EWR Climate Connection

Kommunale Wärmeplanung
Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels
Abschlussbericht

Erstellungsdatum: 29.01.2025

Herausgeber & Auftraggeber

Bürgermeister Christian Burkhart

Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels

Meßplatz 1

76855 Annweiler am Trifels

Auftragnehmer

EWR Climate Connection GmbH

Lutherring 5

67547 Worms

Telefon: +49 6241 9232012

E-Mail: bjoern.bein@climateconnection.de
Website: www.climateconnection.de

Projektdurchführung

Björn Bein, Projektleitung

Dr. Paul Stampfl, Technische

Projektleitung Jessica Scherer,

Nachhaltigkeitsberaterin

Toolanbieter

ENEKA Energie & Karten GmbH

Mit der **Nationalen Klimaschutzinitiative** initiiert und fördert die Bundesregierung seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Ihre Programme und Projekte decken ein breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab: Von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Fördermaßnahmen. Diese Vielfalt ist Garant für gute Ideen. Die Nationale Klimaschutzinitiative trägt zu einer Verankerung des Klimaschutzes vor Ort bei. Von ihr profitieren Verbraucherinnen und Verbraucher ebenso wie Unternehmen.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit

NATIONALE KLIMASCHUTZ INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Dieses Dokument wurde im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung der VG Annweiler am Trifels von EWR Climate Connection GmbH erstellt.

Liebe Bürgerinnen und Bürger,

mit der Vorlage dieses kommunalen Wärmeplans schafft die Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels eine zentrale Grundlage für eine dauerhaft sichere, umweltverträgliche und zukunftsfähige Wärmeversorgung. Der Wärmeplan verfolgt das Ziel, die Energieversorgung vor Ort nachhaltig zu stärken, den Einsatz fossiler Energieträger schrittweise zu reduzieren und die Transformation zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu gestalten.

Gemeinsam mit EWR Climate Connection konnte ein tragfähiges Konzept erarbeitet werden, das sowohl den rechtlichen Rahmenbedingungen gerecht wird als auch die Interessen und Bedürfnisse der Bürgerinnen und Bürger berücksichtigt. Besonderes Augenmerk lag dabei auf wirtschaftlicher Umsetzbarkeit, technischer Machbarkeit und sozialer Verträglichkeit. Durch die enge Abstimmung mit lokalen Akteuren sowie die frühzeitige Beteiligung der Bevölkerung entstand ein praxisorientierter Wärmeplan, der die besonderen Strukturen der Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels aufnimmt und konkrete Handlungsansätze für die Umsetzung aufzeigt.

Der Erarbeitungsprozess hat deutlich gemacht, wie wirkungsvoll wir gemeinsam sein können, wenn Verwaltung, Politik, Wirtschaft und Bürgerschaft partnerschaftlich zusammenarbeiten. Mit diesem Wärmeplan positionieren sich die Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels, ihre Ortsgemeinden und die Stadt Annweiler am Trifels bereits heute auf dem Weg zu einer treibhausgasarmen Wärmeversorgung und unterstreichen ihr klares Bekenntnis zu Klimaschutz und Nachhaltigkeit.

Nun gilt es, die geplanten Maßnahmen in den kommenden Jahren konsequent umzusetzen, die vorhandenen Potenziale zu erschließen und die Wärmeversorgung von morgen aktiv mitzugestalten. Dabei kommt auch Ihnen, liebe Bürgerinnen und Bürger, eine entscheidende Rolle zu – denn die Wärmewende ist eine gemeinsame Aufgabe. Unter dem Slogan „Heute handeln, morgen profitieren - zukunftssichere Energie für unsere Verbandsgemeinde“ setzen wir diesen Weg engagiert fort.

Im Namen der Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels danke ich allen Mitwirkenden herzlich für ihren Einsatz bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans. Ihr Fachwissen, Ihre Ideen und der konstruktive Dialog haben wesentlich zum Gelingen dieses Vorhabens beigetragen.

Mit freundlichen Grüßen

Christian Burkhart
Bürgermeister der Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels

Inhaltsverzeichnis

I. Abbildungsverzeichnis V
II. Tabellenverzeichnis VI
III. Abkürzungsverzeichnis VII
1. Zusammenfassung 1
2. Projektmanagement & Akteursbeteiligung 6
2.1. Akteursanalyse 6
2.2. Organisatorisches Beteiligungskonzept 6
2.3. Akteursbeteiligung von Bürgern und Industrie 8
2.4. Akteursbeteiligung von Energieversorgern 9
3. Kommunaler Wärmeplan VG Annweiler am Trifels 10
3.1. Bestandsanalyse 10
3.1.1. Ziele & Vorgehensweise 10
3.1.2. Digitaler Zwilling & Datenerhebung 11
3.1.3. Erkenntnisse der Bestandsanalyse 15
3.2. Potenzialanalyse 32
3.2.1. Ziele & Vorgehensweise 32
3.2.2. Überblick über Potenziale 33
3.2.3. Erkenntnisse der Potenzialanalyse 35
3.3. Zielszenario 48
3.3.1. Ziele & Vorgehensweise 48
3.3.2. Erkenntnisse des Zielszenarios 49
3.3.3. Zielbild 2040 61
3.4. Wärmewendestrategie 68
3.4.1. Ziele & Vorgehensweise 68
3.4.2. Erkenntnisse der Wärmewendestrategie 69
4. Controlling und Verstetigung 98
4.1.1. Systematik des Controlling-Konzepts 98
4.1.2. Herausforderungen im Controlling 99
4.1.3. Verstetigung 101

Literaturverzeichnis *103*

Anhang *105*

I. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wärmebedarf der VG Annweiler am Trifels auf Gebäudeblockebene 2
Abbildung 2: Kernphasen der kommunalen Wärmeplanung 2
Abbildung 3: Beteiligungskonzept 7
Abbildung 4: Überblick Vorgehen Bestandsanalyse 11
Abbildung 5: Gemarkung der VG Annweiler am Trifels ohne eingepflegte Daten 12
Abbildung 6: Daten für Bestandsanalyse durch Datenimport in den digitalen Zwilling 12
Abbildung 7: Gebäudeanzahl in der VG Annweiler am Trifels nach Sektor (alle Gebäude) 17
Abbildung 8: Räumliche Verteilung der Gebäude in der VG Annweiler am Trifels nach Sektoren auf Gebäudeblockebene 18
Abbildung 9: Übersicht wärmeversorgter und nicht wärmeversorgter Gebäude in der VG Annweiler am Trifels 18
Abbildung 10: Entwicklung der Bebauung (Baualtersklassen auf Gebäudeblockebene) 19
Abbildung 11: Gebäudebestand nach Baualtersklassen in der VG Annweiler am Trifels (wärmeversorgte Gebäude) 20
Abbildung 12: Sanierungsstand der Gebäude in der VG Annweiler am Trifels (nur wärmeversorgte Gebäude) 20
Abbildung 13: Wärmebedarf der VG Annweiler am Trifels nach Sektor 22
Abbildung 14: Verteilung Wärmeliniendichte in der VG Annweiler am Trifels auf Straßenzugsebene 23
Abbildung 15: Treibhausgasemissionen nach Sektoren 24
Abbildung 16: Endenergiebedarf nach Sektoren 24
Abbildung 17: Räumliche Verteilung der Treibhausgasemissionen auf Gebäudeblockebene 25
Abbildung 18: THG-Emissionen der VG Annweiler am Trifels nach Energieträgern 26
Abbildung 19: Verteilung der Heizsysteme in der VG Annweiler am Trifels nach Energieträgern (nur wärmeversorgte Gebäude) 27
Abbildung 20: Räumliche Verteilung der primären Heizsysteme in der VG Annweiler am Trifels auf Gebäudeblockebene 28
Abbildung 21: Übersicht der Altersstruktur der Heizsysteme in der VG Annweiler am Trifels anhand der gelieferten Schornsteinfegerdaten 29
Abbildung 22: Endenergiebedarf und Verteilung auf die Energieträger der VG Annweiler am Trifels 30
Abbildung 23: Beispielhafte Darstellung von Potenzialen im ENEKA Tool 32
Abbildung 24: Überblick Vorgehen Potenzialanalyse 33
Abbildung 25: Aufbau der Potenzialdefinitionen 34
Abbildung 26: Räumliche Darstellung des Sanierungspotenzials in der VG Annweiler am Trifels auf Gebäudeblockebene 36
Abbildung 27: Energetische Gebäudesanierung (1/2) 37
Abbildung 28: Energetische Gebäudesanierung (2/2) 37
Abbildung 29: Ausschnitt der PV-Dachpotenziale in der VG Annweiler am Trifels 39
Abbildung 30: Ausschnitt der Solarthermie-Dachpotenziale in der VG Annweiler am Trifels 40
Abbildung 31: Geothermiepotenziale der VG Annweiler am Trifels anhand der Flächenkarte des Landes Rheinland-Pfalz 41
Abbildung 32: Ausschnitt der Wärmepumpeneignung in der VG Annweiler am Trifels, hier am Beispiel der Ortsgemeinde Ramberg 42
Abbildung 33: Biomassepotenzial im Wärmebereich für die VG Annweiler am Trifels 44
Abbildung 34: Potenziale der VG Annweiler am Trifels im Wärmebereich 46
Abbildung 35: Potenziale der VG Annweiler am Trifels im Strombereich 46
Abbildung 36: Beispielhafte Darstellung eines Zielszenarios 48
Abbildung 37: Überblick Vorgehen Zielszenario 49

Abbildung 38: Sanierungstiefe Wohngebäude auf Basis von TABULA-Klassen 52
Abbildung 39: Wärmebedarfsreduktion (Nutzenergie) bei einer Sanierungsrage von ca. 1,6 % pro Jahr vom Basisjahr über die Zwischenjahre zum Zieljahr 2040 53
Abbildung 40: Wärmeliniendichte der VG Annweiler am Trifels..... 55
Abbildung 41: Algorithmisch berechnete Fernwärmeeignung der VG Annweiler am Trifels auf Gebäudeblockebene 56
Abbildung 42: Kartographisches Abbild des Zielszenarios (Ausschnitt mit Wärmenetz- und Mikronetzprüfgebiete) 59
Abbildung 43: Zukünftige Wärmenetzprüfgebiete und Mikronetzprüfgebiete in der VG Annweiler am Trifels, die im Zielszenarienworkshop identifiziert wurden 60
Abbildung 44: Entwicklung der sanierten Gebäude bis zum Zieljahr bei einer Sanierungsrate von ca. 1,6 % (nur wärmeversorgte Gebäude) 61
Abbildung 45: Wärmebedarf im Jahr 2040 62
Abbildung 46: Versorgungsart der Gebäude im Jahr 2040 (nur wärmeversorgte Gebäude) 63
Abbildung 47: Entwicklung des Endenergiebedarfs der VG Annweiler am Trifels nach Energieträgern vom Status quo bis zum Zieljahr..... 64
Abbildung 49: THG-Emissionen nach Energieträgern im Jahr 2040..... 65
Abbildung 48: Entwicklung der THG-Emissionen der VG Annweiler am Trifels nach Energieträgern vom Status quo bis zum Zieljahr 65
Abbildung 50: Kartographisches Abbild des Zielszenarios (Ausschnitt mit Wärmenetz- und Mikronetzprüfgebiete) 66
Abbildung 51: Prozess der Maßnahmenplanung und -priorisierung 69
Abbildung 52: Überblick Vorgehen Wärmewendestrategie 69
Abbildung 53: Zeitliche Strategieumsetzung 70
Abbildung 54: Transformationspfad der VG Annweiler am Trifels bis 2030 95
Abbildung 55: Beispiel des Controllings an einer Einzelmaßnahme..... 98

II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Relevante Akteursgruppen der kommunalen Wärmeplanung..... 6
Tabelle 2: Emissionsfaktoren nach Energieträger (Langreder, et al., 2024)..... 26
Tabelle 3: Kategorisierung der Maßnahmen..... 71

III. Abkürzungsverzeichnis

§	Paragraph
%	Prozent
°C	Grad Celsius
BISKO	Bilanzierungssystematik Kommunal
Bspw.	Beispielsweise
CO^2	Kohlenstoffdioxid
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EU	Europäische Union
FFH-Gebiete	Fauna-Flora-Habitat-Gebiete
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel & Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssystems
GWh	Gigawattstunde (1 GWh ≙ 1 Mio. kWh oder 1 Mill. Wattstunden)
GWh/a	Gigawattstunde per anno
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
kWh	Kilowattstunde (1 kWh ≙ 1.000 Wattstunden)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kWP	Kommunale Wärmeplanung
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
M^3	Kubikmeter
M^3/d	Kubikmeter pro Tag
Mind.	Mindestens
MJ/kg	Megajoule pro Kilogramm
MWh	Megawatt pro Stunde
MWh/a	Megawatt pro Stunde pro Jahr
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz
PV	Photovoltaik
tCO^2	Kohlenstoffdioxid pro Tonne
THG	Treibhausgas
VG	Verbandsgemeinde
WPG	Wärmeplanungsgesetz
WSchVO	Wärmeschutzverordnung
z.B.	zum Beispiel

1. Zusammenfassung

Mit der Einführung des Wärmeplanungsgesetzes (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz & Bundesamt für Justiz, 2023) und der Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz & Bundesamt für Justiz, 2023), die jeweils am 1. Januar 2024 in Kraft traten, stehen deutsche Gemeinden und Städte vor der Herausforderung, bis 2045 treibhausgasneutral zu werden. Diese kommunale Wärmeplanung wurde mit Fördermitteln der Bundesregierung unterstützt, die einen Planungshorizont bis zum Jahr 2045 vorsehen. Auf Landesebene in Rheinland-Pfalz wurde beschlossen, dass für landesspezifische Förderprogramme ein verkürzter Planungshorizont bis 2040 anzusetzen ist. Die übergeordneten Zielsetzungen und Ambitionen der Planung bleiben hiervon unberührt – lediglich die zeitlichen Umsetzungszeiträume könnten in Zukunft entsprechend ambitionierter auf den verkürzten Zeitraum angepasst werden. Alle deutschen Gemeinden sind dazu verpflichtet, bis spätestens 2028 eine kommunale Wärmeplanung (kWP) zu erstellen. Die kWP dient als strategisches Instrument, das den Bürgerinnen und Bürgern, Unternehmen und Energieversorgern Aufschluss über die zukünftige Wärmeversorgung gibt. Dazu erfolgt die Erstellung eines Wärmeplans, der die strategische Entwicklung anhand einer Roadmap inklusive Maßnahmen zum Erreichen der Klimaneutralität im Wärmesektor umfasst.

Für die Verbandsgemeinde (VG) Annweiler am Trifels ist es aufgrund der Einwohnerzahl von 17.913 (Stand: 31.12.2023 laut Gemeindestatistik) gesetzlich vorgeschrieben, bis Ende Juni 2028 eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen. Die kommunale Wärmeplanung für die VG Annweiler am Trifels wurde in einem Zeitraum von ca. 14 Monaten, vom 01.01.2025 bis 05.02.2026, fertiggestellt. An der Erstellung waren die VG Annweiler am Trifels, die EWR Climate Connection GmbH sowie die Hansa Luftbild Mobile Mapping GmbH beteiligt. Zur Unterstützung des Planungsprozesses wurde der digitale Zwilling der ENEKA Energie & Karten GmbH genutzt.

Das Ziel der VG Annweiler am Trifels ist es, bis zum Zieljahr 2040 eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Dazu wurde ein kartografisches Abbild der Verbandsgemeinde als digitaler Zwilling entwickelt, der als virtuelles Modell die kommunale Infrastruktur zeigt. Dieser wird durch das Softwaretool von ENEKA abgebildet und bietet einen umfassenden Überblick über die aktuelle Wärmeversorgung im kommunalen Gebiet. Ausgehend von dem Status quo der VG Annweiler am Trifels wurden im Rahmen der kWP Potenziale zur Reduzierung des Wärmebedarfs der Gebäude und zur Sicherstellung der Deckung des verbleibenden Bedarfs durch eine klimaneutrale Energieversorgung identifiziert. Zudem wurde eine Wärmewendestrategie und spezifische Maßnahmen zur Umsetzung dieser Strategie für die VG entwickelt.

Abbildung 1: Wärmebedarf der VG Annweiler am Trifels auf Gebäudeblockebene

Kernphasen der kommunalen Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung basiert auf vier Kernphasen, sowie den essenziellen Nebenbestandteilen der Verstetigungsstrategie, des Controlling-Konzepts, der Kommunikations-strategie sowie begleitenden Maßnahmen. Die Schaffung von Transparenz und Informationen für alle beteiligten Akteure und die Öffentlichkeit stellt ebenfalls einen relevanten Bestandteil der kWP dar.

