienter Mess- und Regelungstechnik ist ebenfalls förderfähig.

Auch für die **Sanierung der Gebäudehülle** und anderer Bauteile des Eigenheims können Förderungen über die BEG beantragt werden. Dabei erhalten förderfähige Einzelmaßnahmen prinzipiell eine Förderung von 20%. Je nach erreichtem Effizienzhaus sind auch Förderungen von 35%-45% möglich. Über verschiedene KfW Programme können ebenfalls zinsgünstige Kredite und Zuschüsse für Sanierungsmaßnahmen und die Erneuerung der Heizungsanlage beantragt werden. Ebenfalls ist der Anschluss an ein Wärmenetz förderfähig. [52] [60] [61]

Die Klärung der Finanzierung der Wärmewende ist entscheidend, um eine nachhaltige und zukunftsfähige Wärmeversorgung zu gewährleisten und den Umstieg auf erneuerbare Energien in der Verbandsgemeinde Altenahr erfolgreich umzusetzen.

### Referenzbeispiel

Die Bestandsprojekte in Rech, Altenburg und Marienthal dienen als ideale Referenzbeispiele bezüglich Finanzierung, Förderung und Betreiberform

	Num-mer	Handlungsfeld	Typ	Prioritätsstufe	 <b>SWECO</b>
	2	A	I	P3	
Titel/ Name					
Transformationsplan Stromnetz					
Verantwortliche & Beteiligte			Kosten		
Westnetz GmbH Verbandsgemeinde Altenahr			Kosten für die Transformation werden im Zuge der Planerstellung ermittelt und vom Netzbetreiber getragen.		
Projektbeginn			Projektabschluss		
Kurzfristig			Mittelfristig (Ende 2030)		
Benefits					
Durch einen Transformationsplan werden die notwendigen Erfordernisse bezüglich des Stromnetzausbaus und der Netzverstärkung/ Netzsanierung identifiziert sowie entsprechende Schritte, um diesen Erfordernissen gerecht zu werden. Dies ermöglicht die lokale Integration erneuerbarer Energien und elektrischer Wärmeerzeuger.					
Beschreibung					
<p>Die <b>zunehmende Elektrifizierung</b> des Wärmesektors bei gleichzeitiger Elektrifizierung der Mobilität führen zu einem stark erhöhten Strombedarf in der Zukunft. Diesem erhöhten Strombedarf muss in der Erzeugung und Verteilung entsprechender Kapazitäten Rechnung getragen werden.</p> <p>Die Westnetz GmbH überprüft diese Kapazitäten in regelmäßigen Abständen. Die Ergebnisse dieser Überprüfung sowie die ggf. daraus resultierenden Änderungen sollten an die Verbandsgemeinde und deren Ortsgemeinden weitergetragen werden. Gleichzeitig ist es wichtig, dass die Ortsgemeinden und die Verbandsgemeinde ihre Bestrebungen im Bereich der Wärmetransformation mit der Westnetz GmbH in regelmäßigen Abständen kommunizieren. So kann rechtzeitig für <b>ausreichend Kapazität</b> im Stromnetz bei einer erhöhten Elektrifizierung der Wärmerversorgung gesorgt werden.</p> <p>Eine Möglichkeit, um diese Überlegungen festzuhalten, kann ein <b>Netztransformationsplan</b> bilden. Dabei können notwendige Maßnahmen identifiziert werden, um auch in Zukunft einen versorgungssicheren und unterbrechungsfreien Stromnetzbetrieb zu gewährleisten.</p> <p>Die Maßnahmen, die sich aus dem Transformationsplan ergeben, können auf den Ausbau des Netzes, die Verstärkung des Netzes und die Sanierung des Bestandsnetzes abzielen. Der Einsatz regelbarer Ortsnetz Trafos für eine intelligente und automatisierte Regelung des Netzes wird ein wesentlicher Bestandteil sein. Zur Verringerung eines aufwendigen Netzausbaus ist eine intelligente Kommunikation zwischen Erzeugung und Verbrauch notwendig.</p> <p>Der Netztransformationsplan gibt auch den zeitlichen Ablauf der zu treffenden Maßnahmen vor. Dabei sollte durchgehend der Stand der Elektrifizierung der Wärmeversorgung im Blick behalten werden. Verantwortlich und kostenträgend für die Netztransformation ist die Westnetz GmbH als <b>Netzbetreiber</b>.</p> <p>Durch die Stromnetztransformation ist es möglich, auf lokaler Ebene erneuerbare Energien und Wärmepumpen verstärkt ins Netz zu integrieren. Das Ziel ist es, die Stromerzeugung, die in Zukunft immer mehr fluktuierenden Schwankungen unterliegen wird, mit dem Stromverbrauch, der vor allem in den Abend- und Winterstunden zunehmen wird, zusammenzubringen.</p>					
Referenzbeispiel					
Die Transformation des Stromnetzes ist ein Thema, das nicht zuletzt durch die angestrebte Wärme- und Verkehrswende alle deutschen Kommunen betrifft. Siehe als Beispiel folgenden Ratsantrag [62]					

	Num-mer	Handlungs-feld	Typ	Prioritätsstufe	<b>SWECO</b>
	3	A	II	P1	
Titel/ Name					
Wärmedialog					
Verantwortliche & Beteiligte				Kosten	
Verbands- und Ortsgemeindeverwaltungen				Individuell je nach Anzahl und Umfang der Ver-anstaltungen und des Engagements vor Ort.	
Projektbeginn				Projektabschluss	
Kurzfristig				Kurzfristig (Ende 2026)	
Benefits					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aktivierung der Bevölkerung, die Wärmetransformation im eigenen Haus anzugehen</li><li>• Versetzt die Bevölkerung in die Lage, aus allen Optionen, die für sie am besten passende auszuwählen</li><li>• Erhöht die Erfolgswahrscheinlichkeit der Wärmewende enorm</li><li>• Vorbeugen von Verunsicherung in der Bevölkerung</li></ul>					
Beschreibung					
<p>Der Erfolg der Wärmewende ist abhängig davon, dass die Bevölkerung der VG Altenahr die Aufgabe der Trans-formation ihrer Heizungssysteme annimmt. Um sie bei der Wahl ihrer neuen Heizungssysteme bestmöglich zu unterstützen, sollten gezielte <b>Informationsangebote</b> zur Verfügung stehen. Der Wärmedialog ist die zentrale Maßnahme, um die Bürger der Verbandsgemeinde Altenahr aktiv über die Wärmewende zu informieren und zu beteiligen.</p> <p>Der Wärmedialog könnte im Rahmen regelmäßiger Informationsveranstaltungen, Workshops und Diskussions-runden in den Ortsgemeinden (OGs) stattfinden. Diese Veranstaltungen bieten eine Plattform für den Austausch von Informationen und für die weitere Planung.</p> <p>Um die Bürger in den Ortsgemeinden zu erreichen, können verschiedene <b>Kommunikationswege</b> genutzt wer-den, darunter Flyer, Plakate, lokale Medien, Social-Media-Kanäle und direkte Einladungen zu den Veranstaltungen. Eine Zusammenarbeit mit Schulen, Vereinen und anderen örtlichen Institutionen, wie beispielsweise dem Klima-Stammtisch Ahr kann ebenfalls hilfreich sein.</p> <p>Die Verantwortung für den Wärmedialog kann von der Gemeindeverwaltung übernommen werden. Zusätzlich können lokale Energieagenturen, Umweltverbände und Bürgerinitiativen eingebunden werden, um eine breite Basis der Unterstützung zu gewährleisten.</p> <p>Die Veranstaltungen des Wärmedialogs sollen primär die Themen Nahwärme und Wärmepumpen umfassen. Zu den Inhalten gehören:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Einführung in Nahwärme: Was ist Nahwärme, wie funktioniert sie, und welche Vorteile bietet sie für die Gemeinschaft?</li><li>- Einführung in Wärmepumpen: Funktionsweise, Effizienz und Einsatzmöglichkeiten von Wärmepumpen.</li><li>- Best-Practice-Beispiele: Erfolgreiche Projekte aus anderen Gemeinden werden durch Ortsansässige vorgestellt</li><li>- Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten: Vorstellung und Erklärung der verfügbaren Förderprogramme.</li><li>- Interaktive Diskussionen: Raum für Fragen, Meinungen und Austausch von Ideen und Bedenken der Bürge*innen</li></ul>					

Denkbare **Partner** für den Wärmedialog sind lokale Energieberater, Umweltorganisationen, wissenschaftliche Institute, Unternehmen aus der Branche der erneuerbaren Energien sowie öffentliche Einrichtungen. Eine enge Kooperation mit diesen Partnern kann die Expertise und Ressourcen der Veranstaltungen erheblich erweitern.

Durch den Wärmedialog wird eine breite Beteiligung und informierte **Entscheidungsfindung** geschaffen, die maßgeblich zur erfolgreichen Umsetzung der Wärmewende in der Verbandsgemeinde Altenahr beiträgt. Die Erfolgchancen der Maßnahme steigen, wenn die Veranstaltungen in den einzelnen Ortsgemeinden in Zusammenarbeit mit lokalen **Multiplikatoren** durchgeführt werden und der finanzielle Anreiz, der sich aus den Themen Nahwärme und Wärmepumpe ergibt, herausgestellt wird. In der Verbandsgemeinde, vor allem in der Ortsgemeinde Rech gibt es bereits eine Menge Expertise und ehrenamtliches Engagement zu dem Thema, welches idealerweise auch in den anderen Ortsgemeinden zugänglich gemacht wird.

### Referenzbeispiel

Ein ähnliches Vorgehen, dass die Themen Nahwärme und Wärmepumpe koppelt und verschiedene Ortsgemeinden innerhalb einer Verbandsgemeinde auf möglichst individuellem Weg anspricht hat es bisher deutschlandweit nicht gegeben. Es gibt allerdings sehr wohl ähnliche Modelle, in denen es vor allem um das Thema Wärmepumpe geht.

Booster Kampagne des Bundesverbands Wärmepumpe e.V. zusammen mit BEST FRIEND [63]

	Nummer	Handlungsfeld	Typ	Prioritätsstufe	
	4	B	II	P2	
Titel/ Name					
Durchführen einer Sanierungskampagne					
Verantwortliche & Beteiligte				Kosten	
Verbandsgemeindeverwaltung Altenahr				0 - 12.500 €	
Projektbeginn				Projektabschluss	
Kurzfristig				Kurzfristig (Ende 2026)	
Benefits					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aktivierung privater Eigentümer*innen durch gezielte Information</li><li>• Wertschöpfung und Beschäftigung, wenn die Maßnahmen von lokalen Handwerksbetrieben umgesetzt werden</li><li>• Reduzierung von THG-Emissionen und Einsparung von Kosten für die Bürger*innen</li><li>• Wichtiger Baustein zur Erreichung der Klimaziele</li></ul>					
Beschreibung					
<p>Ein- und Zweifamilienhäuser machen einen hohen Anteil der Wohngebäude in der VG Altenahr aus, die in der Regel von den Eigentümer*innen selbst bewohnt werden. Für eine <b>Sanierungsentscheidung</b> fehlen nicht selten neben den finanziellen Mitteln auch Informationen darüber, wie und in welchem Umfang Energie eingespart werden kann, welche <b>Sanierungsmaßnahmen</b> sinnvoll sind und wo sie gezielte Beratung erhalten. An dieser Stelle ist die Durchführung einer Sanierungskampagne sinnvoll, um die Eigentümer*innen in der Verbandsgemeinde zu aktivieren.</p> <p>Generell gilt, der Erfolg der Kampagne steigt mit der Intensität und Individualität des Kontaktes zu den Bürger*innen. Damit steigen allerdings ebenfalls personeller Aufwand und finanzielle Ressourcen. In jedem Fall sollten alle gängigen Kanäle genutzt werden wie beispielsweise Lokalpresse, Amtsblätter, soziale Medien und Stände bei lokalen Veranstaltungen. Einzu beziehen sind dabei die betroffenen Dienstämter und Verwaltungen der Ortsgemeinden sowie lokale Handwerksbetriebe und Energieberater*innen.</p> <p>Die Kampagne sollte folgende Aspekte beinhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Informationen zur <b>Sensibilisierung</b>: Welche Vorteile hat eine Sanierung? Welche Sanierungsmöglichkeiten und welche Förderungen bestehen? Was beinhaltet eine Energieberatung und an welche Stellen kann man sich wenden?</li><li>- Eine kostenlose und unabhängige <b>Erstberatung</b>, idealerweise durch externe Berater*innen</li><li>- Angebote der <b>Verbraucherzentralen</b></li><li>- <b>Präsentation</b> erfolgreicher Sanierungen in der Kommune</li><li>- <b>Wettbewerb</b></li></ul> <p>Dabei sind Sanierungskampagnen mit unterschiedlichen Budgets möglich. Mit geringem Budget ist es von Vorteil, an möglichst vielen bestehenden Angeboten anzudocken. Als Beispiel gilt der Gebäudeenergiecheck der Verbraucherzentrale. Es müssen lediglich personelle Ressourcen für die öffentliche Bewerbung sowie die Annahme von Anmeldungen und Terminplanung bereitgestellt werden. Durch zusätzliche selbst finanzierte Maßnahmen, wie eine Gewinnauslosung unter den Teilnehmenden erhält die Kampagne noch eine persönliche Note. Diese zusätzlichen Benefits lassen sich häufig sogar durch Sponsoring, Spenden oder Stiftungsmittel finanzieren.</p> <p>Umfangreiche Kampagnen, bei denen die Eigentümer*innen nach persönlicher Einladung durch die Kommune von Energieberater*innen aufgesucht und beraten werden, verursachen Sachkosten in Höhe von circa bis zu 12.500 €, versprechen hingegen eine höhere Sanierungswahrscheinlichkeit bei den Bürger*innen. Damit werden die Produktion und Verteilung von Informationsmaterial sowie die Kosten der Berater*innen abgedeckt. In der</p>					