Abbildung 2: Kernphasen der kommunalen Wärmeplanung

Phase 1: Bestandsanalyse

Die Planungsgrundlage bildet ein tiefgreifendes Verständnis der aktuellen Situation, basierend auf einer sorgfältigen Analyse der Bestandsdaten. Hierfür wurden öffentlich zugängliche, kommunale Daten sowie spezifische Daten de Energieversorger gesammelt, digital aufbereitet und während des Projekts kontinuierlich aktualisiert.

Eine detaillierte Untersuchung des Gebäudebestands in der VG Annweiler am Trifels ergab, dass reine Wohngebäude 43,6 % des Gesamtbestands ausmachen, während Industrie- und öffentliche Gebäude einen wesentlich geringeren Anteil haben. Mit 55,7 % weisen Gebäude, die dem GHD (Gewerbe/Handel/Dienstleistungen)-Sektor oder Sonstigen zuzuordnen sind den größten Anteil am Gebäudebestand auf. Das lässt sich unter anderem dadurch erklären, dass Gebäude, in denen eine Mischnutzung vorliegt, diesem Sektor zugeordnet werden. Fast die Hälfte (47,3 %) der Gebäude wurden vor dem Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung im Jahr 1977 errichtet, was zu einer hohen Zahl von Gebäuden mit niedriger Energieeffizienz führt.

Der gesamte **Wärmebedarf** (Nutzenergie) der VG Annweiler am Trifels beträgt 314,3 GWh pro Jahr und verteilt sich wie folgt auf die verschiedenen Sektoren:

- 71,7 % entfallen auf private Haushalte
- 23,8 % auf Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) oder Sonstiges
- 2,3 % auf kommunale Einrichtungen
- 2,2 % auf Industrie

Die Wärmeerzeugung in diesen Gebäuden führt zu einem jährlichen Endenergiebedarf im Wärmebereich von 378,5 GWh. Der größte Teil davon, 185,1 GWh (48,9 %), wird durch Heizöl gedeckt, gefolgt von Erdgas mit 128,8 GWh (34 %). Biogene feste Energieträger tragen mit 24,5 GWh zu etwa 6,5 % zu dem Endenergiebedarf bei, während Heizstrom und Flüssiggas nur einen marginalen Anteil zur Energieversorgung leisten. Insgesamt können 17,2 GWh nicht einem Energieträger zugeordnet werden.

Phase 2: Potenzialanalyse

Im Rahmen der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung kamen Algorithmen und Simulationsmodelle zum Einsatz, um Potenziale zur Verbesserung der Energieeffizienz und dem Ausbau erneuerbarer Energien aufzuzeigen. Eine eingehende Flächenanalyse unter Berücksichtigung wichtiger Ausschluss- und Eignungskriterien ermöglichte eine detaillierte, quantitative und geographisch spezifische Bewertung aller relevanten erneuerbaren Energieressourcen.

Die ermittelten technischen **Potenziale zur Stromerzeugung** der VG Annweiler am Trifels ergaben folgende Ergebnisse:

- Photovoltaik auf Freiflächen (alle Flächen) weist mit 1.965 GWh/a das höchste Potenzial auf, wobei potenzielle Flächenkonflikte zu beachten sind
- Photovoltaik auf Dächern zeigt mit 179,9 GWh/a ein geringeres Potenzial als bei Freiflächen und ist kostspieliger, bietet jedoch eine höhere Flächeneffizienz und Flexibilität – In Verbindung mit Wärmepumpen bietet diese Technologie zusätzliche Vorteile für die Warmwasserbereitung und die Gebäudeheizung in Übergangszeiten
- Lokale Biomasse (ohne Waldflächen) könnte mit 10,9 GWh/a zur Stromerzeugung beitragen und ist demnach am besten als ergänzende Maßnahme geeignet, wo die zuvor genannten Formen der Energieversorgung nicht abbildbar sind
- Windenergie wird aufgrund der Lage der VG Annweiler am Trifels im Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen ausgeschlossen und daher in der kommunalen Wärmeplanung nicht weiter betrachtet

Die Untersuchung der technischen **Potenziale zur Wärmeerzeugung** in der VG Annweiler am Trifels zeigt eine Vielfalt an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung:

- Solarthermie auf Freiflächen (alle Flächen) stellt mit 1.965 GWh/a das umfangreichste Potenzial dar
- Solarthermie auf Dachflächen weist mit 650,6 GWh/a ebenfalls ein hohes Potenzial auf
- Bei einer Umfrage der Gewebetreibenden wurde zudem insgesamt ein Abwärmepotenzial des Gewerbes von 339,67 GWh/a gemeldet
- Luftwärmepumpen stellen ein Potenzial von 95,3 GWh/a dar
- Oberflächennahe Geothermie weist ein Potenzial von 67,04 GWh/a auf
- Biomasse (ohne Wald) weist ein Potenzial von 18,6 GWh/a auf und Biomasse (Waldholz inkl., Sägerestholz und Gehölze) von 27,43 GWh/a

- Tiefe und mitteltiefe Geothermie, die hohe Investitionen und erhebliche wirtschaftliche sowie technische Risiken erfordern, wurden als nicht relevant eingestuft

Phase 3: Zielszenarien

Für das Jahr 2040 wurde ein strategisches Zielbild für die VG Annweiler am Trifels entwickelt. Zunächst wurden die Kategorien „Wärmenetzausbau“ und „All electric“ mit unterschiedlichen Sanierungspotenzialen (0,8 %, 1,6 % und 2,4 % Sanierungsrate pro Jahr) im Lenkungskreis diskutiert. Darauf aufbauend wurde ein Zielszenario mit Fokus auf dem Wärmenetzausbau und einer Sanierungsrate von 1,6 % festgelegt. Gemeinsam mit relevanten Akteuren der VG Annweiler am Trifels wurde das finale Szenario in einem Workshop geschärft und die zentralen und dezentralen Eignungsgebiete bewertet.

Es wurde eine moderat-ambitionierte **Sanierungsrate** von **1,6%** ausgewählt und der Fokus auf die Sanierung der Gebäude mit der niedrigsten Energieeffizienzklasse angenommen. Die Sanierung erfolgte im digitalen Zwilling direkt über die Gebäudeklassifizierung und konnte somit in etwa eine jährliche Sanierungsrate von 1,6 % erreichen (kleine Abweichungen möglich). Die Ergebnisse des Zielszenarios zeigen, dass bis 2040 eine umfassende Umstellung der Wärmeerzeugung nötig ist, um den Gesamtwärmeverbrauch und die Treibhausgasemissionen in der VG Annweiler am Trifels langfristig zu reduzieren. Die Reduktionsfaktoren im Zieljahr 2040 wurden wie folgt bestimmt:

- **Reduktion Wärmebedarf (Nutzenergie):** 34 % (im Vergleich zum aktuellen Wärmebedarf)
- **Reduktion CO_2-Emissionen:** 95 % (im Vergleich zu den aktuellen Emissionen)

Trotz der ambitionierten Sanierungsrate und der Umstellung auf eine umweltfreundlichere Energieversorgung bleibt eine Restemission von 5.600 tCO_2 im Jahr 2040 aufgrund des Ausbaus erneuerbarer Energien, wodurch ebenfalls CO_2-Emissionen anfallen.

In der **zukünftigen Heizlandschaft** verändert sich die Zusammensetzung der eingesetzten Energieträger im Vergleich zum aktuellen Stand. Dabei ergeben sich im Zieljahr folgende Anteile der Versorgungsarten im Gebäudebestand (nur wärmeversorgte Gebäude):

- Kalte Fernwärme: 1,6 %
- Wärmepumpen (Ökostrom): 76,2 %
- Heizstrom: 5,8 %
- Holzpellets und Scheitholz: 16,4 %

Phase 4: Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie legt detailliert dar, wie durch spezifische Maßnahmen eine Erhöhung der Energieeffizienz und eine umweltfreundlichere Energieversorgung erreicht werden kann. Der Schwerpunkt liegt auf der Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen durch die Optimierung und den Ausbau bestehender Wärmenetze, den Einsatz von Wärmepumpen und die Nutzung von Biomasse. Diese Maßnahmen werden in die weiteren Planungsphasen integriert.

Im Zuge dieser Planung wurden neun zentrale Maßnahmen identifiziert, die zu einer nachhaltigen Gestaltung der Wärmeversorgung in der VG Annweiler am Trifels beitragen sollen. Diese wurden priorisiert und auf einen Transformationspfad übertragen, der aufzeigt, welche drei Maßnahmen innerhalb der nächsten fünf Jahre umgesetzt werden sollen.

Die folgenden prioritär umzusetzenden Maßnahmen wurden ausgewählt:

1. Fokusgebiet: Wärmenetzprüfgebiet „VG-Verwaltung und Stadtkern“ in der Stadt Annweiler am Trifels
2. Fokusgebiet: Wärmenetzprüfgebiet „Schule und Löwensteinhalle“ in Albersweiler
3. Fokusgebiet: Wärmenetzprüfgebiet „Neubaugebiet Ramberg“
4. Prüfgebiet Mikronetz „An der Kanalstraße“ in Albersweiler
5. Prüfgebiet Mikronetz „Neukastellstraße 2 – 16“ in der Stadt Annweiler am Trifels
6. Prüfgebiet Mikronetz „Ramburghalle und Feuerwehr“ in Ramberg
7. Energetische Sanierung im privaten Bereich
8. PV-Aufdachanlagen
9. Prüfung kommunaler Förderung von Bürgern und Vereinen

Der Fokus liegt zunächst auf den drei identifizierten Fokusgebieten sowie den Prüfgebieten für Mikronetze in der Stadt Annweiler am Trifels und den Ortsgemeinden Albersweiler und Ramberg, sowie auf drei weiteren Maßnahmen, welche die gesamte Verbandsgemeinde betreffen.

2. Projektmanagement & Akteursbeteiligung

2.1. Akteursanalyse

Die Identifikation relevanter Akteure und deren Rollen im lokalen Netzwerk bildet eine grundlegende Komponente jedes Wärmeplans. Jedes Projekt muss individuell angegangen werden, wobei lokale Besonderheiten und die Konstellation der Akteure zu beachten sind. Zu Beginn eines jeden Beteiligungskonzeptes steht die Akteursanalyse, die eine essenzielle Grundlage für die gesamte Einbeziehung der Akteure schafft.

Die folgenden Akteursgruppen bildeten das Grundgerüst der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung in der VG Annweiler am Trifels:

Ebene	Aufgabe	Häufigkeit
Lenkungskreis (LK): Bürgermeister & Beigeordnete	Entscheidungsgremium & Vorbereitung/Durchführung politischer Prozesse, Prozess & Ergebniskontrolle	Nach Abschluss jeder Phase
Steuerungsgruppe (SG): Mitarbeiter aus Finanzen & Bau, Klimamanager & Gebäudemanager, Geschäftsführer der Trifels Gas GmbH	Benennung des Hauptansprechpartners auf Seite der Verwaltung, Konzeptionelle Mitgestaltung, Einfließen von Ideen in den kWP-Prozess, Erstellung von Teilergebnissen	Alle 2 - 4 Wochen
Fachgruppen (FG) (Phase 1 bis 4): Mind. 2 Teilnehmer aus Steuerungsgruppe, Netzbetreiber, Schornsteinfeger und optional Projektbeiräte (Ortsbürgermeister & Vertreter je Partei des Gemeinderats)	Bereitstellung der Daten, Einfließen von Ideen in den kWP-Prozess, Aufarbeitung von Fachinformationen	Kontinuierliche Einbindung in jeweilige Phase der kWP
Weitere Projektbeteiligte: Netzbetreiber, Schornsteinfeger, Gewerbe & Industrie und optional ausgewählte Bürger	Einbeziehen in die relevanten Phasen (Fachgruppen) der Wärmeplanung je nach Bedarf und in Abstimmung mit dem Lenkungskreis sowie der Steuerungsgruppe (mindestens Information der relevanten Stakeholder über Ergebnisse kWP)	Nach Bedarf und nach Abschluss der kWP
Climate Connection	Organisation und Durchführung der kommunalen Wärmeplanung, Protokollierung aller Ergebnisse & Zwischenergebnisse, Projektmanagement kWP	Kontinuierlich

Tabelle 1: Relevante Akteursgruppen der kommunalen Wärmeplanung

Die Akteursanalyse spielte eine entscheidende Rolle bei der Ausgestaltung der Beteiligungsstruktur im gesamten Prozess. Sie ermöglichte es, die lokalen Bedingungen zu berücksichtigen und die speziell für die VG Annweiler am Trifels relevanten Akteure in den passenden Formaten einzubeziehen.

2.2. Organisatorisches Beteiligungskonzept

Die beigefügte Grafik veranschaulicht, wie Gremien und die darin vertretenen Akteure in sämtlichen Phasen der Wärmeplanung aktiv beteiligt wurden. EWR Climate Connection fungiert dabei als zentrales Verbindungselement zu allen beteiligten Gruppen.

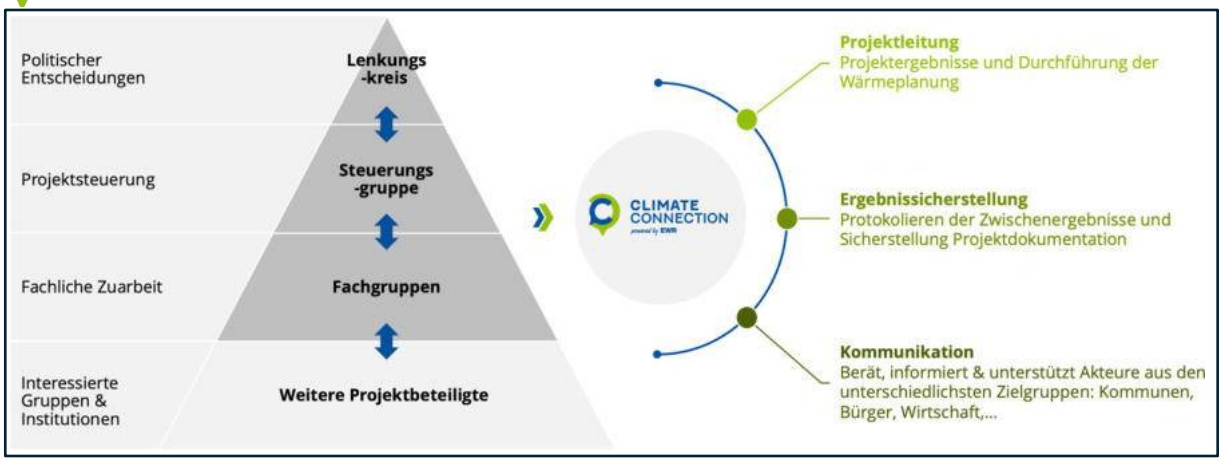


Abbildung 3: Beteiligungskonzept

Um die zentrale Koordination zwischen allen Akteuren zu gewährleisten, wurde eine klare Projektstruktur für die Projektgruppen definiert und diese mit den beteiligten Akteuren transparent kommuniziert. Auf Basis der klaren Verantwortlichkeiten leitete EWR Climate Connection die Akteursgruppen durch den Prozess und koordinierte zielführend das Projektmanagement, die Erstellung der Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung und die Kommunikation zu den relevanten Zielgruppen. Das interdisziplinäre Projektteam bestand aus Nachhaltigkeitsberatern, sowie kommunalen Vertretern und Ingenieuren, die für die Planung und Umsetzung der kWP zuständig waren. Die weiteren Gremien übernahmen dabei die nachfolgend beschriebenen Aufgaben.

Der **Lenkungskreis** war für die politischen Entscheidungen und die Beschlussfassung nach dem Abschluss der kWP verantwortlich. Um den Lenkungskreis frühzeitig über den Stand der kWP zu informieren, wurde der Verbandsgemeinderat, die kommunalpolitischen Gremien und die Beigeordneten regelmäßig über den aktuellen Stand der kWP unterrichtet. Neben der Teilnahme an der Abschlusspräsentation hatte der Lenkungskreis somit zudem die Möglichkeit an den Zwischenpräsentationen teilzunehmen, um auch während der Erstellung des Wärmeplans einen Überblick über die bis dato erzielten Erkenntnisse zu erhalten. Dadurch konnten vorab Fragen und Anmerkungen des Lenkungskreises eingeholt und in die weitere Bearbeitung integriert werden.

Die **Steuerungs- und Fachgruppen** wurden aktiv in die Erstellung der kWP mit einbezogen, sodass die Beteiligten an dem gesamten Prozess oder einem Teilprozess der kWP mitwirken und sie somit auch fachlich mitgestalten konnten. Die Fachgruppen wurden zum einen bei der Erfassung relevanter Daten im Rahmen der Bestandsanalyse hinzugezogen und zum anderen bei der Erstellung des Zielszenarios, um aktiv an der Ausgestaltung der kommunalen Wärmeplanung mitzuwirken. Somit waren sie in der ersten Phase der Bestandsanalyse vornehmlich Datenlieferant und hatten in der dritten Phase bei der Entwicklung der Zielszenarien eine partizipative Funktion und konnten die kommunale Wärmeplanung aktiv mitgestalten. Die Steuerungsgruppe wurde darüber hinaus in regelmäßigen Jour Fixe Terminen über den aktuellen Stand der kWP informiert.

Die **weiteren Projektbeteiligten** wurden ebenfalls in ausgewählten Phasen der Wärmeplanung, wie der Bestandsanalyse und der Entwicklung der Zielszenarien integriert. Dies erfolgte je nach Bedarf und in Abstimmung mit dem Lenkungskreis sowie der Steuerungsgruppe. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Integration lokaler Schlüsselakteure einen wesentlichen Bestandteil der kWP darstellt. Der tiefgehende Dialog sowie der Austausch von Ideen und Wissen wurde durch einen umfangreichen Beteiligungsprozess gefördert, um eine hohe Informationsdichte sicherzustellen. Auch hat sich herausgestellt, dass neben den formalisierten Beteiligungsformaten auch ein informeller Austausch entscheidend für den Erfolg der

Wärmeplanung war. Dieser wurde genutzt, um Inhalte zu vertiefen, Vertrauen zu schaffen und kritische Themen zu klären.

2.3. Akteursbeteiligung von Bürgern und Industrie

Für den Erfolg und die Akzeptanz einer kommunalen Wärmeplanung bedarf es einer aktiven Beteiligung sowie der Bereitstellung relevanter Informationen für die Öffentlichkeit. Ebenfalls ist es relevant, über den gesamten Prozesses der kWP die Vertreter aus Gewerbe und Industrie frühzeitig mit einzubeziehen, um gemeinsam und partnerschaftlich den Grundstein für eine klimaneutrale Energieversorgung zu legen.

Alle genannten Akteure hatten die Möglichkeit, im Rahmen der Akteursbeteiligung über die Inhalte der kommunalen Wärmeplanung informiert und in die Erarbeitung einbezogen zu werden. Alle interessierten Bürger sowie Vertreter aus Gewerbe und Industrie wurden im Rahmen einer öffentlichen Bekanntmachung umfassend über den Start und die Zielsetzungen der kommunalen Wärmeplanung informiert und bekamen Raum für Fragen und Anregungen. Diese Bekanntmachung diente nicht nur der Transparenz, sondern auch der Förderung der aktiven Teilnahme der Gemeinschaft am Planungsprozess. In der Informationsveranstaltung wurden grundlegende Fragen zur Umsetzung und den erwarteten Auswirkungen der Wärmeplanung diskutiert. Zusätzlich wurde die Bedeutung dieser Maßnahmen für die einzelnen Bürger und die wirtschaftliche Entwicklung in der Region hervorgehoben. Es wurde erläutert, wie durch die Wärmeplanung nicht nur ökologische, sondern auch ökonomische Vorteile erzielt werden können, indem beispielsweise lokale Energieressourcen effizienter genutzt und die Abhängigkeit von externen Energiequellen reduziert werden.

Nach dem erfolgreichen Abschluss der kWP wurden die gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse in einer weiteren öffentlichen Veranstaltung präsentiert, die ebenfalls für interessierte Bürger sowie Vertreter aus Gewerbe und Industrie konzipiert war. Diese Veranstaltung diente nicht nur der Vorstellung der erreichten Ergebnisse, sondern auch der Vertiefung des Dialogs zwischen den Projektverantwortlichen und der Öffentlichkeit. Nach einer detaillierten Präsentation der Ergebnisse wurde eine Fragerunde angeboten, in der die Teilnehmenden die Möglichkeit hatten, spezifische Fragen zu den verschiedenen Aspekten des bevorstehenden Transformationsprozesses zu stellen. Die Diskussion konzentrierte sich insbesondere auf die praktische Umsetzung der Planungsergebnisse und die Auswirkungen auf lokale Gemeinschaften, Umweltstandards und die Wirtschaftlichkeit. EWR Climate Connection legte Wert darauf, dass die Bürger nicht nur umfassend informiert, sondern auch aktiv in die weiteren Umsetzungsphasen in Form von weiteren Austauschformaten mit eingebunden wurden. Dadurch sollte eine breite Akzeptanz und Unterstützung für die bevorstehenden Maßnahmen sichergestellt werden. Darüber hinaus boten Diskussionen an Thementischen eine Plattform für einen Austausch und tiefgehende Gespräche, bei denen spezielle Interessengruppen ihre Bedenken und Vorschläge direkt an die zuständigen Fachleute richten konnten. Dies förderte eine zielgerichtete und effektive Kommunikation und ermöglichte es, den Planungsverantwortlichen, direktes Feedback zu erhalten und eventuelle Anpassungen in ihren Planungen zu berücksichtigen. Die Abschlussveranstaltung wurde gemeinsam mit der Sitzung des Ausschusses für Tourismus, Umwelt und Klimaschutz der VG Annweiler am Trifels durchgeführt, sodass hier bereits im Voraus an die abschließende VG-Ratssitzung im Februar der Ausschuss informiert werden konnte.

In der VG Annweiler am Trifels wurden folgende Veranstaltungen während der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung durchgeführt:

- **06. März 2025**: Kick-off Datenlieferanten: Informationsveranstaltung mit Gewerbetreibenden und Schornsteinfegern der Verbandsgemeinde, bei der Fragen zur Datensammlung und -verarbeitung geklärt wurden.
- **12. Mai 2025:** Potenzialanalyseworkshop mit den politischen Entscheidungsträgern: Vorstellung der identifizierten Potenziale in der VG Annweiler am Trifels sowie Bewertung und Priorisierung aus Sicht der politischen Entscheidungsträger. Bewertet wurde die Akzeptanz der Potenziale sowie die lokale Relevanz.
- **20. Mai 2025:** Auftaktveranstaltung kommunale Wärmeplanung: Erste Informationsveranstaltung für die Öffentlichkeit, bei der der Prozess der kommunalen Wärmeplanung vorgestellt wurde.
- **18. September 2025:** Austausch mit den Energieversorgern: Besprechung möglicher Prüfgebiete, die beim Zielszenarienworkshop der VG Annweiler am Trifels diskutiert wurden.
- **13. Oktober 2025:** Zielszenarienworkshop mit den politischen Entscheidungsträgern: Vorstellung der algorithmisch berechneten potenziellen Eignungsgebieten für die Versorgung durch ein Wärmenetz. Auf dieser Grundlage wurden diese Gebiete sowie weitere potenzielle Gebiete mit den Teilnehmenden diskutiert und bewertet. Fragen des Workshops befassten sich mit möglichen Sanierungsherausforderungen in Gebieten als auch mit möglichen Potenzialen zur Umsetzung eines Wärmenetzes (z.B. Straßenausbau).
- **27. Oktober 2025:** Workshop Wärmewendestrategie mit politischen Entscheidungsträgern: Vorstellung von Maßnahmen für den kommunalen Wärmeplan sowie Priorisierung ausgewählter Maßnahmen. Darüber hinaus wurden für die Top-Maßnahmen Chancen, Hemmnisse, die Rolle der Kommune sowie benötigte Ressourcen mit den Teilnehmenden diskutiert und festgehalten.
- **25. November 2025:** Workshop Verstetigungsstrategie mit dem Projektteam der Verbandsgemeinde: Identifikation bestehender Formate für die Verstetigung der Wärmeplanung innerhalb der Verbandsgemeinde. Darüber hinaus wurden Möglichkeiten für weitere Verstetigungsformate vorgestellt und mit dem Projektteam der Verbandsgemeinde diskutiert.
- **19. Januar 2026:** Abschlussveranstaltung kommunale Wärmeplanung: Vorstellung der Ergebnisse und Diskussion an Thementischen mit den Expertinnen und Experten.

2.4. Akteursbeteiligung von Energieversorgern

Die Zusammenarbeit mit den lokalen Energieversorgern ist nicht nur für die Erstellung des kommunalen Wärmeplans, sondern auch für dessen Umsetzung von wesentlicher Bedeutung. Daher sind sie bereits frühzeitig in den Prozess zu integrieren und über Ergebnisse der Wärmeplanung zu informieren.

Bereits zu Anfang der Wärmeplanung wurden daher die lokalen Energieversorger über den Start des Prozesses informiert und intensiv in die Datensammlung mit eingebunden. In der VG Annweiler am Trifels besteht die Besonderheit, dass mehrere Energieversorger im Verbandsgemeindegebiet vertreten sind. Diese sind die Stadtwerke Annweiler am Trifels, die Pfalzwerke, die EnergieSüdpfalz und die Trifels Gas GmbH. Neben der Datensammlung wurde ein Austausch der Energieversorger im September angeboten, um über die möglichen Prüfgebiete für Wärmenetze innerhalb der VG Annweiler am Trifels zu informieren. Die Teilnahme beschränkte sich jedoch auf lediglich einen der Energieversorger, sodass die Informationen und Fragestellungen im Nachgang an den Termin schriftlich geteilt wurden. Ein weiterer Austausch fand ebenfalls durch zu wenig Teilnehmende nicht statt. Zukünftig soll ein regelmäßiges Austauschformat zur Umsetzung des kommunalen Wärmeplans mit den Energieversorgern initiiert durchgeführt werden.

3. Kommunaler Wärmeplan VG Annweiler am Trifels

3.1. Bestandsanalyse

3.1.1. Ziele & Vorgehensweise

Im Rahmen der Bestandsanalyse wird zur Erfassung des Ist-Zustandes eine detaillierte Analyse des Wärmebedarfs, der Gebäudetypen, Baualtersklassen sowie der aktuellen Versorgungsstruktur durchgeführt. Dies erfolgt basierend auf einer systematischen Datenerhebung.

ERGEBNIS: Detaillierte Status quo Analyse des Wärmebedarfs, -verbrauchs und der Versorgungsstruktur der VG Annweiler am Trifels

Der Prozess von der Erfassung der Daten bis zu einer finalen Bestandsanalyse gliedert sich in vier Prozessschritte:

1. **Datenerhebung: Georeferenzierte Analyse des aktuellen Gebäudebestands**
   - Erhebung und Integration von Daten des amtlichen Liegenschaftskatasters in Verbindung mit weiteren öffentlich zugänglichen Daten (z. B. ALKIS, INFAS, …)
   - Erstellung eines Wärmekatasters (Detailliertes Verzeichnis, dass Informationen über Wärmequellen, Wärmenetze und Wärmeverbräuche enthält)
   - Bedarfsweise Hinzuziehung zugekaufter Adressinformationen von Drittanbietern und Wissen aus wissenschaftlichen Erkenntnissen, Statistiken und Gebäudebilanzierungen

   ⇒ *Ergebnis: ca. 70% Datenqualität*

2. **Datenaufbereitung: Erstellung detaillierte, gebäudescharfe Bestandsanalyse**
   - Bevollmächtigung von Climate Connection durch die VG Annweiler am Trifels zur Datenerhebung. Falls nicht möglich: Bereitstellung eines Blueprints durch Climate Connection für Anfragen an Drittanbieter, um Aufwand für die VG zu minimieren
   - Import weiterer individualisierter Dienste, wie beispielsweise Inspire-konformer WebMap-Services (WMS) für eine stärke Vertiefung der Daten
   - Manuelle Integration realer Verbrauchsdaten zur Schärfung der Datengüte (Energieversorger-Daten, kommunale Daten, Schornsteinfegerdaten …)

   ⇒ *Ergebnis: ca. 80-9% Datenqualität*

3. **Datenanalyse: Erstellung einer Wärmebilanz**
   - Untersuchung der bestehenden Wärme- und Kälteversorgungsinfrastruktur differenziert nach Energieträgern und Sektoren
   - Erstellung einer Energie- und Wärmebilanz für das Jahr Basisjahr 2023

4. **Kartografische Darstellung: Abbildung des Energie- und Wärmebedarfs im digitalen Zwilling**
   - Detaillierte kartografische Darstellung eines Wärmekatasters der städtischen Struktur, einschließlich Gebäude- und Siedlungstypen
   - Präzise Darstellung des Energie- und Wärmebedarfs sowie der aktuellen Versorgungs- und Beheizungsstrukturen

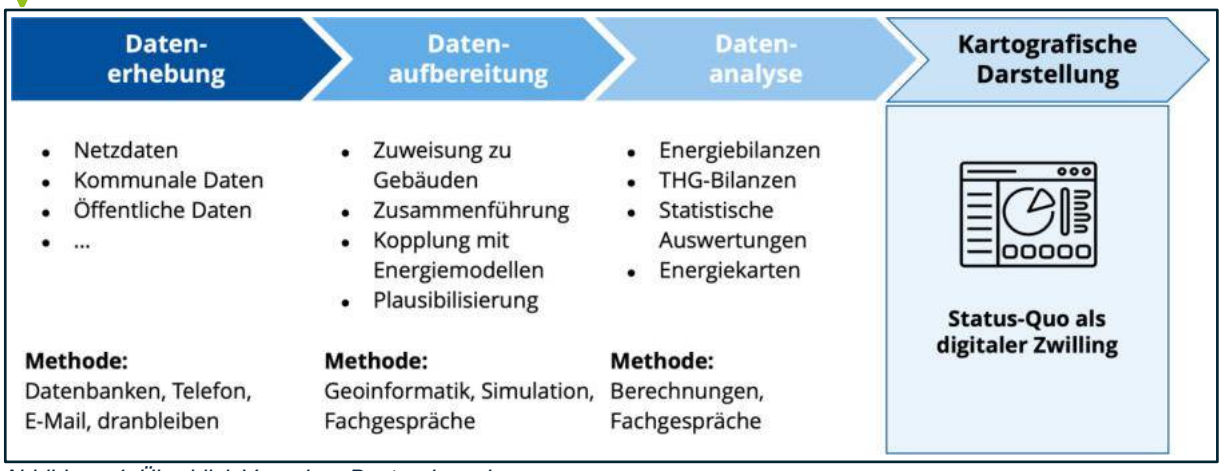


Abbildung 4: Überblick Vorgehen Bestandsanalyse

3.1.2. Digitaler Zwilling & Datenerhebung

Digitaler Zwilling

Ein digitaler Zwilling ist ein virtuelles Abbild eines physischen Objekts, Prozesses oder Systems, das in Daten und Informationen verarbeitet, analysiert und diese visuell simuliert. In der kommunalen Wärmeplanung spielt der digitale Zwilling eine entscheidende Rolle, da er als virtuelles Modell der städtischen Infrastruktur und der Wärmeversorgungssysteme der VG Annweiler am Trifels dient. Entwickelt wurde das digitale Kartierungstool von der Firma ENEKA Energie & Karten GmbH. Es präsentiert ein virtuelles, gebäudegenaues Modell der VG Annweiler am Trifels, das als digitaler Zwilling der VG fungiert. Dieses Modell bildet den aktuellen Status quo der VG ab und dient als Ausgangspunkt für weiterführende Analysen. In den digitalen Zwilling wurden sämtliche erhobenen Daten integriert, darunter z.B. Informationen zu Wärmeverbrauch, Heizsystemtypen und Energieinfrastruktur. Neben der kartografischen Abbildbarkeit der VG, hilft der digitale Zwilling auch dabei komplizierte Planungs- und Entscheidungsprozesse auf Basis der virtuellen Daten zu treffen. Die Nutzung dieses Tools bietet zudem zahlreiche Vorteile:

- Gewährleistung einer hohen Datenqualität, die für aussagekräftige Analysen und Entscheidungen essenziell ist
- Förderung der kollaborativen Arbeit an Datensätzen, was den Planungsprozess effizienter gestaltet
- Durchführung energetischer Analysen im Softwaretool, wodurch Energieeffizienzmaßnahmen leichter identifiziert und bewertet werden können
- Filtermöglichkeit und interaktive Anpassung der Daten, um spezielle Gebiete für die Wärmeversorgung auszuzeichnen