Verwaltung sollten Stellen geschaffen oder genutzt werden für die Öffentlichkeitsarbeit. Der Zeitaufwand liegt etwa bei 2-3 Wochen in Vollzeit in einem Zeitraum von 2-3 Monaten. Dabei sind keine branchenspezifischen Vorkenntnisse notwendig. Für die Sanierungskampagne sollte die Verbandsgemeinde den Fokus auf Siedlungsbereiche mit besonders hohem Sanierungspotenzial legen. [64]



Die Veranstaltungen können ebenfalls an den Wärmedialog angedockt werden. Wie im Wärmedialog gilt auch hier, dass die Erfolgschancen der Kampagne steigen, wenn die Veranstaltungen in den einzelnen Ortsgemeinden durchgeführt werden und der finanzielle Anreiz hinter nachhaltigen Investition in die eigenen vier Wände herausgestellt wird.



#### Referenzbeispiel

Kampagne „gut beraten sanieren!“ des Landkreises Osnabrück [65]

Energiekarawanen [66]



	Num-mer	Handlungs-feld	Typ	Prioritätsstufe	 <b>SWECO</b>
	5	B	II	P2	
Titel/ Name					
Erarbeitung eines Sanierungskatalogs					
Verantwortliche & Beteiligte				Kosten	
Verbandsgemeindeverwaltung Altenahr				-	
Projektbeginn				Projektabschluss	
Kurzfristig				Kurzfristig (Ende 2026)	
Benefits					
<p>Erhöhung der Sanierungswahrscheinlichkeit und somit Reduzierung des Endwärmebedarfs privater Gebäude durch transparente Information und Hilfestellung.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Reduzierung der Wärmeversorgungskosten</li><li>• Einsparung von Treibhausgasemissionen</li></ul>					
Beschreibung					
<p>Die Wärmewende ist eine komplexe und kostenintensive Aufgabenstellung. Je höher der Wärmebedarf ist, desto größer sind die regenerativen Wärmeerzeugungskapazitäten, die zur Zielerreichung einer dekarbonisierten Wärmeversorgung aufgebaut werden müssen. Dies führt nicht nur zu aufwendigen infrastrukturellen Maßnahmen und Kosten auf Seiten der Kommunen und Netzbetreiber, sondern auch zu hohen Kosten für die Endnutzer. Um diese Kosten zu senken und gleichzeitig Treibhausgase im Wärmesektor einzusparen, ist es wichtig, den Wärmebedarf so weit wie möglich zu reduzieren. Mit <b>energetischen Sanierungsmaßnahmen</b> kann der Wärmebedarf im Eigenheim deutlich reduziert werden. Darunter zählen die energetische Modernisierung der Fenster, die energetische Dachsanierung, die Verbesserung der Dämmung im Keller sowie an den Außenwänden und der Einbau einer neuen Heizungs- und Lüftungsanlage. Die Kosten für diese Maßnahmen sind abhängig von vielen Aspekten der Gebäudestruktur. Welche Maßnahmen in welcher Tiefe sinnvoll und kosteneffizient sind, ist für Hausbesitzer*innen in der Regel nur schwer zu identifizieren. Eine gebäudespezifische Energieberatung ist meist das einzige Mittel zur Wahl. Leider ist das Angebot für qualitative Energieberatungen begrenzt und gleichzeitig die Hürde zur aktiven Entscheidung für eine Energieberatung in vielen Fällen aus diversen Gründen zu hoch.</p> <p>Durch einen <b>Sanierungskatalog</b>, in dem Gebäudetypen klassifiziert werden und für jeden Gebäudetypen standardisierte Maßnahmen, Kostenschätzungen und Reduzierungseffekte des Wärmebedarfs aufgelistet werden, kann großflächig über die Möglichkeiten der Sanierung informiert werden. Dieses <b>niedrigschwellige Informationsangebot</b> sorgt für eine höhere Mobilisierung der Bevölkerung im Bereich der energetischen Gebäudesanierung. Für das Aufstellen eines solchen Katalogs sollte die Verbandsgemeindeverwaltung mit Expert*innen der Branche zusammenarbeiten. Auch wenn die Maßnahme nicht das höchste Prioritätslevel erhält, so kann doch direkt mit der Erarbeitung begonnen werden, da eine Reduzierung des Wärmebedarfs in allen zukünftigen Entwicklungen von Bedeutung ist und je früher eine entsprechende Sanierungsinitiative stattfindet, desto höher sind die Kosten- und Treibhausgaseinsparungen und desto höher ist der Beitrag zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung.</p>					
Referenzbeispiel					
<p>Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) bietet ein Zertifizierungsmodell mit verschiedenen Nutzungsprofilen an. Die Nutzungsprofile beziehen sich allerdings auf Nutzungsfunktionen der Gebäude und weniger auf typische Bauteilkonstellationen. Entscheidend ist eine Klassifizierung, die auf die Gebäude in der Verbandsgemeinde zugeschnitten ist. [67]</p> <p>Sanierungsratgeber der Energieagentur Rhein-Sieg [68]</p>					



	Num-mer	Handlungs-feld	Typ	Prioritätsstufe	 <b>SWECO</b>
	13	C	I	P3	
Titel/ Name					
Aufbau von Windenergieanlagen					
Verantwortliche & Beteiligte				Kosten	
Verbandsgemeinde Altenahr Potenzielle Projektentwickler				Investitionskosten für 25 MW (ca. 50 GWh/a) Ca. 28.000.000 €	
Projektbeginn				Projektabschluss	
Kurzfristig				Langfristig (Ende 2045)	
Benefits					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Regionale Bereitstellung von Stromerzeugungskapazitäten zur Stabilisierung des lokalen Netzbetriebs bei gleichzeitiger Zunahme der Stromverbräuche.</li><li>• Einsparungen von Treibhausgasemissionen im Stromsektor.</li><li>• Unabhängige lokale Energieerzeugung</li></ul>					
Beschreibung					
<p>Zum Ausgleich der Verbrauchszunahme im Stromsektor, ist es notwendig lokale Stromerzeugungsstrukturen zu schaffen. Um den zukünftigen Strombedarf äquivalent mit Windenergieanlagen zu erzeugen, benötigt es bei angenommenen konservativen 2.000 Volllaststunden im Jahr etwa einen Zubau von 25 MW, wobei der zukünftige Strombedarf für Elektromobilität noch nicht inkludiert ist. Angenommen es würden 5 Windenergieanlagen mit 5 MW und einer Nabenhöhe von 150-200 m zum Einsatz kommen entspricht dies einem Investitionsvolumen von rund 28.000.000 €. Die jährlichen Betriebskosten liegen etwa bei 55 €/kW. Somit kommen im Betrieb nochmal jährlich etwa 1.400.000 € Kosten hinzu. Dies gilt nur als <b>Beispielrechnung</b>. Natürlich können auch mehr oder weniger Kapazitäten aufgebaut und beliebig mit anderen regenerativen Stromerzeugern kombiniert werden. Die <b>realen Kosten</b> hängen von vielen verschiedenen Faktoren ab und können sich von durch Durchschnittswerte errechneten Kosten abweichen. Eine besonders sensible Stellgröße ist neben den infrastrukturellen Aspekten des Standorts vor allem die <b>Windausbeute</b>. [69]</p> <p>Der Aufbau von Windparks ist aufwendig und geht mit langen <b>Planungs- und Genehmigungsfristen</b> einher. Insofern ist es wichtig und sinnvoll, die Planungen zügig zu beginnen, um möglichst frühzeitig entsprechende regenerative Erzeugungskapazitäten vorhalten zu können.</p> <p>Der Aufbau von Windenergieanlagen ist ein wichtiger Schritt in Richtung Dekarbonisierung des Wärme- und Stromsektors. Mit der obigen Beispielrechnung könnten pro Jahr 27.800 t CO<sub>2e</sub> eingespart werden.</p> <p>Idealerweise tragen Windenergieanlagen und Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Kombination zur regenerativen Stromerzeugung der Verbandsgemeinde bei. So kann über das Jahr gesehen konstanter regenerativer Strom erzeugt werden.</p>					
Referenzbeispiel					
Windenergie ist bundesweit seit vielen Jahren ein wichtiger Baustein in der deutschen Energiewirtschaft und bietet auch in sonnenschwachen Stunden eine regenerative Energieerzeugung.					



	Num-mer	Handlungs-feld	Typ	Prioritätsstufe	
	14	C	I	P3	
Titel/ Name					
Aufbau von Freiflächen-PV-Anlagen					
Verantwortliche & Beteiligte				Kosten	
Verbandsgemeinde Altenahr Potenzielle Projektentwickler				Ca. 1.000 €/kWp	
Projektbeginn				Projektabschluss	
Kurzfristig				Langfristig (Ende 2045)	
Benefits					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Regionale Bereitstellung von Stromerzeugungskapazitäten zur Stabilisierung des lokalen Netzbetriebs bei gleichzeitiger Zunahme der Stromverbräuche.</li><li>• Einsparungen von Treibhausgasemissionen im Stromsektor.</li><li>• Unabhängige lokale Energieerzeugung</li></ul>					
Beschreibung					
<p>Zum Ausgleich der <b>Verbrauchszunahme</b> im Stromsektor, ist es notwendig lokale Stromerzeugungsstrukturen zu schaffen. Die identifizierten Potenzialflächen für Solarthermie können ebenfalls für den Aufbau von Freiflächen-PV-Anlagen genutzt werden.</p> <p>Äquivalent zur Rechnung der Windenergiekapazitäten könnten unter der Annahme von 900 Vollaststunden im Jahr Freiflächen-Photovoltaikanlagen mit einer gesamten Spitzenlast von 55 MWp den zukünftigen Strombedarf aus dem Zielszenario decken, wobei ein erhöhter Strombedarf aufgrund von Elektromobilität noch nicht inkludiert ist. Für eine solche Leistung wäre eine Fläche von rund 55 ha notwendig. Die Anlagen kosten etwa 55.000.000 €. Die realen Kosten hängen von vielen verschiedenen Faktoren ab und können sich von durch Durchschnittswerte errechneten Kosten abweichen.</p> <p>Windenergieanlagen haben im Vergleich zu Freiflächen-Photovoltaikanlagen zwar einen Preisvorteil aufgrund der höheren Vollaststunden, dafür sind die spezifischen Investitionskosten höher. Ebenfalls verursachen Windenergieanlagen höhere Wartungs- und Betriebskosten und sind weniger flexibel in der Standortwahl.</p> <p>Der Aufbau von PV-Anlagen ist ein wichtiger Schritt in Richtung Dekarbonisierung des Wärme- und Stromsektors. 55 MWp installierte PV-Leistung erzeugen etwa 50 GWh Solarstrom pro Jahr und sparen somit etwa 20.800 t CO<sub>2e</sub> pro Jahr ein.</p> <p>Idealerweise tragen Windenergieanlagen und Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Kombination zur regenerativen Stromerzeugung der Verbandsgemeinde bei. So kann über das Jahr gesehen konstanter regenerativer Strom erzeugt werden.</p>					
Referenzbeispiel					
PV ist bundesweit seit vielen Jahren ein wichtiger Baustein in der deutschen Energiewirtschaft und bietet auch in windschwachen Stunden eine regenerative Energieerzeugung.					

	<b>Num-mer</b>	<b>Handlungs-feld</b>	<b>Typ</b>	<b>Prioritätsstufe</b>	<b>SWECO</b> 
	15	D	II	P2	
<b>Titel/ Name</b>					
Schaffung einer Personalstelle in der Verbandsgemeindeverwaltung für das Thema kommunale Wärmewende					
<b>Verantwortliche &amp; Beteiligte</b>				<b>Kosten</b>	
Verbandsgemeinde Adenau				20-40 Wochenstunden	
<b>Projektbeginn</b>				<b>Projektabschluss</b>	
Kurzfristig				Kurzfristig (Ende 2026)	
<b>Benefits</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gezielte Steuerungsmöglichkeit des Wärmewendeprozesses</li> <li>• Erhöhung der Realisierungswahrscheinlichkeit</li> </ul>					
<b>Beschreibung</b>					
<p>Durch die Schaffung einer Personalstelle für das Thema kommunale Wärmewende werden die notwendigen personellen Ressourcen aufgebaut, um die Aufgaben, die sich aus der kommunalen Wärmeplanung ergeben zu initiieren und zu begleiten. Zu den konkreten Aufgaben dieser Stelle gehören unter anderem die Organisation und Durchführung der <b>Evaluation</b> der Maßnahmen, des <b>Monitorings</b>, des <b>Reportings</b>, die <b>Koordination</b> der Fachvertreter*innen, der Aufbau von interkommunalen Netzwerken, die Initiierung von Wärmepumpenkampagne und Sanierungskampagne sowie Begleitung von Sanierungsfahrplänen. Konkret können die Maßnahmen 1, 2, 4-13 und 18-20 von dieser Person gezielt gesteuert und gestartet werden. Der Fokus der Personalie sollte auf der Realisierung der Maßnahmen liegen und möglichst von sonstigen Verwaltungsarbeiten freigestellt sein. Erste Erfahrung auf dem Gebiet hilft ebenfalls, das Thema voranzubringen. Die Personalstunden sollten mindestens im Bereich 20 Stunden pro Woche, idealerweise 40 Stunden pro Woche liegen. Es gibt viele Themen, die bereits kurzfristig bearbeitet werden können.</p> <p>In den Fachämtern der VG Adenau sollten zusätzlich verantwortliche Personen benannt werden, die der zentralen Personalstelle zuarbeiten.</p>					
<b>Referenzbeispiel</b>					
<p>Die Stadt Köln schreibt aktuell eine Stelle zur Steuerung der Beteiligungsprozesse der kommunalen Wärmeplanung aus. Diese Stelle soll gezielt für die Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung aber auch zur Verstetigung der Umsetzungsstrategie eingesetzt werden.</p>					



	<b>Num- mer</b>	<b>Handlungs- feld</b>	<b>Typ</b>	<b>Prioritätsstufe</b>	<b>SWECO</b> 
	16	D	II	P3	
<b>Titel/ Name</b>					
Netzwerktreffen Nachbarkommunen					
<b>Verantwortliche &amp; Beteiligte</b>				<b>Kosten</b>	
Personalstelle Kommunale Wärmewende Zentralabteilung				Personalkosten	
<b>Projektbeginn</b>				<b>Projektbeginn</b>	
Kurzfristig				Kurzfristig (Ende 2026)	
<b>Benefits</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermöglichen von interkommunalen Lösungen und gemeinsamen Betrieb von Wärmesystemen.</li> <li>• Austausch von Erfahrungen in der Umsetzung der kommunalen Wärmewende</li> </ul>					
<b>Beschreibung</b>					
<p>Die kommunale Wärmeplanung in der jetzigen Form bezieht sich auf den Wärmeabsatz und die Potenziale innerhalb der Grenzen der VG Altenahr und dafür wurden Szenarien und Maßnahmen entwickelt. Vor allem in Bezug auf den Aufbau neuer Infrastrukturen und Energiezentralen, ist eine <b>Abstimmung</b> mit direkten Nachbarkommunen sinnvoll. Insbesondere die weitere Herangehensweise im Bereich der <b>Kläranlage Dümpelfeld</b> sollte in enger Abstimmung mit der VG Adenau abgestimmt werden.</p> <p>Sinnvoll wäre ein Netzwerktreffen, welches zweimal im Jahr abgehalten wird, idealerweise erstmalig kurz nach Abschluss der kommunalen Wärmeplanung. Dafür sollte die in Maßnahmensteckbrief 17 vorgesehene Personalstelle die Kommunikation mit den Nachbarkommunen suchen und eine Lenkungsgruppe mit den wichtigen Vertretern der einzelnen Fachbereiche der verschiedenen Kommunen initiieren.</p> <p>Der Austausch zwischen den einzelnen Kommunen kann über die Erfahrungen in der Umsetzung der kommunalen Wärmewende, im Aufbau von Wärmeinfrastrukturen und im Umgang mit Problemstellungen und Schwierigkeiten hilfreich sein.</p>					
<b>Referenzbeispiel</b>					
<p>„Das bundesweit aktive WärmeWendeKommune-Netzwerk (WWK-Netzwerk) fördert die Zusammenarbeit von Kommunen im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung (KWP). Es macht ihr individuellen Erkenntnisse nutzbar. Mitglieder sind Kommunen, die in der Kommunalen Wärmeplanung aktiv sind und die Wärmewende lokal vorantreiben.“ [70]</p>					

	Num-mer	Handlungs-feld	Typ	Prioritätsstufe	 <b>SWECO</b>
	17	D	II	P2	
Titel/ Name					
Erstellung einer Online-Karte					
Verantwortliche & Beteiligte				Kosten	
Verbandsgemeinde Altenahr				Lizenzmodell ca. 5.000 €-20.000 € pro Jahr je nach Anforderung Ca. 20.000 € - 60.000 € je nach Anforderung	
Projektbeginn				Projektabschluss	
Kurzfristig				Kurzfristig (Ende 2026)	
Benefits					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Schaffung eines Controlling Tools zur Erfolgskontrolle der KWP</li><li>• Erhöhung der Transparenz innerhalb der Verwaltung und gegenüber den Bürger*innen</li></ul>					
Beschreibung					
<p>Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung werden in Form dieses Berichts sowie georeferenzierten Daten und Auswertungen dem Auftraggeber übergeben. Die GIS-Daten wurden genutzt, um in einem internen GIS-Modell Analysen und Auswertungen durchzuführen. Die zugrundeliegenden Daten können im Anschluss an die KWP in ein eigenes <b>GIS-Modell</b> der Verbandsgemeinde integriert werden.</p> <p>Zusätzlich sollte dieses GIS-Modell online über die Projektseite eingebunden werden und für alle Bürger*innen der VG den Fortschritt der Wärmewende und die aktuelle Energieinfrastruktur <b>datenschutzkonform</b> darstellen. Dazu können die Anwendungen verschiedener Dienstleister in Form von Lizenzmodellen genutzt werden. Ebenfalls ist der Erarbeitung eines eigenen Modells in Kooperation mit einem Dienstleister möglich.</p> <p>Die Online-Karte sollte über eine Art Dashboard-Funktion verfügen. Für die Anwender*innen ist es so möglich für verschiedene Bereiche der VG (Baublöcke, Ortsgemeinden, Ortsteile, etc.) Energiekennwerte wie Wärmebedarf, Sanierungsstand, Anteil der Heizenergieträger oder Ausbaustand der Nahwärme zu erhalten.</p> <p>Auch für die <b>Erfolgskontrolle</b> der kommunalen Wärmeplanung kann dieses Tool genutzt werden. So können automatische Energie- und Treibhausgasbilanzen verknüpft und die wesentlichen Indikatoren verfolgt werden.</p>					
Referenzbeispiel					
Geoportal der Stadt München zur kommunalen Wärmeplanung. Hier ist allerdings nur die Zonierung dargestellt und die Energiekennwerte fehlen. [71]					

	Num- mer	Handlungs- feld	Typ	Prioritätsstufe	
	18	D	II	P2	
Titel/ Name					
Controlling der relevanten Faktoren					
Verantwortliche & Beteiligte				Kosten	
Personalstelle Kommunale Wärmewende Zentralabteilung, Bauabteilung				Personalkosten	
Projektbeginn				Projektabschluss	
Kurzfristig				Langfristig (Ende 2045)	
Benefits					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Erhöhung der Realisierungswahrscheinlichkeit durch regelmäßige Erfolgskontrolle und Reporting</li><li>• Durch die regelmäßige Information und Einbindung der Öffentlichkeit, der Politik und der Fachakteure, wird die Akzeptanz gesteigert</li></ul>					
Beschreibung					
<p>Ziel eines kontinuierlichen Controllings ist es, die Umsetzung der klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2045 sicherzustellen und zu kontrollieren. Dazu müssen die relevanten <b>Indikatoren</b> identifiziert und regelmäßig überprüft werden. Die im Zuge der KWP identifizierten möglichen Indikatoren sind:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Endenergieverbrauch pro Kopf [kWh/a]</li><li>• THG-Emissionen pro Kopf [t CO<sub>2e</sub>/a]</li><li>• Anteil der Energieträger am Wärmeverbrauch [%]</li><li>• Aktuelle jährliche Sanierungsrate [%]</li><li>• Anschlussrate Wärmenetz [%]</li><li>• Ausbaustand der Wärmenetze [km, MW]</li><li>• Zubau-Geschwindigkeit von Wärmepumpen [kW/a]</li></ul> <p>Die geschaffene <b>Personalstelle</b> kann diese Indikatoren mit Hilfe der <b>Online-Karte</b> darstellen. Durch regelmäßige Aktualisierung der Daten kann der Erfolg der Wärmeplanung kontrolliert und Maßnahmen entsprechend angepasst werden. Zu empfehlen ist eine jährliche <b>Aktualisierung</b> der Daten und Anpassung der Ziele. Die jährliche Aktualisierung sollte im Zuge eines Monitoringberichts veröffentlicht werden.</p> <p>Ebenfalls sollten die Ergebnisse der einzelnen Maßnahmen kontrolliert und die verwendeten Ressourcen der einzelnen Maßnahmen jährlich neu evaluiert werden.</p> <p>Die <b>Veröffentlichung und Berichterstattung</b> sind dabei entscheidend für die <b>Akzeptanz</b> des Konzeptes. Eine transparente Kommunikation über Fortschritte und Herausforderungen unterstützt die Öffentlichkeit sowie Entscheidungsträger dabei, den aktuellen Stand der Wärmeplanung nachzuvollziehen und ggf. nachzusteuern. Die Kommunikation erfolgt dabei <b>zielgruppenspezifisch</b>. Für die Öffentlichkeit bieten sich bspw. Veröffentlichungen auf der Projekthomepage und die Aktualisierung der Online-Karte an. Neuigkeiten sollten zudem über den Presseverteiler und Social-Media beworben und ebenfalls über die Kanäle der einzelnen Ortsgemeinden geteilt werden. Die Information der Politik erfolgt über Statusberichte in den entsprechenden Gremien, wohingegen Fachakteure direkt angesprochen und durch spezifische Projektdokumentationen fachlich ins Bild gerückt werden. Die Veröffentlichung eines zentralen Monitoringberichts ist ebenfalls sinnvoll.</p>					
Referenzbeispiel				Aufgrund der jungen Gesetzeslage rund um die KWP fehlen bislang noch Erfahrungswerte aus den Controllingkonzepten anderer Kommunen.	