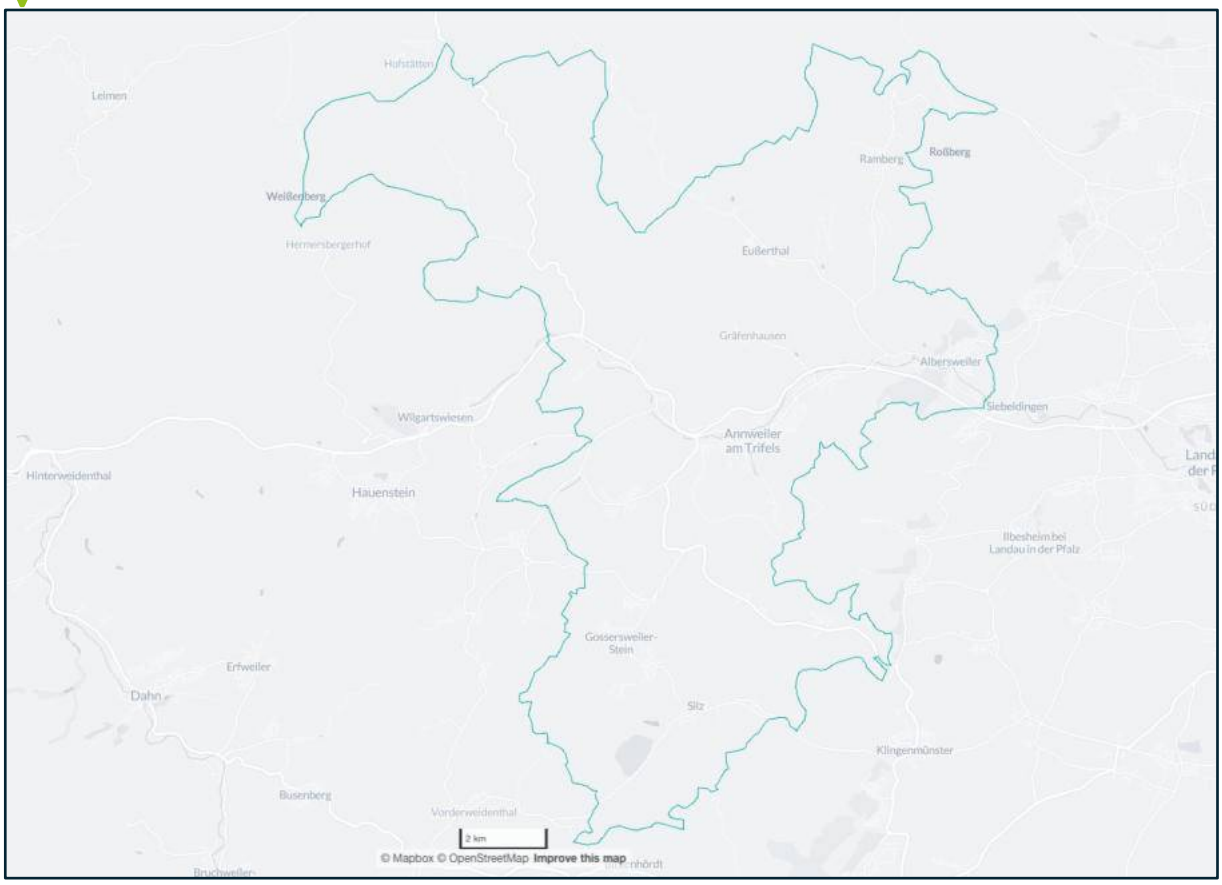


Abbildung 5: Gemarkung der VG Annweiler am Trifels ohne eingepflegte Daten

Datenerfassung

Für die Durchführung der kommunalen Wärmeplanung ist die Erfassung einer Vielzahl von Daten aus verschiedenen Quellen erforderlich. Alle zu erhebenden Daten wurden aus dem Jahr 2023 erfasst und in die Wärmeplanung integriert. Dieses gilt als Basisjahr und somit als Ausgangspunkt für den Status quo. Im nächsten Abschnitt werden die wesentlichen zu sammelnden Daten sowie deren Quellen detailliert erläutert. Die folgende Abbildung dient dazu, die benötigten Daten für die Bestandsanalyse zu veranschaulichen und einzuordnen.

Abbildung 6: Beispielhafte Darstellung der Daten für Bestandsanalyse durch Datenimport in den digitalen Zwilling

Für eine effiziente Datenerfassung wurde EWR Climate Connection autorisiert, Daten direkt von den Anbietern abzurufen. So mussten spezifische landesweite Daten oder Strom- und Gasinformationen nicht von der VG selbst angefordert und hochgeladen werden, sondern konnten direkt durch EWR Climate Connection angefragt und verarbeitet werden.

Datenschutz

Alle Daten wurden aggregiert auf mindestens fünf Zählpunkte/Häuser geliefert. Diese Versorgungsdaten wurden anschließend mit den Tooldaten verschnitten und die Durchschnittswerte auf die einzelnen Häuser verteilt.

Für die einfache Sammlung großer Datenmengen wurde eine passwortgeschützte Cloud der EWR AG eingerichtet. Dort wurden die entsprechenden Formulare zur Datensammlung bereitgestellt. In enger Zusammenarbeit mit der VG Annweiler am Trifels wurden die erforderlichen Daten entweder über die EWR Cloud oder per E-Mail bereitgestellt.

Kommunale Daten

Die zu erfassenden Daten beinhalteten:

- Bestehende Studien und Konzepte im Bereich Klimaschutz (Klimaschutzkonzepte, Quartierskonzepte usw.)
- Angaben zu kommunalen Gebäuden (Gebäudetyp, Energieverbrauch, Heizungstyp und Alter)
- Informationen zu Kläranlagen (falls vorhanden)
- Daten zu geplanten oder in Erwägung gezogenen Neubaugebieten
- Zukünftige größere Tiefbaumaßnahmen
- Flächennutzungspläne
- Gestaltungssatzungen
- Regenerative Energieprojekte im Bereich Wind und/oder PV-Anlagen

Um eine klare und effiziente Datensammlung zu gewährleisten, erhielt die VG Annweiler am Trifels einen detaillierten Leitfaden zur Datenbereitstellung. Die Datenpakete entsprechen den Vorgaben der Bundesförderung (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2022, S. 15 f.) sowie dem vom Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende bereitgestellten Leitfaden (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) & Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) (Hrsg.), 2024, S. 32 ff.). Zusätzlich wurden persönliche Gespräche mit der Steuerungsgruppe geführt, um die Vollständigkeit und Verfügbarkeit aller relevanten Daten und Informationen zu sichern.

Daten des Energieversorgers

Die Bestimmung des kommunalen Gesamtenergiebedarfs im Gemeindegebiet kann entweder durch standardisierte Bedarfskennzahlen oder durch die Erfassung von tatsächlichen Verbrauchsdaten erfolgen. Letztere spiegeln die realen Nutzungsbedingungen genauer wider als pauschale Kennzahlen. Energieversorger verfügen über detaillierte Verbrauchsdaten für Strom (einschließlich Heiz- und Wärmepumpenstrom), Wärme (Verkauf über Wärmenetze) und Gas auf Gebäudeebene.

Für eine qualitativ hochwertige Bedarfsanalyse ist die VG befugt, erforderliche Daten direkt bei den Energieunternehmen zu erheben. Zur Vereinfachung der Datenerfassung wurden diese Daten jedoch unter Vorlage einer entsprechenden Datenerhebungsvollmacht der VG Annweiler am Trifels direkt von EWR Climate Connection angefordert, was die VG deutlich entlastete. Energieunternehmen bieten als Betreiber von Energienetzen und Erzeugungsanlagen zusätzlich wichtige Informationen zur vorhandenen Infrastruktur. Besonders für große Wärmenetze sind Informationen zur eingesetzten Technologie in Heizzentralen essenziell, um mögliche

Transformationspotenziale zu identifizieren. Die Datenabfrage des Energieversorgers umfasste dabei folgende Bereiche:

- Energieanlagen und -infrastrukturen
  - Energienetze (Abwasser-, Gas-, Wärmenetze)
  - Installierte Kraft-Wärme-Kopplungsleistung
  - Installierte Kapazität für elektrische Speicherung
  - Installierte Kapazität für thermische Speicherung
  - Photovoltaikanlagen (Anzahl und Leistung)
  - Wärmezentralen, inklusive Informationen zu Temperaturniveaus, Wärmeerzeugungstypen, Leistung der Erzeuger und Netzabnahme, Wärmemenge
- Verbrauchsdaten
  - Gasverbrauch
  - Wärmeverbrauch (an Wärmenetzen)
  - Wärmestromverbrauch, aufgeschlüsselt in Direktstrom und Wärmepumpenstrom

In der VG Annweiler am Trifels besteht die Besonderheit, dass mehrere Energieversorger im Verbandsgemeindegebiet vertreten sind. Dazu gehören die Stadtwerke Annweiler am Trifels, die Pfalzwerke, EnergieSüdpfalz und die Trifels Gas GmbH. Für die Datensammlung wurden alle Energieversorger zur Datenabgabe aufgefordert. Ein Großteil der gelieferten Daten konnte in den digitalen Zwilling integriert werden. Allerdings sind Datenlücken in den gelieferten Datensätzen zu vermerken oder teilweise konnten die Daten im System nicht vollumfänglich integriert werden, was dazu führt, dass die im Tool eingepflegten Daten keinen Anspruch auf Vollständigkeit haben. Aufgrund der statistischen und öffentlichen Daten ist jedoch generell von einer guten Qualität der vorhandenen Daten auszugehen.

Industrie und Gewerbe

Bei der ersten Berechnung des Wärmebedarfs ist es relevant, große Industrie- und Gewerbeunternehmen zu identifizieren, die signifikant zu einem erhöhten Gesamtenergieverbrauch in der VG Annweiler am Trifels beitragen. Zur Erkennung von Abwärmepotenzialen und Möglichkeiten zur Energieeffizienzsteigerung ist es erforderlich, dass Gewerbe- und Industriebetriebe spezifische Daten zu ihrem Endenergiebedarf und Wärmeverbrauch bereitstellen. Diese Industrie- und Gewerbeunternehmen wurden schriftlich kontaktiert und um Datenabgabe über eine Forms-Umfrage gebeten. Für die VG Annweiler am Trifels wurden von Gewerbetreibenden Abwärmepotenziale gemeldet, die später in die Potenzialbetrachtungen einbezogen wurden.

Daten der Schornsteinfeger

Wichtige Daten im Bereich der Heizungsanlagen in Gebäuden werden grundsätzlich von den Bezirksschornsteinfegern erfasst, verarbeitet und dokumentiert. Damit lassen sich die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung durch eine breitere Datenbasis anreichern und somit schärfen.

Durch das Wärmeplanungsgesetz, das zum 01.01.2024 in Kraft getreten ist, sind die bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger zur Auskunft vorhandener Daten gegenüber der planungsverantwortlichen Stelle verpflichtet (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz & Bundesamt für Justiz, 2023). Über eine Vollmacht zur Datenerhebung wurden die Daten zum Projektstart direkt von der EWR Climate Connection GmbH angefragt. Über das Hochladen auf einer Dropbox wurden die Daten dem Projektteam zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung gestellt.

Die typischerweise von den Bezirksschornsteinfegern bereitgestellte Daten umfassen unter anderem:

- Adresse (Postleitzahl, Straße, Hausnummer)
- Art der Feuerstätte
- Feuerstättennummer
- Brennstoff
- Nennwärmeleistung
- Baujahr
- Heizwert/ Brennwert
- Art der Heizung (Zentralheizung/ Einzelraumheizung)

Relevante Informationen wie Adresse, Baujahr und Heizungsart wurden bereits durch kommunale und öffentliche Daten sowie den Daten des Energieversorgers erfasst. Die Integration der Schornsteinfegerdaten kann somit die Datenqualität erhöhen, ist aber nicht ausschlaggebend für die Durchführung einer kommunalen Wärmeplanung. Die angefragten Bezirksschornsteinfeger der VG Annweiler am Trifels haben alle die entsprechenden Daten abgegeben, von denen jedoch nicht alle vollumfänglich in den digitalen Zwilling überführt werden konnten.

Aufbereitung der Daten

Nach der Validierung, Bereinigung und Vervollständigung der Daten ermöglichte der digitale Zwilling die Durchführung von Datenauswertungen, die in verschiedenen Layern des Geoinformationssystems (GIS) visualisiert wurden. Zur Gewährleistung einer hochwertigen Datenaufbereitung und -analyse wurde ein spezieller Algorithmus entwickelt. Dieser berechnet den Wärmeverbrauch von nicht leitungsgebundenen Wärmequellen, wie beispielsweise Öl- oder Holz-betriebenen dezentralen Heizungsanlagen. Zusätzlich wurden fehlende Daten durch die Verwendung von Durchschnittswerten ergänzt (gängiger Ansatz zur Schärfung der vorliegenden Datenquellen). In regelmäßigen Austauschterminen mit der Steuerungsgruppe wurde die Datenqualität kontinuierlich durch die Expertise der Beteiligten überprüft und bei Bedarf optimiert.

3.1.3. Erkenntnisse der Bestandsanalyse

Gemeindestruktur

Die VG Annweiler am Trifels zählt zum ländlich geprägten Raum und erstreckt sich über eine Fläche von 129,82 km^2 im südlichen Rheinland-Pfalz. Zu dieser Gemeinde gehören die Stadt Annweiler am Trifels sowie die Ortsgemeinden Albersweiler, Dernbach, Eußerthal, Gossersweiler-Stein, Münchweiler am Klingbach, Ramberg, Rinnthal, Silz, Völkersweiler, Waldhambach, Waldrohrbach und Wernersberg. Stand Dezember 2023 beherbergt die Gemeinde 17.913 Einwohner (Haupt- und Nebenwohnsicht) (KommWis - Gesellschaft für Kommunikatio und Wissenstransfer mbH, 2023), die sich auf insgesamt 14.635 Gebäude verteilen. Die Gesamtnutzfläche der Gebäude in der VG Annweiler am Trifels beträgt insgesamt 2,3 km^2.

Die VG Annweiler am Trifels zählt zum Landkreis Südliche Weinstraße und liegt im Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen. Geprägt ist das Verbandsgemeindegebiet durch ausgedehnte Waldflächen, die einen Großteil der Fläche einnehmen. Darüber hinaus ist die VG durch hauptsächlich Wohnbebauung geprägt.

Die kommunale Infrastruktur umfasst neben Wohn- und Gewerbegebieten auch öffentliche Einrichtungen wie Kindertagesstätten, Schulen, Verwaltungsgebäude, Sportstätten und Kulturzentren. Diese Liegenschaften stellen nicht nur potenzielle Ankerpunkte für

treibhausgasneutrale Wärmelösungen dar, sondern bieten auch Ansatzpunkte für Vorreiterprojekte innerhalb der kommunalen Wärmewende.

Die VG Annweiler am Trifels zählt zur Klassifizierung der ländlich und kleinstädtisch geprägten Gemeinden. Laut dem Statistischen Landesamt Rheinland-Pfalz (2023) steht jedem Bürger im Landkreis Südliche Weinstraße statistisch gesehen pro Kopf 25.889 € zur Verfügung. Somit liegt der Landkreis im Betrachtungsjahr 2021 oberhalb des Bundesdurchschnitts von 24.400 €.

Gewerbe und Industrie

Im Stadtteil Sarnstall in der Stadt Annweiler am Trifels ist das Kartonverarbeitungswerk Buchmann GmbH, das nun zur Weig Group gehört, ansässig. In der Stadt Annweiler am Trifels befindet sich zudem das STABILA-Werk, das hauptsächlich Messwerkzeuge herstellt. Überwiegend wird die Wirtschaftsstruktur jedoch von mittelständischen Unternehmen und Kleingewerben geprägt. Außerdem bilden der Weinbau sowie der Tourismus wichtige wirtschaftliche Säulen der Verbandsgemeinde, was durch die Lage der VG begünstigt wird.

Bisherige Klimaschutzmaßnahmen

In der VG Annweiler am Trifels wurden bereits verschiedene Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt, die zu einer deutlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen geführt haben. Zudem ist die VG Annweiler am Trifels im Jahr 2023 dem kommunalen Klimapakt (KKP) des Landes Rheinland-Pfalz beigetreten und hat sich somit den Zielen des Landes verschrieben. Folgende Maßnahmen wurden bereits durchgeführt:

- Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzepts für die VG Annweiler am Trifels
- Umstellung der öffentlichen Beleuchtung auf LED-Technologie (Straßenbeleuchtung und Gebäude)
- Errichtung einer Photovoltaik-Anlage auf dem Rathaus der Verbandsgemeinde sowie auf anderen kommunalen Liegenschaften
- Energetische Sanierung kommunaler Gebäude (Fenstertausch, etc.)
- Anstoßen mehrere Projekte zum Heizungstausch innerhalb der Verbandsgemeinde im Rahmen des KIPKI-Programms (Kommunales Investitionsprogramm Klimaschutz und Innovation)
- Anbieten und Durchführen eines kommunalen Förderprogramms zur Anschaffung eines Balkonkraftwerks
- Durchführung einer Machbarkeitsstudie zu PV-Freiflächenanlagen auf dem gesamten Verbandsgemeindegebiet
- Integration des Themas Klimaschutz in touristische Angebote (Klima-Lehrpfad)

Laut dem Energieatlas Rheinland-Pfalz (Energieagentur Rheinland-Pfalz, 2023) erzeugt die VG Annweiler am Trifels bilanziell bereits heute schon einen Teil der benötigten Energie selbst aus erneuerbaren Energiequellen. Im Jahr 2023 belief sich diese Menge folgendermaßen:

- Erzeugung regenerativer Energien ca. 6,3 GWh
- Verbrauch elektrischer Energie ca. 39 GWh

Dabei verteilte sich die Energieerzeugung auf folgende Anlagen:

- 1.077 PV-Anlagen
- 4 Wasserkraftanlagen

Gebäudekategorien und -typen

Die Analyse des Gebäudebestands erfolgte durch die Kombination verschiedener Datenquellen, einschließlich offenem Kartenmaterial, Zensusdaten, ALKIS-Daten, kommunalen Daten und weiteren verfügbaren Informationen. In der nachfolgenden Abbildung sind die Gebäude ausgehend von der Gesamtgebäudeanzahl von 14.635 Gebäuden nach Sektoren aufgegliedert.