## 7 Verstetigung und Controlling

Im vorangegangenen Kapitel wurden die Maßnahmen zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 für die VG Altenahr aufgezeigt. Zur Sicherstellung dieser Zielerreichung ist eine kontinuierliche Kontrolle und eine Verstetigung innerhalb der Verbandsgemeindeverwaltung, der Politik, der Bevölkerung und der beteiligten Fachakteure essenziell. Dies macht deutlich, dass die Wärmeplanung mit der Konzeptfertigstellung nicht abgeschlossen, sondern als fortlaufender Prozess zu verstehen ist.

Die Verstetigungsstrategie dient dazu die Umsetzung des erarbeiteten Konzepts und dessen Ziele über die Zeit sicherzustellen. Sie beschreibt die erforderlichen Schritte, um das Konzept in die bestehenden Strukturen zu integrieren sowie dynamisch an sich verändernde Rahmenbedingungen anzupassen.

Das Controlling-Konzept dient ebenfalls der dauerhaften Sicherstellung der Zielerreichung des Konzeptes. Hierbei geht es jedoch um die kontinuierliche und effektive Erfolgskontrolle der relevanten Faktoren auf allen Ebenen und in allen Bereichen der im Konzept betrachteten Aspekte. Es werden konkrete Indikatoren, Strukturen und Abläufe geschaffen, um den Grad der Zielerreichung zu evaluieren und daraus Rückschlüsse ziehen zu können.

Ziel der Verstetigung ist es daher zum einen, die erfolgreiche Umsetzung der entwickelten Maßnahmen und den damit verbundenen Zielsetzungen sicherzustellen, zum anderen sollen initiierte Strukturen oder Maßnahmen langfristig gesichert, weiterentwickelt und in einen dauerhaften Zustand überführt werden.

Verstetigung erfordert daher eine frühzeitige Planung, eine klare Zielsetzung, eine regelmäßige Evaluation, eine gute Dokumentation, eine breite Beteiligung und Vernetzung der relevanten Akteure sowie eine nachhaltige Finanzierung und Förderung.

Im Folgenden werden Handlungsempfehlungen zur Verstetigung, zum Monitoring und zur Kontrolle der Prozesse und Vorgänge zur Erreichung der Ziele der kommunalen Wärmeplanung beschrieben.

### 7.1 Rechtliche Bindung der kommunalen Wärmeplanung

Vor dem Beschluss der kommunalen Wärmeplanung ist es erforderlich den Wärmeplan der Öffentlichkeit vorzulegen und somit über die Ergebnisse des Wärmeplans zu informieren und die Möglichkeit zur Einsichtnahme und Stellungnahme von mindestens 30 Tagen zu gewährleisten (§13 Absatz 4 WPG).

Der Wärmeplan stellt ein **informelles strategisches Planungsinstrument** dar, welches allein **keine rechtliche Bindung** hat. Die optionale Ausweisung von Gebieten zum Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen oder als Wasserstoffnetzausbaugebiet würde die Ergebnisse in einen bindenden Rahmen gießen. Die Entscheidung erfolgt grundstücksbezogen (§26 Absatz 1 WPG). Der Beschluss über die Ausweisung der Gebiete, stellt allerdings keine Verpflichtung dar die entsprechende Infrastruktur innerhalb des Gebiets zu errichten, auszubauen oder zu betreiben. Sie verpflichtet die planungsverantwortliche Stelle jedoch dazu, die Gebietsausweisung bei Bauleitplanungsverfahren, oder anderen öffentlichen flächenbedeutsamen Planungen im Rahmen des Abwägungsprozessen zu berücksichtigen (§27 Absatz 2 WPG). Ebenfalls tritt durch die Ausweisung §71 des GEG frühzeitig für Gebäude innerhalb von Wärmenetzgebieten in Kraft.

Eine Ausweisung von Wärmenetzgebieten sollte allerdings erst **nach der weiteren Analyse durch eine Machbarkeitsstudie** stattfinden und nur wenn eine klare Entscheidung für den Aufbau der entsprechenden Infrastruktur getroffen wurde und entsprechende Investoren und Betreiber gefunden wurden.

Die formelle Ausweisung erhöht bei den betroffenen Gebäude- bzw. Wohnungseigentümer\*innen und den beteiligten Fachakteuren die **Planungssicherheit** und somit auch die Aussichten auf eine erfolgreiche Umsetzung. Um die Anschlussquote an ein Wärmenetz zu erhöhen, kann im Fall, dass ein Wärmenetz aufgebaut wird, eine **Wärmesatzung** sinnvoll sein, die ein **Anschlussgebot** mit Ausnahmetatbestand vorsieht. Somit haben die Eigentümer\*innen immer noch die Möglichkeit sich für andere Technologien zu entscheiden, werden aber automatisch an das Netz angeschlossen, sollte bis dahin keine Veränderung vorgenommen worden sein.

### 7.2 Verstetigung innerhalb der Verbandsgemeindeverwaltung

Die Schaffung von institutionalisierten Gremien, Netzwerken oder Kooperationen, die die Zusammenarbeit und den Austausch der beteiligten Akteure fördern und koordinieren, ist essenziell. Diese genannten Formate sind auf die jeweilige Zielgruppe thematisch zugeschnitten. Darüber hinaus ist die Einbindung der Wärmeplanung in die **kommunale Gesamtplanung**, in die Verbandsgemeindeverwaltung und die Eigenbetriebe sowie

weiteren externen Akteuren wesentlich, um die politische Unterstützung und die Verankerung in den Verwaltungsstrukturen ganzheitlich zu sichern.

Im Rahmen der Konzepterarbeitung wurde eine **Steuerungsgruppe** eingerichtet (vgl. Kapitel 2.3). Es empfiehlt sich diese Strukturen auszubauen und zu verstetigen. Die Zusammenstellung der Steuerungsgruppe ist bei Bedarf nochmals zu evaluieren. Sie sollte sich mindestens zusammensetzen aus der Verwaltungsspitze sowie Vertretern aus dem Bereich Klimaschutz und Bauverwaltung sowie ggf. relevanten Leitungsnetzbetreibern. Die Steuerungsgruppe sollte sich in regelmäßigen Abständen zum Umsetzungsstand austauschen, um mögliche Hemmnisse sowie Fortschritte in der Maßnahmenumsetzung zu diskutieren. Hier wäre bspw. ein quartalsweiser Turnus sinnvoll. Die Steuerungsgruppe kann bei Bedarf, wie bereits im Rahmen der Konzepterstellung, durch weitere interne wie auch externe Akteure aus der Privatwirtschaft erweitert werden. Zu spezifischen Fragestellungen kann fachlicher Input über Fachbüros hinzugezogen werden. Darüber hinaus sollten aktuelle Entwicklungen im Bereich kommunale Wärmeplanung mit den Nachbarkommunen ausgetauscht werden. Hierfür bietet sich ebenfalls das Format eines **regelmäßigen Vernetzungstreffens** an. Hier bietet sich ein halbjähriger Turnus an. Im Anschluss an die KWP sollten möglichst kurzfristig Ersttermine stattfinden. Die Ergebnisse sind regelmäßig über die relevanten Ausschüsse oder den Verbandsgemeinderat an die Politik weiterzugeben.

Weiterer zentraler Baustein ist eine **nachhaltige gesicherte Finanzierung** der Maßnahmen als auch der ggf. erforderlichen **Personalstelle**. Dazu müssen langfristig Haushaltsmittel bereitgestellt und Förderangebote regelmäßig gesichtet und bewertet sowie Partner aus der Privatwirtschaft in den Umsetzungsprozess eingebunden werden.

Wie eingangs erwähnt, sind die genannten Strukturen und Prozesse keine starren Gebilde, sondern müssen sich kontinuierlich an die Bedürfnisse und Erwartungen der unterschiedlichen Zielgruppen, sich ändernde finanzielle, klimatische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen sowie an neue Erkenntnisse aus der Praxis und der Wissenschaft anpassen.

### 7.2.1 Verstetigung innerhalb der einzelnen Planungsebenen

Die kommunale Wärmeplanung ist ein weiterer Baustein in den Bestrebungen der Verbandsgemeinde Altenahr zur Erreichung einer Klimaneutralität bis 2045 [72, p. 10]. Die bereits bei übergeordneten Prozessen, wie das Integrierte Klimaschutzkonzept, definierten Ziele und Maßnahmen müssen dementsprechend berücksichtigt und ggf. in Konsens gebracht werden. Wichtig ist es, dass Prioritäten bei Zielkonflikten zwischen den Maßnahmen zur Umsetzung des kommunalen Wärmeplans und weiteren tangierenden Vorhaben in der kommunalen Entwicklung gesetzt und entsprechende thematische und personelle Schnittstellen geschaffen werden.

Für nachgeordnete formelle Instrumente, wie Bebauungspläne oder informelle Instrumente, wie energetische Quartierskonzepte und Machbarkeitsstudien, ist der kommunale Wärmeplan eine wichtige Leitlinie. Zudem formuliert der Wärmeplan Anforderungen an Netzplanungen, an derer sich die Energieversorger und Leitungsnetzbetreiber, Investoren oder Wohnungsbaugesellschaften langfristig orientieren können.

Zusammenfassend ist es für einen ganzheitlich betrachteten kommunalen Wärmeplanungsprozess essenziell, dass alle relevanten Informationen aus allen Planungsebenen und bereits existierenden Konzepten berücksichtigt werden.

### 7.2.2 Verantwortlichkeiten

Es sollte frühzeitig eine Festlegung von Verantwortlichkeiten und Ansprechpartner\*innen für das Thema der kommunalen Wärmewende erfolgen. Gleichzeitig muss das Thema strukturell in die Verwaltung integriert werden. Das heißt, dass finanzielle und personelle Kapazitäten bereitgestellt sowie klare Abläufe und Hierarchien festgelegt werden müssen.

Es wird daher empfohlen, **eine Personalstelle zu schaffen**, welche das Thema kommunale Wärmewende hauptverantwortlich betreut und die zentrale Ansprechperson zu diesem Thema darstellt. Im Rahmen der Konzepterstellung fungierte die **Zentralabteilung als zentrale Koordinierungsstelle**, es ist daher naheliegend die Verantwortlichkeiten im Umsetzungsprozess so weiterzuführen. Alternativ würde sich eine Übertragung auf den Fachbereich der Bauabteilung anbieten.

Zu den konkreten Aufgaben dieser Stelle gehören unter anderem die Organisation und Durchführung der Evaluation der Maßnahmen, des Monitorings, des Reportings, die Koordination der Fachvertreter\*innen, sowie



der Aufbau von ggf. interkommunalen Netzwerken, usw. Hier geht es insbesondere um die übergeordneten Aspekte des Controllings. Auf der Ebene sind hohe Synergieeffekte mit Maßnahmen aus dem **Klimaschutzkonzept** zu erwarten. Schnittmengen bzw. Überschneidungen von Aufgabenbereichen (u. a. die Erstellung von Treibhausgasbilanzen und den daraus resultierenden Indikatoren) müssen zeitlich und inhaltlich aufeinander abgestimmt werden, um der Dopplung von Zuständigkeiten und Arbeitsaufwand vorzubeugen.

In den einzelnen Dienststellen und Fachämtern der Verbandsgemeinde sind ebenfalls verantwortliche Personen zu benennen, die fachspezifische Aufgaben zur kommunalen Wärmewende übernehmen. Dazu gehören beispielsweise die Prüfung von Monitoring Prozessen in den jeweiligen Fachbereichen, die Anpassung an neue Rahmenbedingungen (Gesetzgebung, Technologie etc.), die Aktualisierung der Grundlagendaten und -informationen, die Identifikation neuer Indikatoren und deren Vorbereitung zur Nutzung sowie eine konstante Bewertung der Maßnahmenumsetzung. Relevante verwaltungsinterne Akteure sind u. a. der Fachbereich Planen und Bauen und die Verbandsgemeindewerke.

In gemeinsamen Arbeitsgruppen und -kreisen muss regelmäßig eine Abstimmung über die Ergebnisse der Tätigkeiten der verschiedenen Akteure und der benannten Verantwortlichen erfolgen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sind dann wiederum in den Prozess der Umsetzung zu integrieren und die entsprechenden Aspekte anzupassen. Das heißt z. B., dass neue Kennwert-Sets integriert werden oder die Erhebung bestehender Indikatoren angepasst wird.

Regelmäßig sollte sowohl in den übergreifenden Arbeitsgruppen als auch bei den Einzelakteuren eine Prüfung der Aktualität der Indikatoren und der Prozesse erfolgen. Evaluationsfrequenz und -Zeitpunkte müssen durch die koordinierende Stelle festgelegt werden.

Ebenfalls wichtig ist die Integration klarer Prozesse zum Umgang mit den Ergebnissen des Monitorings und derer fachlich fundierten Interpretation. Die Verantwortlichkeit innerhalb der Verwaltung für die Umsetzung ermittelter Handlungserfordernisse zur Erreichung des Konzeptziels muss festgelegt werden, um rechtzeitig und effektiv im Rahmen des verfügbaren Budgets, des Personalaufwands sowie der zeitlichen Rahmenbedingungen agieren zu können. Dabei können auch weitere Akteure (z. B. externe Beratungen) einbezogen werden.

### 7.3 Verstetigung in der Öffentlichkeit

Neben der institutionellen Ebene ist für die langfristige Sicherstellung der Zielerreichung des Konzeptes die Akzeptanz und Beteiligung der breiten Bevölkerung ein essenzieller Faktor. Öffentlichkeit ist hier definiert als Kollektiv der Wirtschaft, der Wissenschaft, der organisierten Bürgerschaft sowie der allgemeinen Bevölkerung.

Ziel dabei ist es, zu informieren sowie die Vielfalt der Erwartungen und Bedürfnisse zu dokumentieren, zu berücksichtigen und wenn möglich, entsprechende Anpassungen in der Umsetzung des Konzeptes vorzunehmen.

Der Ansatz für eine effiziente Verstetigung des Konzeptes innerhalb der Gesellschaft basiert daher auf zwei wesentlichen Elementen:

- 1) **Transparente Information:**  
Die Öffentlichkeit muss kontinuierlich und umfassend über den Umsetzungsfortschritt sowie etwaige Anpassungen der Ziele und Maßnahmen, aber auch Erfolge und Herausforderungen informiert werden. Dies geschieht u.a. über ein festgelegtes Reporting (Controlling-Konzept), die Bereitstellung von Informationen über eine Projekthomepage (als Unterseite auf der Webseite der Verbandsgemeinde) sowie klassische Pressearbeit und Social-Media.
- 2) **Aktive Beteiligung:**  
Die Projekthomepage kann ebenfalls als zentrale Anlaufstelle zur digitalen Beteiligung dienen. Durch die Einbindung von Online-Umfragen oder kartenbasierten Abfragen, können die Bürger\*innen und Akteur\*innen ihre Ansichten mitteilen. Ergänzt werden kann dies durch analoge Umfragen. Verschiedene Formen der Partizipation sollten kontinuierlich geprüft und individuell nach Zielgruppe, Zweck und Zeitpunkt im Prozess angewandt werden. Ebenfalls sollten offene Sprechstunden mit den Verantwortlichen in der Verbandsgemeindeverwaltung initiiert werden. Ein Schlüssel zum Erfolg sind zusätzlich Multiplikatoren innerhalb der Ortsgemeinden.

Begleitend sollte die interessierte Fach-Öffentlichkeit aktiv im Rahmen von z. B. Fachbeiräten, Arbeitsgruppen oder Themen- und Maßnahmenbezogenen Workshops die Möglichkeit haben, an der

weiteren Umsetzung zu partizipieren und die Belange der Öffentlichkeit zu repräsentieren. Idealerweise finden solche Veranstaltungen innerhalb der einzelnen Ortsgemeinden statt, um die Menschen vor Ort zu erreichen.

Die methodischen Werkzeuge zur Bearbeitung dieser Elemente liegen in der Verbandsgemeinde zum Teil bereits vor. Darüber hinaus können im Einzelfall weitere externe Dienstleister und Methoden einbezogen und genutzt werden. Denkbar wäre bspw. eine Online-Karte, wo Informationen zum Umsetzungsstand auf Baublockebene veröffentlicht werden. Dies könnten bspw. die Anteile der jeweiligen Energieträger oder der Sanierungsstand auf Baublockebene sein.

### 7.3.1 Fortschreibung

Der Wärmeplan muss spätestens alle fünf Jahre überprüft und fortgeschrieben werden (§ 25 Absatz 1 WGP) und ist bei Bedarf zu überarbeiten und zu aktualisieren. Die Fortschreibung des Wärmeplans ist daher ein wichtiger Schritt der Verfestigungsstrategie. Das finale Planwerk und der Maßnahmenkatalog müssen während des gesamten Umsetzungszeitraums eine Referenz sowohl für die Fachakteure als auch für die Öffentlichkeit darstellen. Zentrales Element zur Zielkontrolle stellt die Energie- und Treibhausgasbilanz dar.

Der Maßnahmenkatalog entwirft einen Fahrplan, der es ermöglicht, die langfristige Entwicklung in planbare Einzelschritte zu gliedern und muss dazu regelmäßig überprüft und angepasst werden. Etwaige gesellschaftliche und klimatische Veränderungen sind ebenfalls zu berücksichtigen. Bestimmte Maßnahmen können angepasst oder entfernt werden, und Ergänzungen im Katalog sind bei Bedarf möglich. Alle im finalen Planwerk vorgelegte Daten müssen zudem regelmäßig aktualisiert werden, um den relevanten Akteuren den aktuellen Zustand der Wärmewende klar darzulegen.

## 7.4 Controlling-Konzept

Ein effektives Controlling bildet die Grundlage für die Sicherstellung, dass die Ziele des Konzeptes der kommunalen Wärmeplanung – klimaneutrale Wärmeversorgung bis 2045 – erreicht werden. Dieses wichtige Ziel erfordert eine kontinuierliche und effektive Erfolgskontrolle der relevanten Faktoren auf allen Ebenen und in allen Bereichen der im Konzept betrachteten Aspekte. Um dies zu gewährleisten, müssen in einem ersten Schritt klare Rahmenbedingungen geschaffen und ein wirkungsvolles Kontrollsystem aufgebaut werden. Dabei ist es nicht das Ziel, einen statischen Apparat zu entwickeln, sondern vielmehr einen dynamischen und anpassungsfähigen Ansatz zu wählen, der auf sich verändernde Gegebenheiten reagieren kann. Im Folgenden werden die drei wesentlichen Elemente eines erfolgreichen Controlling- und Monitoring-Frameworks innerhalb des Konzepts zur kommunalen Wärmeplanung erläutert:

Das Framework bildet den Rahmen für eine kontinuierliche und effektive Erfolgskontrolle der Ziele des Konzeptes zur kommunalen Wärmeplanung. Grundlegend dafür sind

- 1) die Identifikation, die Festlegung und das Monitoring **aussagekräftiger Kennwerte**
- 2) die Schaffung klarer Strukturen und Zuständigkeiten innerhalb der Verwaltung und deren Umwelt (vgl. Kapitel 7.2.2)
- 3) die kontinuierliche Veröffentlichung und Berichterstattung der Daten und Erkenntnisse

### 7.4.1 Monitoring

Monitoring bezeichnet die systematische Erfassung bzw. Messen eines Prozesses oder eines Vorgangs. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist regelmäßig zu erfassen, inwieweit das Ziel des Konzeptes erreicht wird bzw. wie der aktuelle Trend in Bezug auf das Ziel auf der festgelegten Zeitschiene ist. Da dieses Ziel sehr komplex und nicht immer greifbar ist, müssen aussagekräftige Kennwerte identifiziert und festgelegt werden, die den Grad der Zielerreichung repräsentieren und eine Quantifizierung ermöglichen.

#### Festlegung der Indikatoren

Geeignete Indikatoren sind abhängig vom Anwendungsgebiet und können entweder einzeln oder in Kombination betrachtet werden. Eine Einzelbetrachtung stellt z. B. eine Datenreihe über den Zubau von Wärmepumpen im Verbandsgemeindegebiet dar.

Die Erfolgskontrolle verfolgt zwei Ansätze: Einmal die Wirkrichtung von der globalen Ebene hin zu den unteren Ebenen (top-down) als auch von den unteren Ebenen rückwirkend hin zur globalen Ebene (bottom-up). Als zentrales Werkzeug für den top-down-Ansatz kommt die Energie- und Treibhausgasbilanz zum Einsatz.

Der **Bottom-up-Ansatz** erfasst hingegen die Minderungseffekte bzw. den **Umsetzungsgrad einzelner Maßnahmen**, die auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen sind. Auf dieser Ebene ist vor allem auf die Einzelmaßnahmen wie Gebäudesanierungen, Ausbau von Energiezentralen und Wärmenetzen zu achten.

Im Rahmen der Konzepterstellung wurden eine Vielzahl unterschiedlicher Verbrauchsdaten sowie Daten zur Heizstruktur akquiriert, aufbereitet und analysiert. Ein Teil dieser Indikatoren sollte bei der Erfolgskontrolle ebenfalls regelmäßig, im Idealfall im Rahmen einer jährlichen Energie- und Treibhausgasbilanzierung, geprüft werden. Die Daten sind im ersten Schritt auf kommunaler Ebene zu erheben. Folgende Indikatoren sollten für eine fundierte Entscheidungsgrundlage mindestens erhoben werden:

- Endenergieverbrauch pro Kopf [kWh/a]
- THG-Emissionen pro Kopf [t CO<sub>2</sub>e/a]
- Anteil der Energieträger am Wärmeverbrauch [%]
- Aktuelle jährliche Sanierungsrate [%]
- Anschlussrate Wärmenetz [%]
- Ausbaustand der Wärmenetze [km, MW]
- Zubau Geschwindigkeit von Wärmepumpen [kW/a]

Es ist zu empfehlen, die Daten ebenfalls in einem GIS-Modell räumlich zu verorten und auf **Baublockebene, datenschutzkonform** darzustellen. Diese Datenbasis dient im weiteren Verlauf als Entscheidungsgrundlage zur etwaigen Anpassung der definierten Wärmeversorgungsgebiete. Um eine qualitativ hochwertige, objektive und vergleichbare Datengrundlage zu erstellen, sind klare Rahmenbedingungen bei der Datenerfassung, -zusammenführung und -auswertung zu schaffen. Dazu müssen bei den Indikatoren Aspekte wie die Datenquelle, die Auflösung, die Einheit, das Erfassungsintervall oder die Erfassungsmethodik möglichst klar standardisiert und dokumentiert werden. Hier kann sich ein Beispiel an den Daten und Auswertungen im Zuge der Bestandsanalyse der kommunalen Wärmeplanung genommen werden.

Im Rahmen des bottom-up Ansatzes erfolgt eine Maßnahmenspezifische Erfolgskontrolle. Tabelle 24 gibt einen Überblick über die möglichen anzuwendenden Erfolgsindikatoren und Controlling-Instrumente.

Tabelle 24: Indikatoren und Controlling Instrumente der einzelnen Maßnahmen

Nr.	Titel	Indikator	Controlling-Instrument
1	Finanzierung der Wärmewende	Erfolgreiche Bewilligung von Förderungen	Bewilligungsnachweise
2	Transformationsplan Stromnetz	Erfolgreiche Konzepterstellung	Projektdokumentation
3	Wärmedialog	Anzahl durchgeführter Veranstaltungen Besucherzahlen durchgeführter Veranstaltungen Zubaugeschwindigkeit von Wärmepumpen und Wärmenetzen	Veranstaltungsprotokolle Presserklärungen/ Social Media
4	Sanierungskampagne	Anzahl durchgeführter Beratungen Besucherzahlen durchgeführter Veranstaltungen Sanierungsrate [%/a]	Veranstaltungsprotokolle Presseerklärungen/ Social Media

Nr.	Titel	Indikator	Controlling-Instrument
5	Sanierungskatalog mit typischen Gebäudekategorien erstellen	Erfolgreiche Erstellung Sanierungskatalog	Projektdokumentation Katalog
6	Energieeinsparung	V16 im IKS	
7	Wärmeschutz	P01 im IKS	
8	Heizung mit Zukunft	P02 im IKS	
9	Umwelt- und Energieberatung - Energieeffizienz	U01 im IKS	
10	Erneuerbare Energien – kommunale Einrichtungen	V05 im IKS	
11	Erneuerbare Energien	P03 im IKS	
12	Klimaschutzkooperationen	V02 im IKS	
13	Aufbau von Windenergieanlagen	Installierte Leistung [kW]	Projektdokumentation MaStR
14	Aufbau von FFPV-Anlagen	Installierte Leistung [kW]	Projektdokumentation MaStR
15	Schaffung einer Personalstelle für das Thema kommunale Wärmewende	Wochenstunden eingesetztes Personal	Presseerklärung/ Social Media
16	Netzwerktreffen Nachbarkommunen	Anzahl durchgeführter Veranstaltungen	Besprechungsprotokolle
17	Erstellung einer Online-Karte	Aufrufe der Online-Karte	Begleitdokumentation
18	Controlling der relevanten Faktoren	Beschriebene Indikatoren Monitoring	Monitoring Bericht, Online-Karte

#### 7.4.2 Veröffentlichung und Berichterstattung

Ein wichtiger Grundpfeiler für die Akzeptanz und auch den Erfolg der gesetzten Ziele ist die effiziente Kommunikation rund um das Thema des Konzeptes. Hierzu gehört zum einen eine zielgruppenangepasste Information über die Inhalte, Absichten und Ziele der Strategie zur kommunalen Wärmeplanung, inklusive der Hintergründe und weiterführender Quellen. Zum anderen – vor allem im Kontext des Controlling-Frameworks – sind eine transparente Dokumentation und effiziente Berichterstattung essenzielle Elemente für die Sicherstellung des Erfolgs.