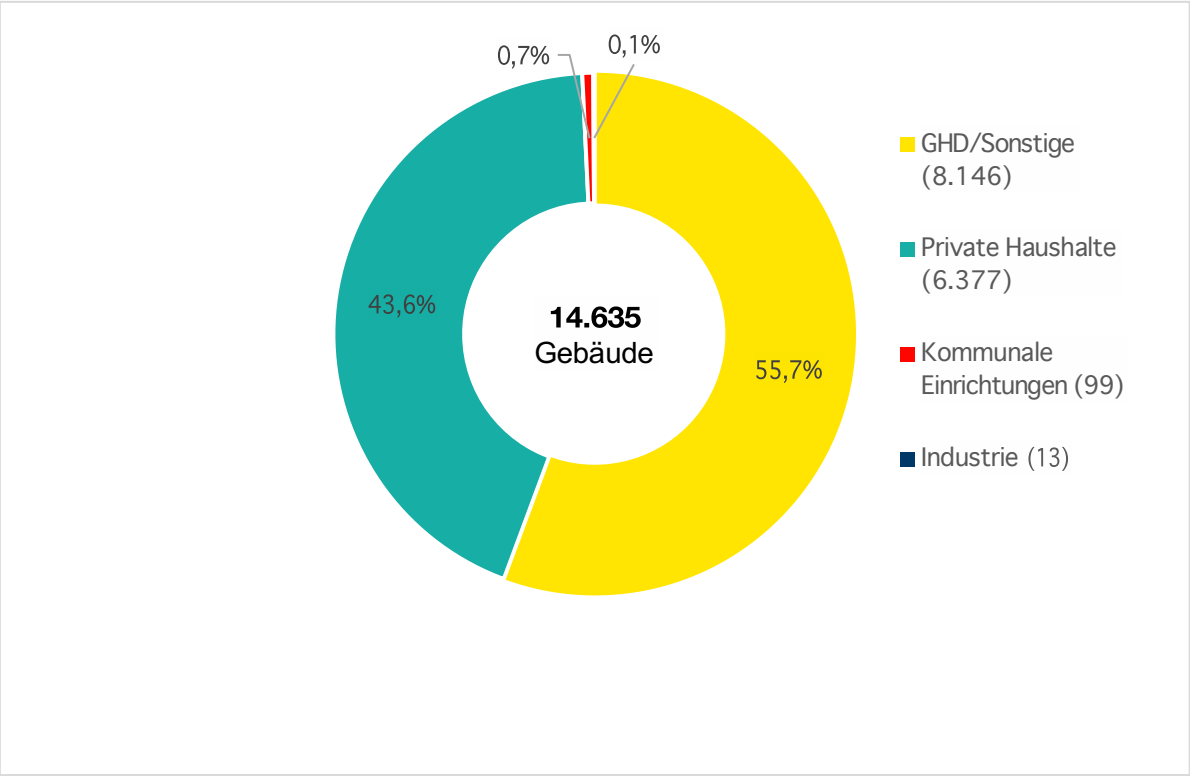


Abbildung 7: Gebäudeanzahl in der VG Annweiler am Trifels nach Sektor (alle Gebäude)

Gebäude, die dem GHD-Sektor und Sonstige zugewiesen sind, dominieren mit einem Anteil von 55,7 % den Gebäudebestand. Weitere 43,6 % der Gebäude werden durch private Haushalte eingenommen. Es liegt ein geringer Anteil an kommunalen Gebäuden mit 0,7 % und an Industriegebäuden mit 0,1 % vor. Es ist anzumerken, dass der Sektor privates Wohnen besondere Relevanz in der VG Annweiler am Trifels einnimmt, und dass Gebäude mit Mischnutzung dem GHD-Sektor zugeordnet sind. In Abbildung 8 wird die Verteilung der verschiedenen Gebäudesektoren auf Baublockebene gezeigt.

Die privaten Wohngebäude befinden sich vornehmlich im Zentrum der Stadt und der Ortsgemeinden. Gebäude aus dem GHD sind hauptsächlich an den Gemeinderändern. Kommunale sowie öffentliche Einrichtungen sind heterogen über das Verbandsgemeindegebiet verteilt. Industriegebäude befinden sich ebenfalls außerhalb gelegen, wobei nur einige wenige Industrieunternehmen in der Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels vertreten sind. Die daraus resultierenden Abwärmepotenziale wurden in der Potenzialanalyse mit betrachtet.

Der Gesamtgebäudebestand, inklusive nicht wärmeversorgter Gebäude beläuft sich auf 14.635 Gebäude. Davon zählen 34,2 % als nicht wärmeversorgt, wie in der nachfolgenden Abbildung 9 ersichtlich. Hierbei handelt es sich z.B. um Nebengebäude, Schuppen, Gartenhäuser, Garagen oder ähnliches (Quelle: ENEKA). Für die weitere Betrachtung in der kommunalen Wärmeplanung werden nur jene Gebäude in die Analyse mit einbezogen, die zu den wärmeversorgten Gebäuden zählen, sodass die Werte nicht durch den hohen Anteil nicht wärmeversorgter Gebäude verzerrt werden.

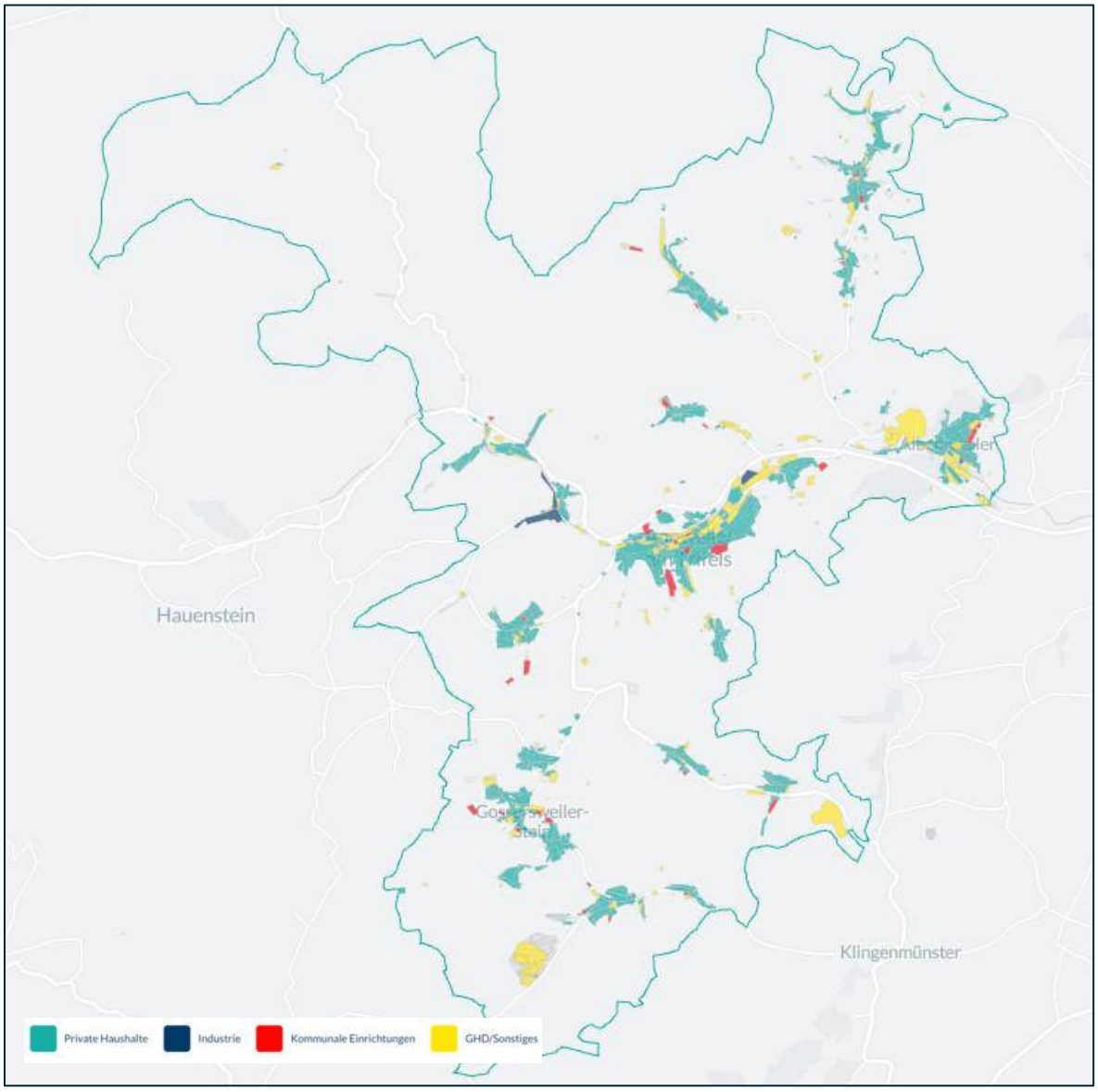


Abbildung 8: Räumliche Verteilung der Gebäude in der VG Annweiler am Trifels nach Sektoren auf Gebäudeblockebene

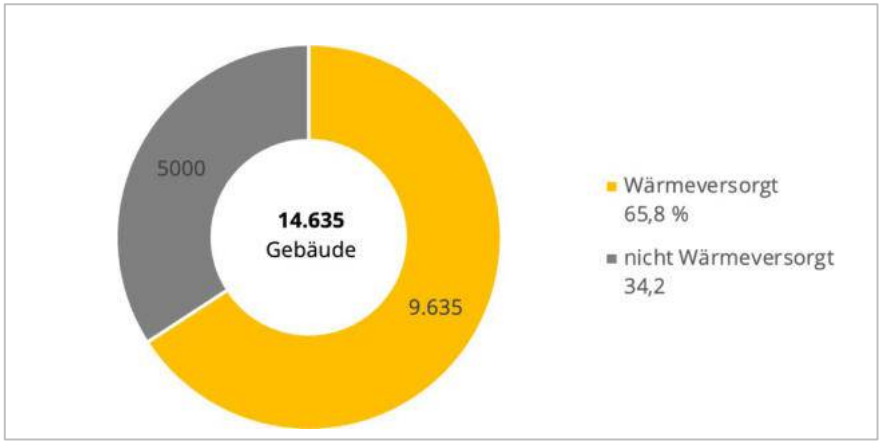


Abbildung 9: Übersicht wärmeversorgter und nicht wärmeversorgter Gebäude in der VG Annweiler am Trifels

Baualtersklassen

In der Bestandsanalyse wird die Entwicklung der Bebauung anhand des Baujahrs der Gebäude untersucht. Die beigefügte Grafik ordnet die Gebäude verschiedenen Baualtersklassen farblich zu, um die zeitliche Entwicklung der Bebauung in der VG Annweiler am Trifels zu veranschaulichen. Insgesamt wurden in der VG Annweiler am Trifels 9.635 wärmeversorgte Gebäude erfasst. Mehr als die Hälfte der Gebäude in der VG wurde vor der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung im Jahr 1979 errichtet (50,7 %), die ein Mindestmaß an Dämmung vorschrieb. Gebäude aus den Jahren 1979 - 1983 machen mit 17,8 % gemeinsam mit den Gebäuden der Baualtersklasse von 1919 – 1948 den größten Teil des Gebäudebestands aus und verfügen insgesamt über das größte Potenzial für Sanierungen. Altbauten zeigen meist den

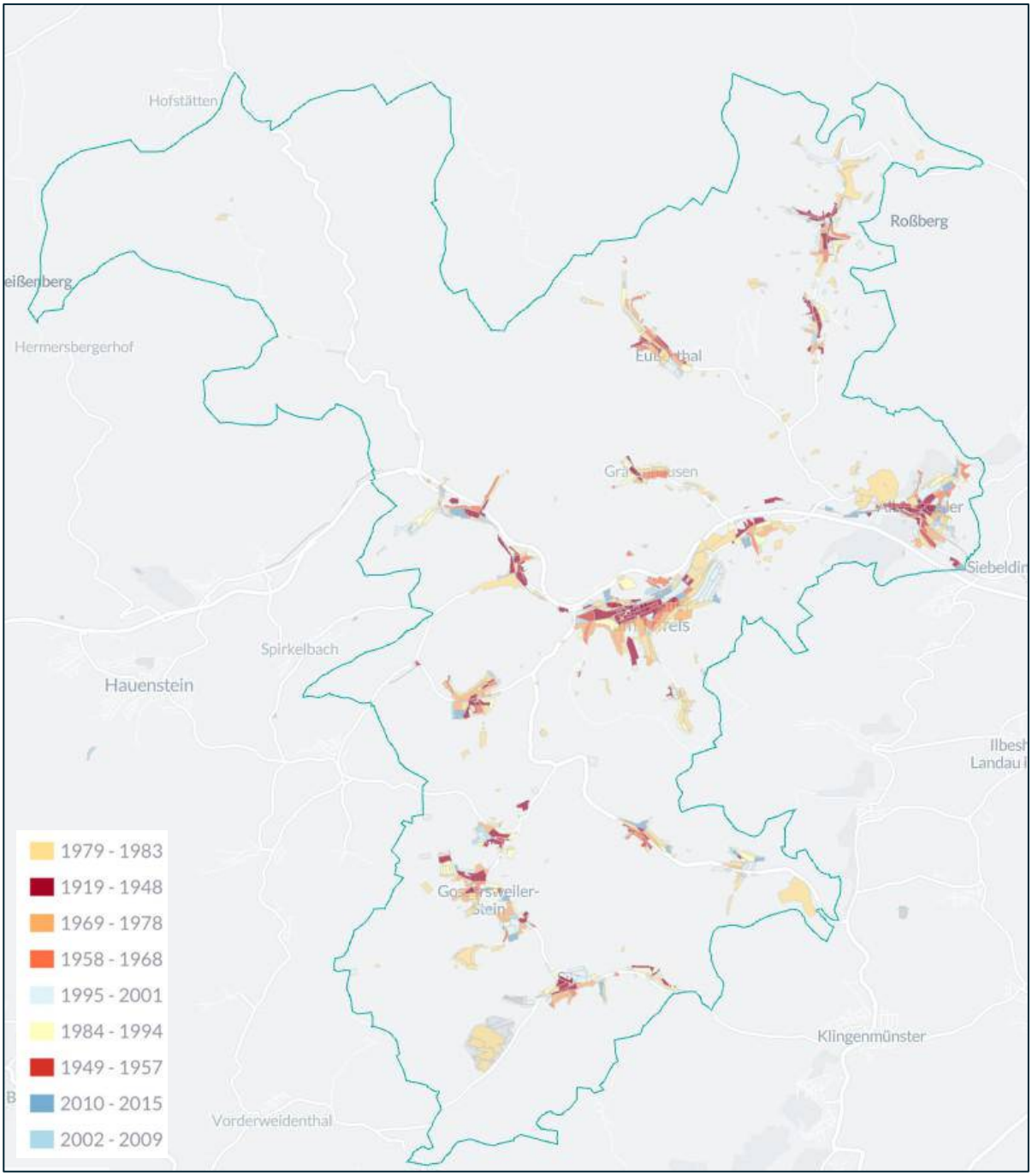


Abbildung 10: Entwicklung der Bebauung (Baualtersklassen auf Gebäudeblockebene)

höchsten spezifischen Wärmebedarf, besonders dann, wenn sie bisher wenig oder gar nicht saniert wurden.