Eine transparente Dokumentation und umfassende Berichterstattung zeigen sowohl die Erfolge als auch die Versäumnisse im Hinblick auf die angestrebten Ziele. Sie helfen der Öffentlichkeit, der Verwaltung und der Politik den aktuellen Stand der Umsetzung nachzuvollziehen und bei Bedarf zu handeln. Regelmäßige Berichte bieten die Möglichkeit Trends zu identifizieren und das Vorgehen und die Prozesse zu evaluieren.

Maßnahmen-spezifische Formate zur Berichterstattung sind in Tabelle 24 definiert. Empfehlungswerte zielgruppenspezifischer Formate sowie die Frequenz der Veröffentlichungen sind in den jeweiligen Maßnahmen-steckbriefen beschrieben. Im Rahmen der jeweiligen Berichterstattung, sollten zudem die Trägheit des Systems sowie die erforderlichen Zeiträume für die Akkumulation ausreichend großer Datenmengen für deren valide Interpretation (Trends etc.) berücksichtigt werden.

Die Berichterstattung sollte zumindest auf der kommunalen Internetpräsenz eingebunden werden. Darüber hinaus können georeferenzierte Indikatoren und Datenreihen in einer Online-Karte integriert werden, welche

der Verwaltung zur internen Nutzung dient, sowie der Öffentlichkeit zur Nachverfolgung des Standes der kommunalen Wärmeplanung.

#### 7.4.3 Dynamische Anpassung

Ein wichtiger Aspekt des Controllings ist weiterhin die dynamische Anpassung des Konzepts an die sich kontinuierlich verändernden Rahmenbedingungen. Das Erstkonzept ist in der Regel mit seiner Fertigstellung bereits veraltet. Die festgehaltene Bestandssituation, die Indikatoren als auch die Maßnahmen müssen daher kontinuierlich evaluiert und adaptiert werden. Dabei zu berücksichtigen sind im Bereich der kommunalen Wärmeplanung vor allem die dynamische Situation der regulatorischen Rahmenbedingungen und Förderangebote sowie bei den Möglichkeiten der technischen Umsetzung. Hier ist eine stetige Beobachtung der Marktsituation sowie der finanziellen und personellen Vorgaben erforderlich. Weiterhin ist eine regelmäßige Anpassung des Konzeptes und des Controllings an die verwaltungstechnisch bedingten Strukturen wichtig. Die Verantwortlichkeit für die stetige und dynamische Anpassung liegt sowohl bei der hauptverantwortlichen Stelle für die kommunale Wärmewende als auch bei den Vertreter\*innen der beteiligten Fachbereiche.



## 8 Zusammenfassung

Die kommunale Wärmeplanung ist ein **informelles Planungsinstrument zur strategischen Entwicklung der Wärmeversorgung** in der Verbandsgemeinde Altenahr. Langfristiges Ziel ist eine klimaneutrale Wärmeversorgung des Gebäudebestandes bis zum Jahr 2045. Dieses übergeordnete Ziel, die Konzeptinhalte als auch die Verpflichtung zur Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung für Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohner\*innen bis spätestens zum Jahr 2028, sind im **Wärmeplanungsgesetz** verbindlich vorgegeben.

Der Wärmeplan, als informelles Planungsinstrument, hat **keine rechtliche Bindung**. Der Verbandsgemeinde Altenahr steht es frei, einzelne Gebiete zum Neubau von Wärmenetzen auszuweisen. Nachfolgend werden die Ergebnisse der einzelnen Konzeptbausteine zusammengefasst wiedergegeben.

### **Bestands- und Potenzialanalyse (Kapitel 3 & 4)**

Im Zuge der **Bestands- und Potenzialanalyse** wird für die Verbandsgemeinde ein **Wärmebedarf von ca. 100 GWh/a** festgestellt. In diesem Wärmeverbrauch ist der Verbrauch der aktuell in der Verbandsgemeinde installierten Wärmepumpen aufgrund fehlender Daten nicht inkludiert. Das technische Potenzial zur Nutzung regenerativer Wärme und Energieeinsparungen liegt im Vergleich bei **1.300 GWh/a**, wobei Potenziale wie Geothermie und Umweltwärme nicht quantifiziert werden konnten. Somit kann theoretisch die gesamte Verbandsgemeinde mit regenerativer Wärme versorgt werden, allerdings gilt es einen sozioökonomisch sinnvollen Weg zu finden, die Potenziale nutzbar zu machen. Der Schwerpunkt des Potenzials liegt in der Nutzung solarthermischer Energie. Für die KWP sind vor allem die **solar- und geothermischen Potenziale sowie die Sanierungspotenziale relevant**. Die Wärmedichtekarte zeigt, dass sich prinzipiell viele Ortsgemeinden für den Aufbau einer kalten Nahwärmelösung eignen.

### **Zielszenario (Kapitel 5)**

Im Zuge der Szenarienentwicklung wurden Gebiete identifiziert, die sich zum Auf- und Ausbau von Wärmenetzen eignen. Neben den **Bestandswärmenetzen** in **Rech, Altenburg und Marienthal** befinden sich bereits Wärmenetze in **Dernau, Mayschoß und Liers** im Aufbau oder in der Planung. In **Altenahr, Hönningen und Kalenborn** sind aufgrund der erhöhten Wärmedichte oder des erhöhten solaren Potenzials **Prüfgebiete** identifiziert worden, in denen eine tiefergehende Analyse empfohlen wird, um zu prüfen, ob der rentable Betrieb eines Wärmenetzes möglich ist und welche Betriebsweisen sinnvoll sind. Zur Prüfung können im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung **BEW-Machbarkeitsstudien** durchgeführt werden.

Die restlichen Gebiete eignen sich entweder für den Aufbau **dezentraler Erzeugungsstrukturen** durch Luft-Wasser-Wärmepumpen oder Sole-Wasser-Wärmepumpen (Erdwärme) oder für die Versorgung mittels eines **kalten passiven Wärmenetzes**, welches durch geothermische Bohrungen gespeist wird, in Kombination mit dezentralen Wasser-Wasser Wärmenetzen. Für den Aufbau eines kalten Nahwärmenetzes sollte die Wärmedichte innerhalb der Ortsteile mindestens 175 MWh/ha\*a betragen. In Abbildung 9 ist die jeweilige Wärmedichte der Gebiete und somit die Eignung für ein kaltes Nahwärmenetz dargestellt.

In jedem Versorgungsfall ist die **Wärmepumpe** die Schlüsseltechnologie auf dem Weg zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung. Vor allem dezentrale Wärmepumpen werden den Heizungsbereich in der Verbandsgemeinde in Zukunft dominieren.

Die durchschnittlichen **jährlichen Wärmeversorgungskosten der Bürger\*innen werden im Zielszenario bis zum Jahr 2045 voraussichtlich um 30-50% reduziert**, was vor allem an der Wärmebedarfsreduktion, dem Wegfall von Kosten für Schornsteinfeger und dem günstigen Betrieb der dezentralen Wärmepumpen liegt. Hauseigentümer\*innen sollten allerdings mit Investitionsrückstellungen für den Austausch der Heizungen und etwaige Sanierungsmaßnahmen kalkulieren.

### **Sanierung**

Für den Verlauf des zukünftigen Wärmeverbrauchs wird die Annahme getroffen, dass die Sanierungsrate entsprechend dem Energieeinsparungs-Szenario im Klimaschutzkonzept mindestens bei **2,5%/a** liegt. Die Wärmebedarfsreduktion bis 2045 liegt somit bei rund 32 GWh/a (32%). Dieses Ziel gilt es in den nächsten Jahren zu verfolgen.

## **Maßnahmen (Kapitel 6)**

Zur Erreichung des Zielszenarios wurden 18 Maßnahmen entwickelt und in Maßnahmensteckbriefen beschrieben (7 davon stammen aus dem Klimaschutzkonzept). Die Maßnahmen sind aufgeteilt in Typ I *Technisch-bauliche Maßnahmen* und Typ II *Organisatorische, politische und sozio-ökonomische Maßnahmen* und wurden den Handlungsfeldern zugeordnet.

Für die Verbandsgemeinde werden drei **Fokusgebiete** identifiziert, in denen die weiteren Schritte prioritär zu behandeln sind. Die Fokusgebiete entsprechen dabei den Prüfgebieten aus dem Zielszenario. Für das Fokusgebiet in Kalenborn wurde ein beispielhaftes Wärmenetz aus einer Kombination von Solarthermie, Wasser-Wasser Wärmepumpe und saisonalem Wärmespeicher berechnet. Ebenfalls ist der Einsatz von kalten Nahwärmenetzen möglich. Dafür können die wirtschaftlichen Kennzahlen aus der Ortsgemeinde Rech zum Vergleich herangezogen werden.

Die Wärmenetzberechnungen haben ergeben, dass die **Anschlussquote** für ein entscheidend für den ökonomischen Betrieb eines solchen ist. Daher ist es wichtig, dass die Bürger\*innen der Ortsgemeinden informiert und motiviert werden. Das entscheidende Kriterium wird allerdings sein, dass die Bürger\*innen **mit einer Nahwärmeversorgung zukünftig Geld sparen** können.

### **Zunehmende Elektrifizierung erfordert Ausbau des Stromsektors**

Aufgrund des hohen zukünftigen Stromverbrauchs im Zuge der Elektrifizierung der Wärmeversorgung resultieren entsprechende Erfordernisse im Stromsektor. Neben dem Aufbau von erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten (Wind + PV) und auf den Dächern der Verbandsgemeinde ist auch die **kontinuierliche Optimierung des Stromnetzes** seitens der Westnetz AG notwendig, um die zukünftig notwendigen Strommengen lokal vorhalten zu können.

### **Bürger\*innen über Vorteile informieren und Anreize schaffen**

Der Erfolg der kommunalen Wärmewende in der Verbandsgemeinde ist abhängig von der Partizipation der Bewohner\*innen. Aus diesem Grund ist es wichtig im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung die Menschen vor Ort mit diversen Angeboten zu aktivieren. Regelmäßige **Veranstaltungen in den einzelnen Ortsgemeinden** in Form von **Wärmedialogen** oder einer **Sanierungskampagne** sind beispielhafte Maßnahmen, in denen die Gemeinden mit gezielten Informationsangeboten ihre Bewohner\*innen zur Teilhabe an der Wärmewende motivieren können.

Durch die Summe aller identifizierten Maßnahmen ist eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in der Verbandsgemeinde im Jahr 2045 realisierbar und auch wirtschaftlich darstellbar. Die **dekarbonisierte Wärmeversorgung wird langfristig günstiger sein** als die konventionelle Wärmeversorgung. Eine zügige Verfolgung der Maßnahmen und Ziele im Anschluss der kommunalen Wärmeplanung ist angesichts des ambitionierten Ziels entscheidend.

## 9 Literaturverzeichnis

- [1] Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, „Kommunaldatenprofil Landkreis Ahrweiler,“ Januar 2023.
- [2] Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, „Energieportal der SGD Nord,“ [Online]. Available: [https://map1.sgd-nord.rlp.de/kartendienste\\_rok/index.php?service=energieportal](https://map1.sgd-nord.rlp.de/kartendienste_rok/index.php?service=energieportal).
- [3] Weindorf Rech an der Ahr, „Kalte Dorfwärme Rech,“ [Online]. Available: <https://weindorf-rech.de/unser-dorf/kalte-nahwaerme-rech/>. [Zugriff am 10.05.2025].
- [4] Energieagentur Rheinland-Pfalz, „In Altenburg geht das Kalte Nahwärmenetz an den Start,“ September 2024. [Online]. Available: <https://www.energieagentur.rlp.de/info/die-energieagentur-informiert/aktuelle-meldungen/aktuelles-detail/in-altenburg-geht-das-kalte-nahwaermenetz-an-den-start/>. [Zugriff am 10.05.2025].
- [5] Energieagentur Rheinland-Pfalz, „Bürger-Nahwärmenetz Marienthal,“ 2021. [Online]. Available: <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/praxisbeispiele/projektsteckbriefe/projekt-steckbriefe/anzeigen/kommune/218>. [Zugriff am 10.05.2025].
- [6] Alfred Sebastian, Gerd Wolter, „Bürger-Info zur Nahwärme in Dernau,“ Mai 2025. [Online]. Available: <https://www.dernau.de/events/nahwaermenetz/>. [Zugriff am 10. Mai 2025].
- [7] Kalte Dorfwärme Hönningen-Liers, „Newsletter 08.09.2025“.
- [8] Trina Solar, „Vertex S Monokristallines Glas-Folie-Modul,“ [Online]. Available: [https://static.trinasolar.com/sites/default/files/Datasheet\\_Vertex\\_S\\_DE09R.08\\_DE\\_2022\\_PA1.pdf](https://static.trinasolar.com/sites/default/files/Datasheet_Vertex_S_DE09R.08_DE_2022_PA1.pdf). [Zugriff am 04. Juli 2024].
- [9] Hans Hertle et al, „BISKO Bilanzierungs-Systematik. Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland,“ Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg, November 2019.
- [10] F. Reiche, „Wirkungsgrad der Heizung – wichtige Kennzahl für die Effizienz des Heizgeräts,“ Thermondo GmbH, 17. Juni 2024. [Online]. Available: <https://www.thermondo.de/info/rat/vergleich/wirkungsgrad-der-heizung/>. [Zugriff am 05. Juli 2024].
- [11] Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu), „Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland,“ Juli 2024.
- [12] Umweltbundesamt, „Wie hoch sind die Treibhausgasemissionen pro Person in Deutschland durchschnittlich?,“ 06. April 2023. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/wie-hoch-sind-die-treibhausgasemissionen-pro-person>. [Zugriff am 07. Juli 2024].
- [13] Agentur für Erneuerbare Energien e.V., „Klimaschutz mit erneuerbarer Wärme,“ [Online]. Available: <https://www.waermewende.de/waermewende/eigentuemerinnen-mieterinnen/klimaschutz/>. [Zugriff am 2024. Juli 07].
- [14] Umweltbundesamt, „Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren,“ 02. April 2024. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energietraegern-sektoren>. [Zugriff am 07. Juli 2024].
- [15] Gebäude Energieberater, „Rentable KWK-Anlagen,“ 11. September 2013. [Online]. Available: <https://www.geb-info.de/software/bhkw-planung-erst-simulieren-dann-installieren-rentable-kwk-anlagen>. [Zugriff am 08. Juli 2024].
- [16] M. Pio, „Die Energieperspektiven 2035 - Band 4 Exkurse,“ Bundesamt für Energie, 2007.
- [17] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), „Sanierungsbedarf im Gebäudebestand,“ Berlin, Dezember 2014.
- [18] Hamburg Institut Research gemeinnützige GmbH (HIR), „Planungs- und Genehmigungsleitfaden für Freiflächen-Solarthermie in Baden-Württemberg,“ Juni 2016. [Online]. Available: [https://www.hamburg-institut.com/wp-content/uploads/2021/07/Planungsleitfaden\\_Freiflaechen-Solarthermie.pdf](https://www.hamburg-institut.com/wp-content/uploads/2021/07/Planungsleitfaden_Freiflaechen-Solarthermie.pdf). [Zugriff am 05. März 2025].
- [19] Naturstrom AG, „Solarpark Henschleben,“ [Online]. Available: <https://www.solarpark-henschleben.de/>. [Zugriff am 17. Juni 2024].
- [20] Leipziger Stadtwerke, „Leipziger Wärme 2038 - Die neue Solarthermie Leipzig West,“ [Online]. Available: <https://zukunft-fernwaerme.de/solarthermie-leipzig-west/>. [Zugriff am 17. Juni 2024].

- [21] CPC Germania GmbH & Co. KG, „Hüselitz,“ [Online]. Available: <https://cpc-germania.com/projekt/hueselitz/>. [Zugriff am 17 Juni 2024].
- [22] Forschungszentrum Jülich GmbH, „enArgus - Flächenbedarf,“ [Online]. Available: [https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/d3857-2/\\*/\\*FI%c3%a4chenbedarf.html?op=Wiki.getwiki](https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/d3857-2/*/*FI%c3%a4chenbedarf.html?op=Wiki.getwiki). [Zugriff am 17 Juni 2024].
- [23] R. Weber, „Studie PV-Freiflächenanlagen,“ WeSt-Stadtplaner GmbH, August 2024.
- [24] Geologischer Dienst NRW, „Geothermie in Nordrhein-Westfalen,“ [Online]. Available: [https://www.gd.nrw.de/zip/broschuer\\_geothermie.pdf](https://www.gd.nrw.de/zip/broschuer_geothermie.pdf). [Zugriff am 13 Februar 2025].
- [25] Landesamt Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, „Online-Karten Geothermie,“ [Online]. Available: <https://www.lgb-rlp.de/karten-und-produkte/online-karten/online-karten-geothermie/online-karte-erdwaermekollektoren>. [Zugriff am 14 Februar 2025].
- [26] Kirsten Stark et al, „Status Quo der thermischen Klärschlammbehandlung und Phosphorrückgewinnung in Deutschland,“ 2022.
- [27] Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V., „Ratgeber Energie aus Abwasser,“ Berlin, September 2019.
- [28] A. Hurni, „Argumentarium - Nutzung der Wärme von Abwasser,“ *Aqua & Gas - Plattform für Wasser, Gas und Wärme*, Oktober 2020.
- [29] F.-W. Bolle, „Potenziale und technische Optimierung der Abwasserwärmenutzung,“ Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Aachen, November 2012.
- [30] P. Gottsbacher, „Abwasserwärmenutzung in Kombination mit Wärmepumpen,“ Fachhochschule Burgenland GmbH, 2019.
- [31] Initiative Energien Speichern e.V., „Was sind erneuerbare Gase?,“ [Online]. Available: <https://energiespeichern.de/positionen/umweltvertraeglichkeit/was-sind-erneuerbare-gase/>. [Zugriff am 19 Juni 2024].
- [32] Wissenschaftliche Dienste - Deutscher Bundestag, „Wasserstofftoleranz der Erdgasinfrastruktur,“ Fachbereich: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit, Bildung und Forschung, 2022.
- [33] T. Sun, „Fraunhofer Zukunftsfabrik - Projektreview: Wasserstoffbeimischung im bestehenden Erdgasnetz in Deutschland,“ 2023 Januar 17. [Online]. Available: <https://www.fraunhofer-zukunftsfabrik.de/?p=4071>. [Zugriff am 19 Juni 2024].
- [34] Interconnector GmbH, „Power-To-Gas,“ 2020 April 24. [Online]. Available: <https://www.interconnector.de/wissen/power-to-gas/>. [Zugriff am 19 Juni 2024].
- [35] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Dialogprozess Gas,“ Oktober 2019. [Online]. Available: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/C-D/dialogprozess-gas-2030-erste-bilanz.pdf?>. [Zugriff am 19 Juni 2024].
- [36] Energie-Handels-Gesellschaft mbH & Co. KG, „Power-to-Gas – Erneuerbare Energie aus grünem Wasserstoff,“ [Online]. Available: <https://www.eha.net/blog/details/power-to-gas.html>. [Zugriff am 19 Juni 2024].
- [37] Jürgen Kruse et al, *dena-Leitstudie Integrierte Energiewende - Teil B*, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) und ewi Energy Research & Scenarios gGmbH, 2018.
- [38] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Pressemitteilung: Deutschland, Österreich und Italien unterzeichnen gemeinsame Absichtserklärung für die Entwicklung des südlichen Wasserstoffkorridors,“ 30 Mai 2024. [Online]. Available: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2024/05/20240530-entwicklung-des-sudlichen-wasserstoffkorridors.html>. [Zugriff am 19 Juni 2024].
- [39] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Pressemitteilung: Deutschland und Algerien gründen Wasserstoff-Taskforce,“ 08 Februar 2024. [Online]. Available: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2024/02/20240208-deutschland-und-algerien-gruenden-wasserstoff-taskforce.html>. [Zugriff am 19 Juni 2024].
- [40] Planungsgemeinschaft Mittelrhein-Westerwald, „Veröffentlichungen - Raumordnungsplan,“ [Online]. Available: <https://mittelrhein-westerwald.de/index.php/veroeffentlichungen/raumordnungsplan>. [Zugriff am 07 August 2025].
- [41] W. van Helden, „Wärmespeicher: Giganten im Untergrund,“ *Fachmagazin für Ökonomie + Ökologie*, pp. 44-45, April 2021.

- [42] Geologischer Dienst NRW, „Oberflächennahe Geothermie - Wärmespeicherung im Untergrund,“ [Online]. Available: [https://www.gd.nrw.de/ew\\_og.htm](https://www.gd.nrw.de/ew_og.htm). [Zugriff am 05 März 2025].
- [43] Stadtwerke Bonn (swb), „Was ist Abwasserrückgewinnung?,“ [Online]. Available: <https://www.swb.de/ueber-sw/swb-magazin/swb-insider/abwasserwaermerueckgewinnung>. [Zugriff am 05 März 2025].
- [44] Stefan van Welsen, Michael Benz, „Wärmerückgewinnung aus Schmutzwasser - Vorabklärung bezüglich des Potentials der Wärmerückgewinnung aus Schmutzwasser im Gebäude respektive auf dem Grundstück,“ Schweizerische Eidgenossenschaft, Bundesamt für Energie, 2013.
- [45] Initiative Energien Speichern e.V., „Gasspeicherkapazitäten,“ [Online]. Available: <https://energiespeichern.de/erdgasspeicher/gasspeicherkapazitaeten/>. [Zugriff am 05 März 2025].
- [46] A. Gonschor, „H2 Ready Gasheizung – diese vier Gründe sprechen gegen die Anschaffung,“ WEGATECH (heimWatt GmbH), Dezember 2023. [Online]. Available: <https://www.wegatech.de/ratgeber/h2-ready-gasheizung/>. [Zugriff am 19 März 2025].
- [47] S. Jenke, „DVGW: Wasserstoffpreise für Wärmeversorgung sinken bis 2045 auf Erdgasniveau,“ H2 News, 2023.
- [48] Thomas Frewer et al, „Zum Stand der Einführung von,“ Global Energy Solutions e.V., 2024.
- [49] Sara Ortner et al, „Leitfaden Wärmeplanung - Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche,“ Bundesministerium für Wirtschaft und Klima, 2024.
- [50] Max Peters et al, „Kommunale Wärmplanung, Handlungsleitfaden, Baden-Württemberg,“ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden Württemberg, 2021.
- [51] Langreder et al., „Technikkatalog Wärmeplanung,“ ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi Consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbH, Prognos AG, 2024.
- [52] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW),“ [Online]. Available: [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente\\_Waermenetze/effiziente\\_waermenetze\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html). [Zugriff am 15.2024.10.2024].
- [53] Statistisches Bundesamt, „Pressemitteilung Nr. 375 vom 30. September 2024,“ [Online]. Available: [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/09/PD24\\_375\\_61243.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/09/PD24_375_61243.html). [Zugriff am 17.10.2024].
- [54] vbW - Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e.V., „Strompreisprognose bis 2045,“ Prognos, 2024. [Online]. Available: <https://www.vbw-bayern.de/vbw/Themen-und-Services/Energie-Klima/Energie/Neue-Strompreisprognose-bis-2040.jsp>. [Zugriff am 2024.10.21.2024].
- [55] e. a. Langreder, „Kurzgutachten zur aktuellen Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen,“ 2023. [Online]. Available: [https://www.prognos.com/sites/default/files/2023-05/Ergebnisdokumentation\\_Waermepumpe\\_aktualisiert\\_10032023.pdf](https://www.prognos.com/sites/default/files/2023-05/Ergebnisdokumentation_Waermepumpe_aktualisiert_10032023.pdf). [Zugriff am 21.10.2024].
- [56] Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus (StMELF), „Aktuelle Scheitholzpreise,“ Juli 2024. [Online]. Available: <https://www.tfz.bayern.de/festbrennstoffe/energetischenutzung/035134/index.php>. [Zugriff am 21.10.2024].
- [57] EnergyComment, „Entwicklung des Heizölpreises in Deutschland von 2002 bis 2030,“ Statista, [Online]. Available: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/253739/umfrage/prognostizierte-entwicklung-des-heizoelpreises-in-deutschland/>. [Zugriff am 05.08.2025].
- [58] S. Kraemer, „Dänemarks führende Position im Bereich solare Fernwärme dank guter Politik,“ SolarPACES, 2022. [Online]. Available: <https://www.solarpaces.org/great-policy-built-denmarks-solar-district-heat-leadership/>.
- [59] dp energietechnik GmbH, „Nah- und Fernwärmenetze als Chance für Landwirte und Investoren,“ September 2024. [Online]. Available: <https://dpenergietechnik.com/blog/nah-und-fernwaermenetze-als-chance-fuer-landwirte-und-investoren/>. [Zugriff am 29.01.2025].
- [60] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Bundesförderung für effiziente Gebäude - Förderprogramm im Überblick,“ [Online]. Available: [https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente\\_Gebaeude/effiziente\\_gebaeude\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html). [Zugriff am 05.09.2025].