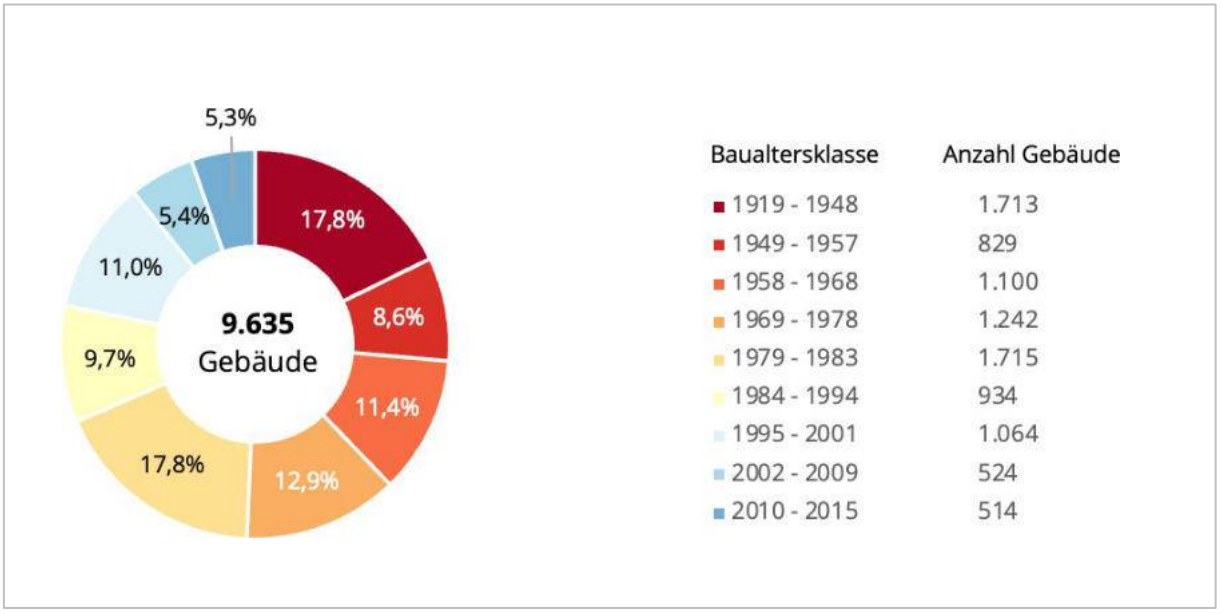


Abbildung 11: Gebäudebestand nach Baualtersklassen in der VG Annweiler am Trifels (wärmeversorgte Gebäude)

Obwohl alte Gebäude aufgrund ihres hohen Sanierungspotenzials attraktiv sind, können denkmalschutzrechtliche Beschränkungen die Sanierungsmöglichkeiten einschränken. Um das vollständige Sanierungspotenzial jedes Gebäudes zu nutzen, sind gezielte Energieberatungen und angepasste Sanierungskonzepte je Baualtersklasse erforderlich. In Neubaugebieten, die in den Ortsgemeinden und der Stadt vorwiegend an den Gemeinderändern gelegen sind, unterliegen die Gebäude den seitdem geltenden Energieeinsparverordnungen (EnEV), angefangen bei der Wärmeschutzverordnung (WSchVO) bis hin zu den neueren Regelungen des

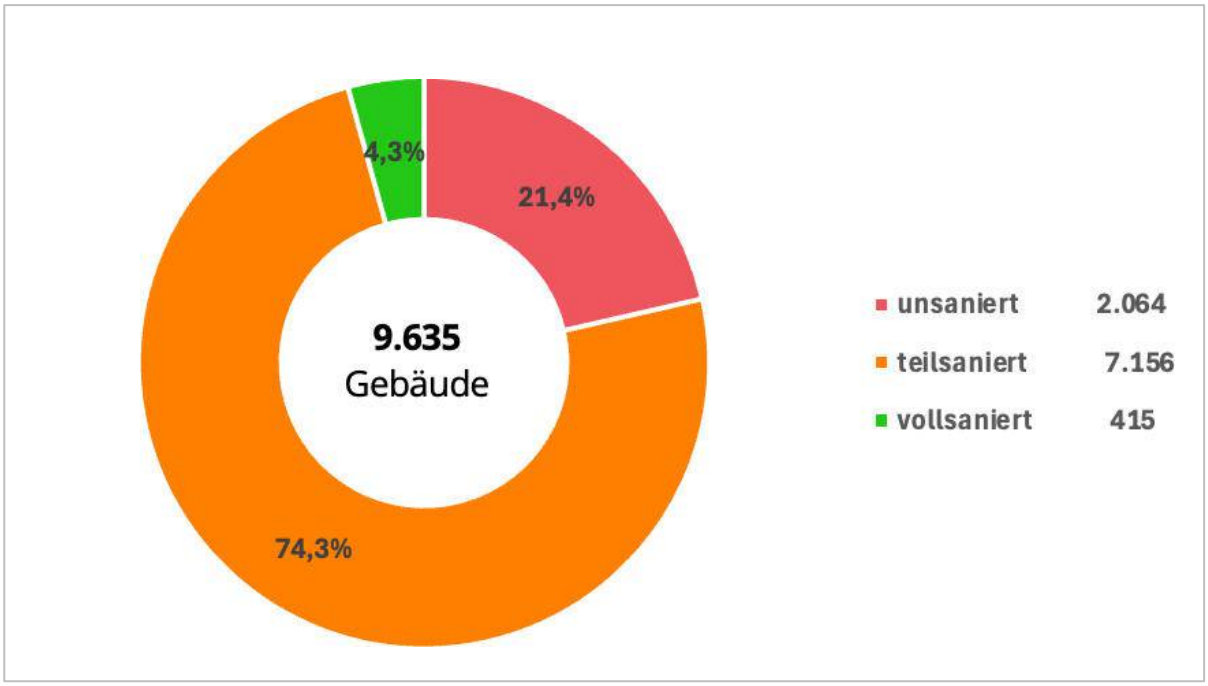


Abbildung 12: Sanierungsstand der Gebäude in der VG Annweiler am Trifels (nur wärmeversorgte Gebäude)

Gebäudeenergiegesetzes (GEG), das einen Mindestanteil von 65 % erneuerbarer Energien im Energiemix vorschreibt.

Um das Sanierungspotenzial des Gebäudebestands abschätzen zu können, musste zunächst eine Analyse des bestehenden Sanierungsstand der Gebäude erfolgen. In Abbildung 12 sind die Gebäude der VG Annweiler am Trifels nach dem Sanierungsstand aufgezeigt. Die meisten Gebäude sind teilsaniert (74,3 %), wohingegen 21,4 % unsaniert sind und lediglich 4,3 % vollsaniert. Besonders im unsanierten Gebäudebestand besteht ein hohes Sanierungspotenzial, wobei bereits durch eine Teilsanierung das Energieniveau verbessert werden kann.

Wärmebedarf

Die Ermittlung des Wärmebedarfs für leitungsgebundene Heizsysteme wie Gas, Wärmenetze, Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen erfolgte anhand der gemessenen Endenergieverbräuche. Unter Berücksichtigung der Wirkungsgrade der verschiedenen Heiztechnologien konnte daraus die Nutzenergie, also der Wärmebedarf, bestimmt werden. Für nicht-leitungsgebundene Heizsysteme wie Öl, Holz und Kohle sowie für beheizte Gebäude ohne spezifische Informationen zum Heizsystem wurde der Wärmebedarf anhand der beheizten Fläche, des Gebäudetyps und weiterer gebäudespezifischer Datenpunkte kalkuliert. Bei Gebäuden mit nicht-leitungsgebundenen Systemen ließ sich der Endenergieverbrauch unter Verwendung der entsprechenden Wirkungsgrade ableiten.

Bestimmung des Wärmebedarfs

Anschließend wird für jedes Gebäude der Wärmebedarf berechnet.

Liegen Verbrauchsdaten vor, erfolgt dies über die jeweiligen Energieverbräuche mit typabhängigen Heizsystem-Effizienzen.

- Heizstrom
  - Luftwärmepumpe, $\eta = 3$
  - Sonstige, $\eta = 1$
- Fernwärmeübergabestation, $\eta = 0.95$
- Gaskessel, $\eta = 0.82$
- Ölkessel, $\eta = 0.9$

Wärmebedarf [kWh/a] = Endenergiebedarf [kWh/a] * Effizienz η

Für Gebäude ohne bereitgestellte Verbrauchsdaten wird aus der Gesamtheit der bestehenden Verbrauchsdaten im jeweiligen Projekt pro Gebäudetyp (Kategorie und Altersklasse) ein durchschnittlicher spezifischer Wärmebedarfswert berechnet und auf die Gebäude mit unbekanntem Bedarf angewendet. Dabei dient die Nutzfläche der Gebäude als Basiswert für die Flächenberechnung.

Stehen für einen Gebäudetyp nicht ausreichend gemessene Daten zur Verfügung, um einen aussagekräftigen Mittelwert zu bilden, werden typische Werte aus einer thermischen Simulation angewandt.

Mithilfe der so ermittelten Wärmebedarfe und der Effizienzen der Heizsysteme können daraufhin die jeweiligen Verbräuche der Energieträger ermittelt werden.

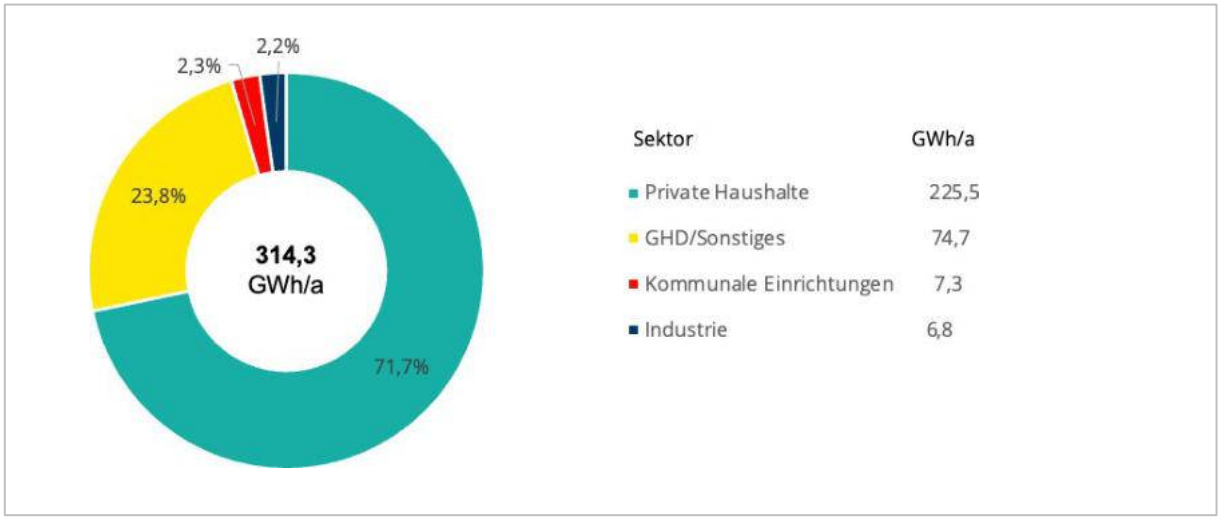


Abbildung 13: Wärmebedarf der VG Annweiler am Trifels nach Sektor

Der aktuelle Wärmebedarf in der VG Annweiler am Trifels beläuft sich auf jährlich 314,3 GWh. Der private Wohnsektor stellt mit 71,7 % den größten Anteil dar, während GHD 23,8 % des Gesamtwärmebedarfs ausmachen. Öffentliche Gebäude einschließlich kommunaler Liegenschaften tragen hingegen 2,3 % zum Wärmebedarf bei, während Industrie und Produktionsunternehmen zu 2,2 % des Wärmebedarfs beitragen.

Der Wärmebedarf eines Gebäudes kann als Wärmeliniendichte quantifiziert werden, welche die Wärmelast des Gebäudes einem bestimmten Abschnitt einer nahegelegenen Straße zuordnet. Diese Zuordnung basiert auf einer detaillierten Analyse der thermischen Eigenschaften des Gebäudes sowie der Umgebung, wobei verschiedene Parameter wie Gebäudegröße, Isolierungsniveau und Klimadaten berücksichtigt werden.

Die höchste Wärmeliniendichte zeigt sich in den dichter bebauten Zentren der Ortsgemeinden sowie der Stadt Annweiler am Trifels. Die Betrachtung der Wärmeliniendichte ist besonders relevant für die Identifikation und Erweiterung von Gebieten, die für Wärmenetze geeignet sind, da eine hohe Wärmeliniendichte auf eine starke Eignung für Wärmenetze hindeutet.

Es ist entscheidend, zwischen der aufgewendeten Endenergie für die Wärmebereitstellung und dem tatsächlichen Wärmebedarf zu unterscheiden, um Energie- und Wärmesysteme effektiv analysieren zu können. Der Wärmebedarf definiert die benötigte Menge an Nutzenergie, zum Beispiel die Raumwärme, die erforderlich ist, um einen Raum zu heizen. Die Endenergie hingegen bezieht sich auf die Menge an Energie, die eingesetzt wird, um diesen Wärmebedarf zu decken, wie etwa die Menge an Öl, die in Brennwertkesseln verbraucht wird.

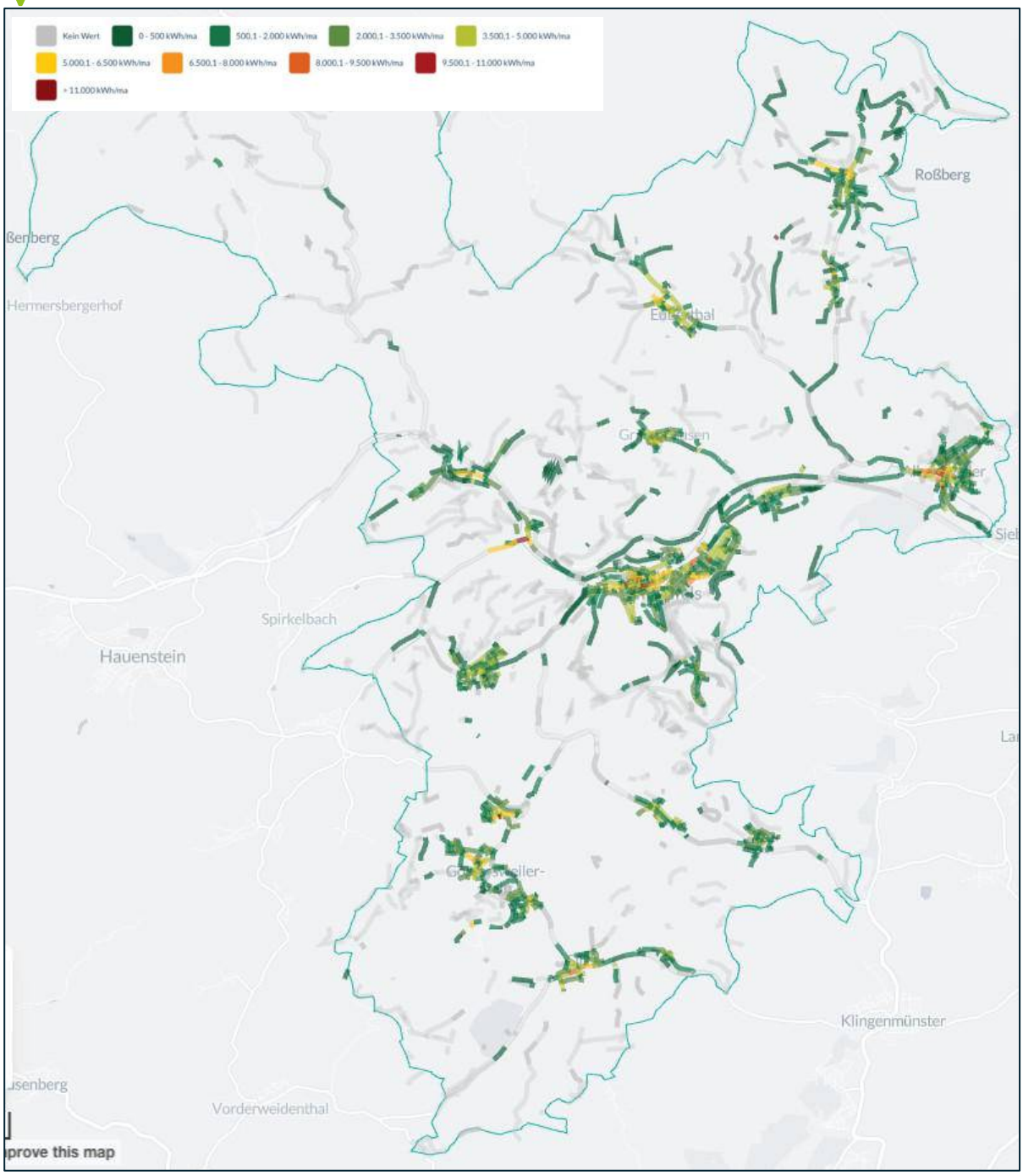


Abbildung 14: Verteilung Wärmeliniendichte in der VG Annweiler am Trifels auf Straßenzugsebene

Treibhausgasbilanz

Das Ziel der Wärmeplanung besteht darin, einen Weg zur Treibhausgasneutralität aufzuzeigen. Deshalb ist ein wesentlicher Teil der Bestandsanalyse die Erfassung der Treibhausgasemissionen.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde eine CO_2-Bilanzierung nach dem BISKO-Standard für das Basisjahr 2023 durchgeführt. Dieser gilt als Bilanzierungs-Systematik für Kommunen, der Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland vorsieht und als standardisiertes Rahmenwerk herangezogen wird (ifeu, 2019).