- [61] KfW - Kreditanstalt für Wiederaufbau, „Finden Sie die passende Förderung,“ [Online]. Available: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/>. [Zugriff am 05 September 2025].
- [62] S. Weber, „Ratsantrag "Transformationsplan für die Stromnetze der Zukunft",“ Ratsfraktion CDU, Münster, 2023.
- [63] BEST FRIEND - Agentur für Kommunikation GmbH, „Booster-Kampagne für die Wärmepumpe gestartet,“ [Online]. Available: <https://bestfriend.berlin/meldungen/booster-kampagne-fuer-die-waermepumpe-gestartet/>. [Zugriff am 28 Januar 2025].
- [64] Katharine Heinbach, Jan Walter, „Energetische Gebäudesanierung – Mit einer Sanierungskampagne Hauseigentümer\*innen aktivieren,“ Institut für ökologische Wirtschaftsförderung (IÖW), 2020.
- [65] Referat für Kreisentwicklung, „gut beraten sanieren!“, Landkreis Osnabrück, [Online]. Available: <https://www.landkreis-osnabrueck.de/fachthemen/klima-und-energie/energieeffizienz-und-gebaeude>. [Zugriff am 30 Januar 2025].
- [66] fesa e.V., „Energiekarawane - Durchführung der Energiekarawane für Kommunen der Region,“ [Online]. Available: <https://www.fesa.de/projekte/klimaschutzkampagnen/energiekarawane/>. [Zugriff am 30 Januar 2025].
- [67] Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), „Das DGNB System für Sanierung,“ [Online]. Available: <https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/gebaeude/sanierung>. [Zugriff am 13 Januar 2025].
- [68] Energieagentur Rhein-Sieg, „Sanierungsratgeber,“ [Online]. Available: <https://energieagentur-rsk.de/privathaushalte/immobilienbesitzer/sanierungsratgeber/>. [Zugriff am 19 März 2025].
- [69] Silke Lüers, Anna-Kathrin Wallasch, „Kostensituation der Windenergie an Land Stand 2023,“ Deutsche WindGuard, 2023.
- [70] Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende, „WärmeWendeKommune-Netzwerk,“ Dezember 2024. [Online]. Available: <https://www.kww-halle.de/wwk-netzwerk>. [Zugriff am 05 Februar 2025].
- [71] Geodatenservice München, „Portal Kommunaler Wärmeplan,“ 2024. [Online]. Available: <https://geoportal.muenchen.de/portal/waermeplan/>. [Zugriff am 05 Februar 2025].
- [72] Verbandsgemeinde Altenahr, „Integriertes Klimaschutzkonzept,“ Verbandsgemeinde Altenahr, Altenahr, 2025.

## Anhang – Formeln KWW-Technikkatalog

Solarthermie Flachkollektoren Freifläche 2030						
Ertrag in MWh	Leistung in kW	€/kW	Jährliche Fixkosten €/a	Kollektorfläche in m²	Parkfläche in m²	Formeln
227	350	466	1957	500	1000	spezifische Investitionskosten €/m²: $y=482,01x^{-0,077}$
451	700	441	3703	1000	2000	Fixkosten €/a: $y=8,7693x^{0,9231}$
892	1400	419	7041	2000	4000	
2200	3500	391	16410	5000	10000	
4400	7000	369	30997	10000	20000	
6615	10500	359	45223	15000	30000	
Solarthermie Flachkollektoren Aufdach 2030						
Ertrag in MWh	Leistung in kW	€/kW	Jährliche Fixkosten €/kWth*a	Pufferspeicher Kosten €	Geringinvestive Maßnahmen und Heizflächentausch €/kWth	Formeln
502,25	4	990	9,9	1025	216	spezifische Investitionskosten in €/kW $y=1130,3x^{-0,097}$
502,25	10	904	9,8	1025	162	spezifische Fixkosten in €/kW*a $y=-0,0215x+10,009$
845,74	20	846	9,6	1726	131	Geringinvestive Maßnahmen in €/kW $y=333,41x^{-0,313}$
7477,4	140	702	7	15260	71	
Solarthermischer Großspeicher 2030						
Kapazität in MWh		€/MWh	Jährliche Fixkosten €/MWh*a	Fläche in m²		Formeln
1.500		1087	3,7	4000		spezifische Investitionskosten €/MWh: $y=24440x^{-0,426}$
4.500		681	3,7	14000		
Großwärmepumpe Abwasser 2030						
Ertrag in MWh	Leistung in kWth	€/kWth	Jährliche Fixkosten €/kWth*a			Formel
4200	1000	1180	30			spezifische Investitionskosten €/kWth: $y=1180x^{-0,237}$ (x in MW)
42000	10000	683	17			spezifische Fixkosten €/kWth*a: $y=164,87x^{-0,247}$
Sole-Wasser Wärmepumpe Erdwärmesonden 2030						

Ertrag in MWh	Leis- tung in kWth	€/kWth	Jährliche Fixkosten €/kWth*a	Puffer- speicher Kosten €	Geringinvestive Maßnah- men und Heizflächen- tausch €/kWth	Formel
10	5	4628	76	1025	671	spezifische Investitions- kosten €/kWth: $y=6975,9x^{-0,275}$
20	10	3591	38	1025	540	spezifische Fixkosten €/kWth*a: $y=172,59x^{-0,64}$
40	20	2983	21	1726	469	Geringinvestive Maß- nahmen €/kWth: $y=1129,2x^{-0,314}$
60	30	2733	17	1726	385	
80	40	2586	15	11445	352	
100	50	2405	14	11445	329	
120	60	2259	13	11445	310	
160	80	2099	11	15260	284	
220	110	1930	10	15260	257	
<b>Luft-Wasser Wärmepumpe 2030</b>						
Ertrag in MWh	Leis- tung in kWth	€/kWth	Jährliche Fixkosten €/kWth*a	Puffer- speicher Kosten €	Geringinvestive Maßnah- men und Heizflächen- tausch €/kWth	Formel
10	5	2111	76	1025	671	spezifische Investitions- kosten €/kWth: $y=3533,3x^{-0,295}$ für $x \leq 40$ $y=2942,4x^{-0,207}$ für $x > 40$
20	10	1829	38	1025	540	spezifische Fixkosten €/kWth*a: $y=135,97x^{-0,545}$
40	20	1585	19	1726	469	Geringinvestive Maß- nahmen €/kWth: $y=1129,2x^{-0,314}$
60	30	1274	18	1726	385	
80	40	1132	16	11445	352	
100	50	1310	16	11445	329	
120	60	1262	15	11445	310	
160	80	1189	14	15260	284	
220	110	1113	13	15260	257	
<b>Netze</b>						
Formeln Wärme- netz konventionell - Verteilnetz		Formeln Wärmenetz konventionell - Transportleitungen		Wärmenetze Nie- dertemperatur	Wärmenetze Kalte Nahwärme	Hausstation Fern- wärme indirekt

spezifische Investitionskosten Verteilnetz unbefestigtes Terrain: 739 €/MWh*a teilbefestigtes Terrain: 1045 €/MWh*a befestigtes Terrain: 1351 €/MWh*a	spezifische Investitionskosten Station [Typ 1, Transformer] 120.336 €/MW	spezifische Investitionskosten Verteilnetz unbefestigtes Terrain: 86 €/MWh*a teilbefestigtes Terrain: 829 €/MWh*a befestigtes Terrain: 1071 €/MWh*a	spezifische Investitionskosten Hausanschlussleitung in €/Anschluss 10,755x+76,796	spezifische Investitionskosten in €/kW $y=2539,3x^{-0,648}$
spezifische Investitionskosten Hausanschlussleitung in €/Anschluss unbefestigtes Terrain: 7,7008x+4747,6 teilbefestigtes Terrain: 13,163x+9241 befestigtes Terrain: 13,411x+13976	spezifische Investitionskosten Station [Typ 2, Stabilisator] 109.827 €/MW	spezifische Investitionskosten Hausanschlussleitung in €/Anschluss unbefestigtes Terrain: 6,1049x+3766,7 teilbefestigtes Terrain: 10,448x+7330,8 befestigtes Terrain: 14,77x+10896	spezifische Investitionskosten Hauptleitungsstrang inkl. Grabenbau in €/m unbefestigtes Terrain: 3,1629x+135,35 teilbefestigtes Terrain: 3,7958x+162,39 befestigtes Terrain: 4,544x+194,91 Ungeeignete Formel für hohe Leistungsklassen. Daher Rechnung wie bei Niedertemperaturnetz	spezifische Fixkosten: 10 €/kWth
spezifische Investitionskosten Hauptanschlussstrang in €/m unbefestigtes Terrain: 284,7x <sup>0,2002</sup> teilbefestigtes Terrain: 358,76x <sup>0,2018</sup> befestigtes Terrain: 432,69x <sup>0,2029</sup>	spezifische Fixkosten: 0,8 €/MW	spezifische Investitionskosten Hauptanschlussstrang in €/m unbefestigtes Terrain: 215x <sup>0,2138</sup> teilbefestigtes Terrain: 306,03x <sup>0,2138</sup> befestigtes Terrain: 415,86x <sup>0,2138</sup>	spezifische Investitionskosten Grabenbau Hausanschlussstrang unbefestigtes Terrain: 183 €/m teilbefestigtes Terrain: 252 €/m befestigtes Terrain: 370 €/m	Geringinvestive Maßnahmen: 162 €/kWth
spezifische Investitionskosten Übergabestation Für x<1000 kW: 227296 €/MW		spezifische Investitionskosten Übergabestation Für x<1000 kW: 227296 €/MW	spezifische Investitionskosten Pumpstation 5450 €/kW	

Für $x \geq 1000$ kW: 104640 €/MW		Für $x \geq 1000$ kW: 104640 €/MW		
spezifische Investitionskosten Pumpstation Für $x < 1000$ kW: 251136 €/MW Für $x \geq 1000$ kW: 94176 €/MW		spezifische Investitionskosten Pumpstation Für $x < 1000$ kW: 251136 €/MW Für $x \geq 1000$ kW: 94176 €/MW	Installationskosten: 5% der Netzkosten	
spezifische Fixkosten: 1,44 €/MWh		spezifische Fixkosten: 1,44 €/MWh	spezifische Fixkosten: 1% der Netzkosten	