Folgende Verbrauchssektoren wurden bei der Erstellung der THG-Bilanz umfasst:

1. Private Haushalte
2. Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)
3. Industrie und Produktion
4. Öffentliche Bauten

Nicht enthalten sind die Emissionen aus dem Verkehrssektor sowie aus der Landwirtschaft und stofflicher Nutzung, da diese nicht Gegenstand der Kommunalen Wärmeplanung gemäß Wärmeplanungsgesetz (WPG) sind.

In der VG Annweiler am Trifels belaufen sich die gesamten Treibhausgasemissionen derzeit auf 114,4 kt pro Jahr, das entspricht 111.400 t pro Jahr (Abbildung 15). Davon entfallen 67,2 % auf den privaten Wohnsektor, 31,6 % auf GHD, 2,5 % auf Industrie & Produktion und ebenfalls 2,5 % auf kommunale Gebäude.

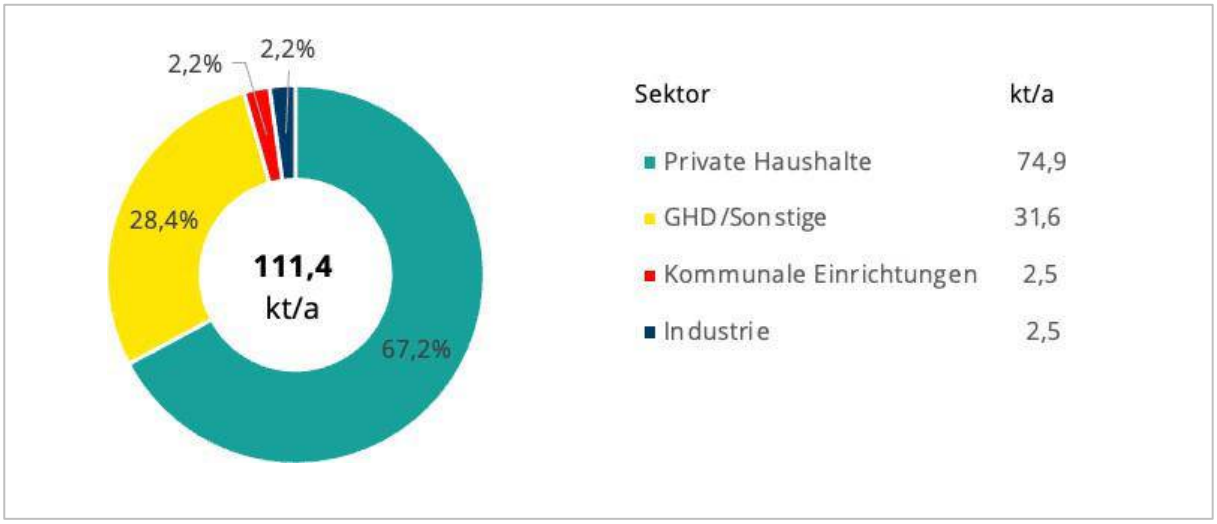


Abbildung 15: Treibhausgasemissionen nach Sektoren

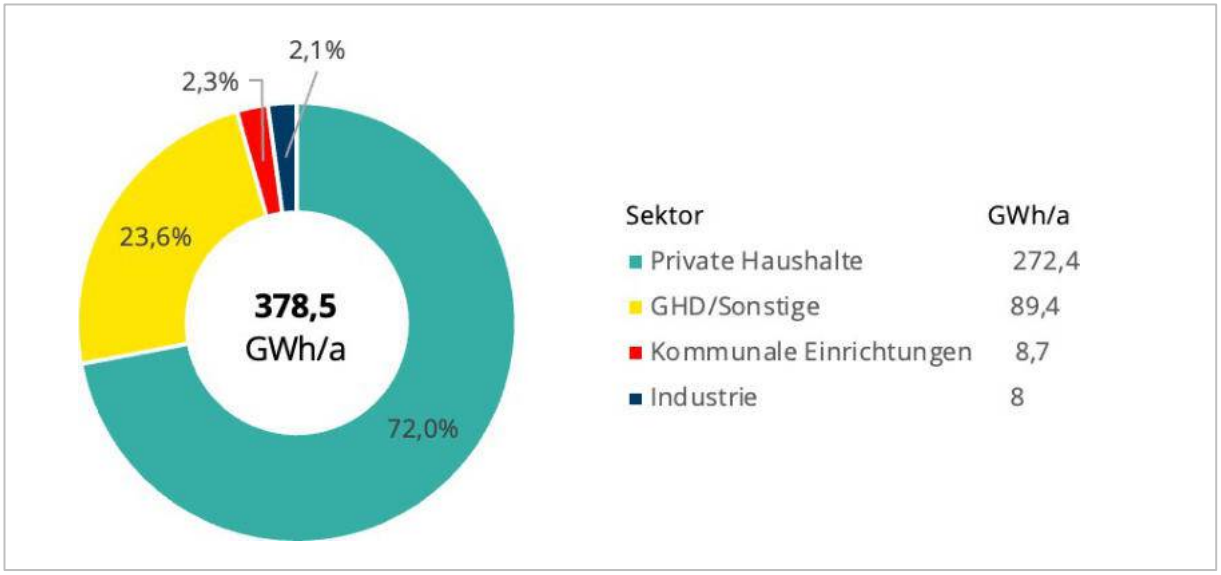


Abbildung 16: Endenergiebedarf nach Sektoren

Diese Verteilung deckt sich im Wesentlichen mit dem Endenergiebedarf nach Sektoren in Abbildung 16. Die Ergebnisse zeigen unter anderem, dass der gesamte jährliche Endenergiebedarf in der VG Annweiler am Trifels 378,5 GWh beträgt (Stand 2023). Dabei entfallen 72 % auf den privaten Wohnsektor, 23,6 % auf GHD, 2,3 % auf öffentliche Gebäude und 2,1 % auf Industrie & Produktion.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die räumliche Verteilung der aggregierten Treibhausgasemissionen in der VG Annweiler am Trifels auf Gebäudeblockebene. Insbesondere im Stadtgebiet der Stadt Annweiler am Trifels sowie den Ortskernen der Ortsgemeinden sind die Emissionen auffallend hoch. Ursachen für die hohen lokalen Treibhausgasemissionen sind

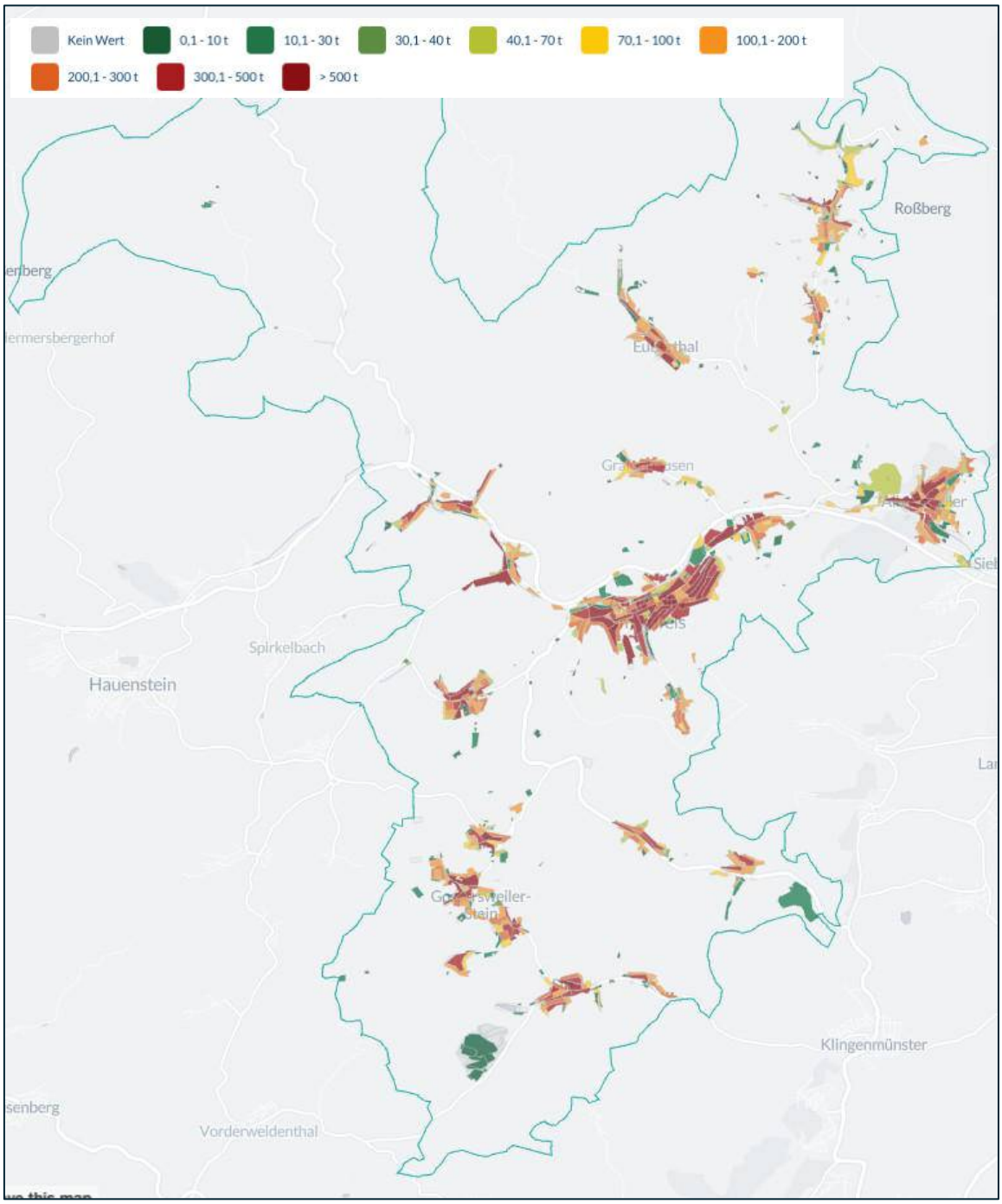


Abbildung 17: Räumliche Verteilung der Treibhausgasemissionen auf Gebäudeblockebene

schlecht sanierbare Gebäude, die teilweise denkmalgeschützt sind, sowie, in einzelnen Fällen, größere Verbraucher in Gewerbe und Industrie.

Heizöl trägt mit 55,6 % am meisten zu den Treibhausgasemissionen bei, gefolgt von Erdgas mit 33,9 %. Der Beitrag von Stromheizungen liegt bei 5,6 %, der von Flüssiggas bei 1,9 % und von sonstigen Energieträgern bei 3,2 %. Diese Zahlen verdeutlichen die Dringlichkeit, alternative Energiequellen zu fördern und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern.

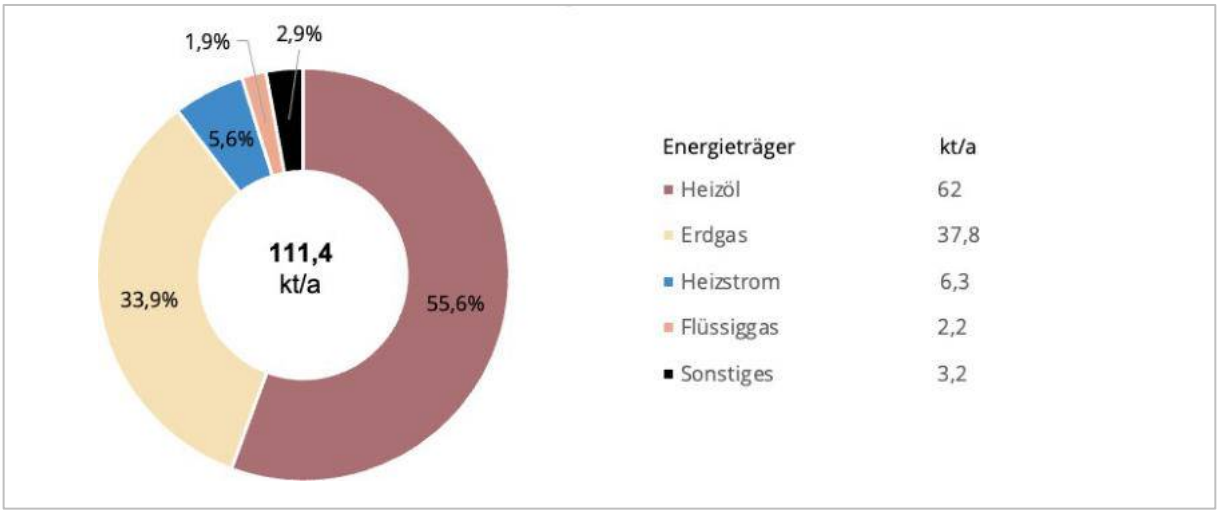


Abbildung 18: THG-Emissionen der VG Annweiler am Trifels nach Energieträgern

Jeder dieser Energieträger trägt zu einem unterschiedlichen Anteil zu den Treibhausgasemissionen bei. Diese können durch sogenannte Emissionsfaktoren verdeutlicht werden, die anzeigen, wie viel g CO_2 pro kWh ausgestoßen wird. Zudem reflektieren die Emissionsfaktoren die erwartete Dekarbonisierung im Stromsektor, der sich von aktuell 472 gCO_2/ kWh auf zukünftig 15 gCO_2/ kWh verbessern wird (Langreder, et al., 2024). Dies wird elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen in Zukunft voraussichtlich weiter fördern.

Die Emissionsfaktoren, die für die Berechnungen der Treibhausgase herangezogen wurden, können der nachfolgenden Tabelle 2. entnommen werden. CO_2-Äquivalente (kurz CO_2eq) sind eine Maßeinheit, die verwendet wird, um die Klimawirkung verschiedener Treibhausgase zu vergleichen. Treibhausgase wie Methan (CH4), Lachgas (N2O), Fluorkohlenwasserstoffe (FKW), Schwefelhexafluorid (SF6) und Stickstofftrifluorid (NF3) haben unterschiedliche Wirkungen auf den Treibhauseffekt und die globale Erwärmung. Um diese vergleichbar zu machen, werden ihre Emissionen in CO_2eq umgerechnet, indem ihre jeweiligen Treibhauspotenziale mit der Menge an CO_2 multipliziert werden, die die gleiche Wirkung auf den Klimawandel hätte. Diese Umrechnung ermöglicht es, die Gesamtemissionen einer bestimmten Quelle oder eines bestimmten Sektors in einer einheitlichen Maßeinheit auszudrücken und zu vergleichen.

Energieträger	**Emissionsfaktoren (gCO_2eq/kWh)**		
	2025	**2030**	**2040**
Strom	260	110	25
Heizöl	310	310	310
Erdgas	240	240	240
Steinkohle	400	400	400
Biogas/ Biomethan	137	133	126
Biomasse (Holz)	20	20	20
Solarthermie	0	0	0

Tabelle 2: Emissionsfaktoren nach Energieträger (Langreder, et al., 2024)

Verteilung der Heizungen

Primäres Heizungssystem

Die bestehende Infrastruktur der Wärmeerzeugung wurde analysiert, wobei das primäre Heizsystem der Gebäude innerhalb der VG Annweiler am Trifels identifiziert wurde. Als Datenbasis dienten die Informationen über den verwendeten Brennstoff sowie die Art und das Alter der jeweiligen Heizungsanlagen. Diese wurden durch Verbrauchs- und Netzdaten ergänzt. Auf Basis der Schornsteinfegerdaten wurde eine Differenzierung nach primärem und sekundären Heizsystem vorgenommen und diese getrennt in den digitalen Zwilling integriert. Datenlücken oder Daten, die nicht in den digitalen Zwilling importiert werden konnten, wurden durch statistische Daten ergänzt. Diese bilden eine gute Grundlage für die Auswertung der Ist-Situation und können daher als ergänzende Daten hinzugezogen werden.

Es zeigt sich eine gemischte Verteilung der Heizungsarten in der VG Annweiler am Trifels (Abbildung 19). Ölheizungen dominieren mit 51 % die Energieträger, gefolgt von Erdgas mit 30,8 %. Heizungssysteme, die mit Heizstrom betrieben werden, nehmen 6,1 % ein, Biomasse (Scheitholz und Holzpellets) gemeinsam 9,7 %, Flüssiggas 1,8 % und sonstige Energieträger 0,6 %.

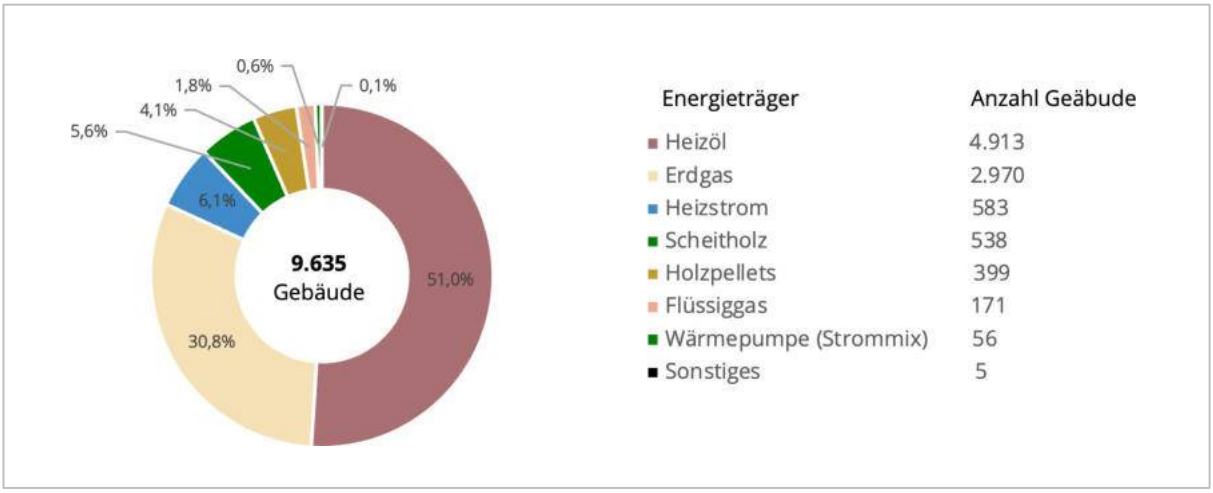


Abbildung 19: Verteilung der Heizsysteme in der VG Annweiler am Trifels nach Energieträgern (nur wärmeversorgte Gebäude)

In Abbildung 20 wird die räumliche Verteilung der primären Heizsysteme auf Gebäudeblockebene dargestellt. Dabei ergibt sich die Angabe des Heizungssystems aus dem im jeweiligen Gebäudeblock vorherrschenden Heizsystem, wobei auch andere Heizsysteme im gleichen Gebäudeblock vertreten sein könnten.

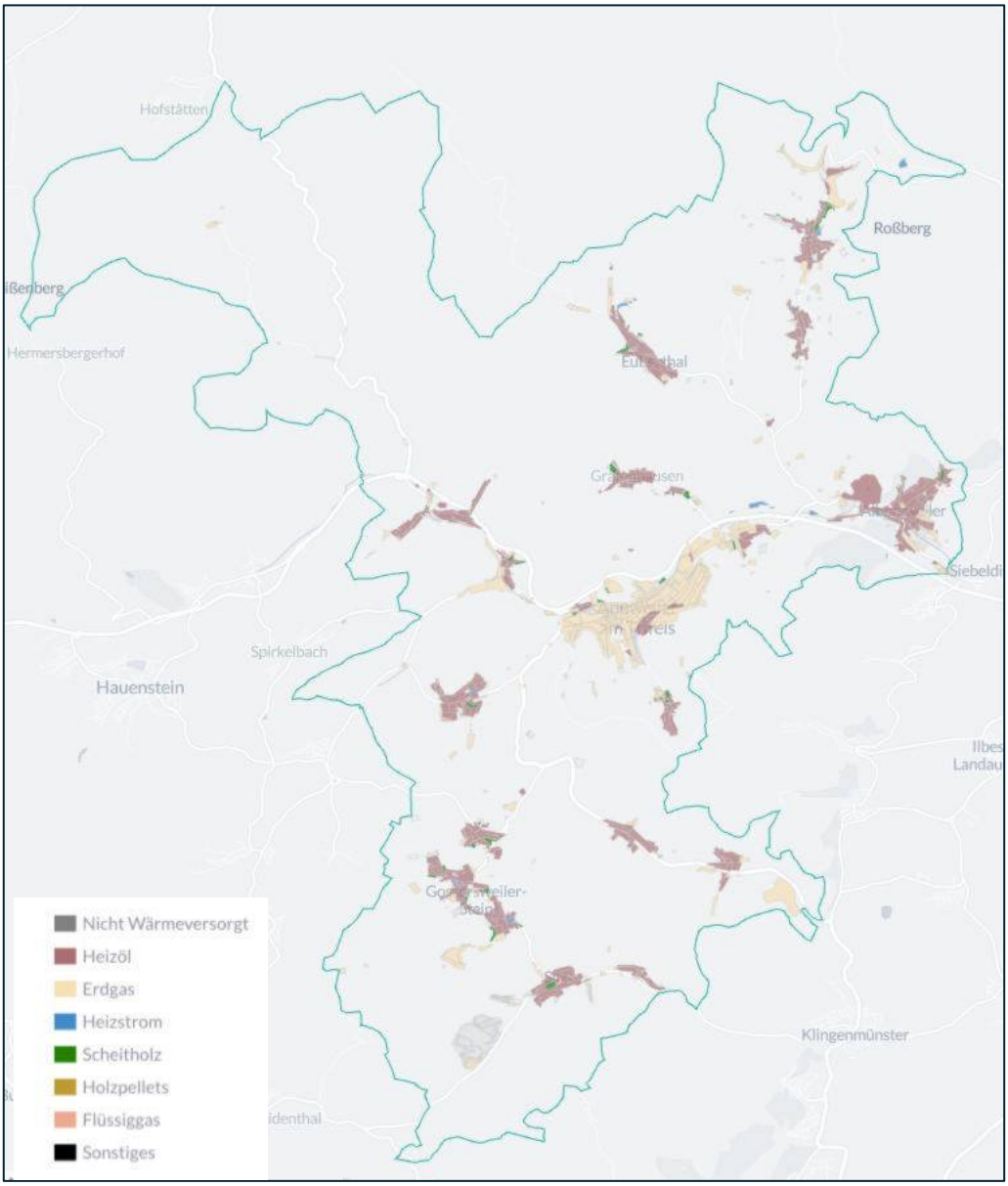
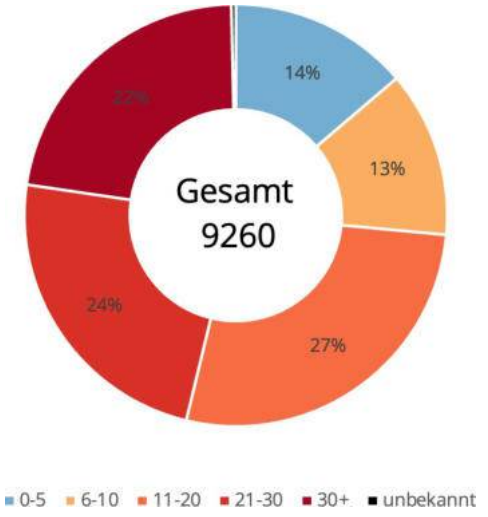


Abbildung 20: Räumliche Verteilung der primären Heizsysteme in der VG Annweiler am Trifels auf Gebäudeblockebene

Betrachtet man die von den Schornsteinfegern bereitgestellten Daten, so zeigt sich, dass 22 % der Heizsysteme älter als 30 Jahre sind (Abbildung 21). Diese müssen laut GEG in der Fassung 2024 mit einer Übergangsfrist von 5 Jahren getauscht werden (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz & Bundesamt für Justiz, 2023). Weitere 24 % der Heizungssysteme laufen auf das Ende ihrer technischen Lebensdauer gemäß GEG 2024 zu. Dort bilden sich weitere Sanierungsschwerpunkte. Die Differenz zur Gesamtgebäudeanzahl der VG Annweiler am Trifels ergibt sich aus Datenlücken in den Schornsteinfegerdaten sowie aus Gebäuden/Anlagen ohne KÜO-Relevanz (KÜO = Kehr- und Überprüfungsordnung). Dazu zählen insbesondere rein elektrische Wärmeerzeuger (ohne Abgasanlage) und immissionsschutzrechtlich überwachte Groß- bzw. Industriefeuerungsanlagen, deren Mess-/Überwachungspflichten überwiegend über zugelassene Messstellen erfolgen. Des Weiteren entfallen einige der für die VG Annweiler am Trifels gezählten Gebäude auf Nebengebäude, Schuppen, Gartenhäuser, Garagen oder ähnliches.



0-5	1274
6-10	1178
11-20	2527
21-30	2181
30+	2069
unbekanr	31
Gesamt	9260

Abbildung 21: Übersicht der Altersstruktur der Heizsysteme in der VG Annweiler am Trifels anhand der gelieferten Schornsteinfegerdaten

Sekundäres Heizungssystem

Im Rahmen der kWP wurden die von den Schornsteinfegern bereitgestellten Daten analysiert und nach den Kriterien primäres und sekundäres Heizsystem unterschieden. Dabei wurden Wärmebedarfe um die des sekundären Heizsystems ergänzt. Angenommen wird, dass das Heizungssystem mit der höheren Leistung das dominierende Heizsystem darstellt, sofern es sich nicht um eine Einzelraumheizung ohne Warmwassereinbindung handelt. Daraus ergibt sich der Gesamtwärmebedarf, differenziert nach primärer und sekundärer Wärme.

Infrastruktur Gas- und Wärmenetz

Im Projektgebiet ist die Erdgasinfrastruktur nicht in allen Ortsgemeinden etabliert. Lediglich die Stadt Annweiler am Trifels und die Ortsgemeinde Albersweiler verfügen über ein Erdgasnetz. In den anderen Ortsgemeinden wird vorwiegend mit Heizöl und Biomasse geheizt. Die Lage der Verbandsgemeinde inmitten des Pfälzerwalds begünstigt dabei die Nutzung von Biomasse als zusätzliches oder ausschließliches Heizsystem. Die Eignung der Erdgasnetze für die Nutzung von Wasserstoff ist gegenwärtig noch Gegenstand von Prüfungen. Aktuelle Erkenntnisse zeigen aber, dass das Erdgasnetz der VG Annweiler am Trifels allgemein in einem guten Zustand ist. Die zukünftige Verfügbarkeit von Wasserstoff hinsichtlich Menge und Preis ist allgemein noch nicht abzusehen. Daher wird nicht von einem flächendeckenden Einsatz von Wasserstoff im Raumwärmemarkt ausgegangen und vorrangig eine mögliche Anwendung im Gewerbe- und Industriesektor gemäß Bedarfsmeldungen von potenziellen Wasserstoffkunden berücksichtigt. Gleiches gilt nach heutiger Einschätzung für den Einsatz von Biomethan.

Endenergiebedarf und eingesetzte Energieträger

Jährlich werden 378,5 GWh Endenergie benötigt, um die Wärmeversorgung in den Gebäuden der VG Annweiler am Trifels sicherzustellen.

Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung zeigt die vorherrschende Rolle fossiler Brennstoffe im derzeitigen Energiemix. Heizöl ist mit 185,1 GWh/ a der Hauptlieferant für Wärme, gefolgt von Erdgas mit 128,8 GWh/ a. Biomasse macht 40,91 GWh des Endenergiebedarfs aus und Heizstrom 15,7 GWh. Mit 7,5 GWh nimmt Flüssiggas einen geringen Anteil ein und 0,8 GWh/a sind auf sonstige Energieträger zurückzuführen. Somit liegen im Verhältnis wenig regenerative Heizsysteme vor. Wärmenetze (erneuerbare Nah- Fernwärme) sind in der VG Annweiler am Trifels aktuell noch nicht vorhanden, bieten aber großes Potenzial zur Reduzierung der fossilen Komponenten im Energiemix. Dies kann durch die Nutzung erneuerbarer Energiequellen wie Umweltwärme, Biomasse oder Abwärme erreicht werden.

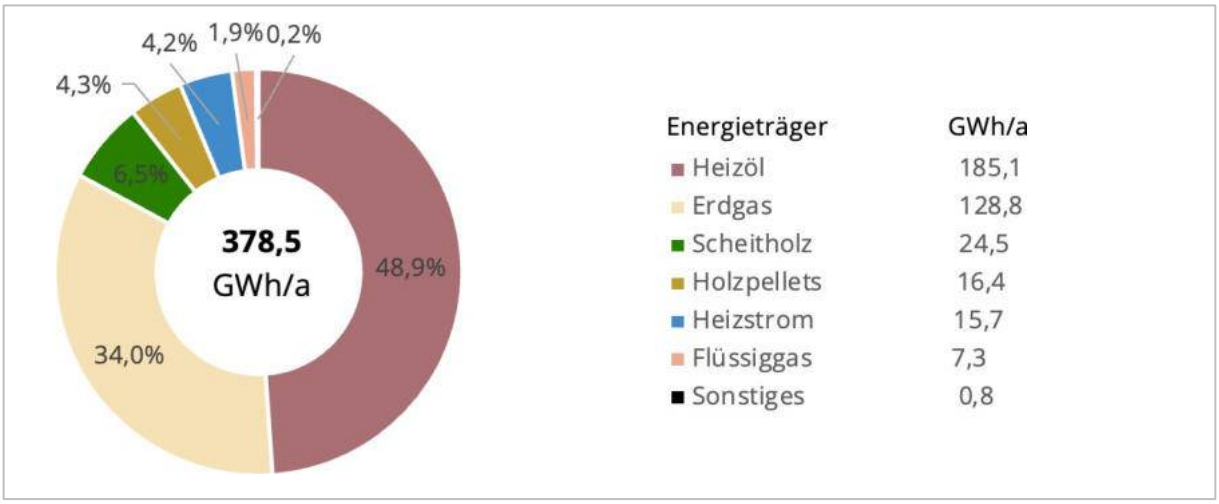


Abbildung 22: Endenergiebedarf und Verteilung auf die Energieträger der VG Annweiler am Trifels

Fazit Bestandsanalyse

Die Ergebnisse der Bestandsanalyse der VG Annweiler am Trifels zeigen, dass der private Wohnsektor für die meisten Emissionen in der Verbandsgemeinde verantwortlich ist. Fast die Hälfte der Gebäude wurden vor 1979 erbaut, also vor Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung.

Der Wärmebedarf in der VG Annweiler am Trifels beträgt insgesamt 314,3 GWh pro Jahr und lässt sich wie folgt auf die verschiedenen Sektoren aufteilen:

- Wohngebäude: 71,7 %
- GHD: 23,8 %
- Kommunale Gebäude: 2,3
- Industrie: 2,2 %

Die Wärmeerzeugung in diesen Gebäuden führt zu einem jährlichen Endenergiebedarf von 378,5 GWh. Die Verteilung des Endenergiebedarfs ist nachfolgend dargestellt.

- Heizöl: 48,9 %
- Erdgas: 34 %
- Scheitholz: 6,5 %

- Holzpellets: 4,3 %
- Heizstrom: 4,2 %
- Flüssiggas: 1,9 %
- Sonstige: 0,2 %

Fossile Brennstoffe dominieren in der VG Annweiler am Trifels, wohingegen regenerative Energieträger wie Biomasse oder elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen und Nachtspeicheröfen gering vertreten sind. Eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Wohnbereich könnte daher einen bedeutenden Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemissionen leisten. Zudem ist anzunehmen, dass insbesondere bei den in der VG Annweiler am Trifels dominierenden alten Gebäuden ein hohes Sanierungspotenzial sowie ein Potenzial für die Nutzung energieeffizienter Heizsysteme vorliegt.

3.2. Potenzialanalyse

3.2.1. Ziele & Vorgehensweise

Im Anschluss an die Bestandsaufnahme wurden systematisch technische Energieeinsparpotenziale und Möglichkeiten der Wärmebedarfsreduktion ermittelt. Zudem wurden lokale Potenziale erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme aufgezeigt. Diese zeigen Möglichkeiten auf, innerhalb der sich zukünftige Versorgungsszenarien bewegen können.

Abbildung 23: Beispielhafte Darstellung von Potenzialen im ENEKA Tool

1. **Ableitung von Potenzialen zur Senkung des Wärmebedarfs**
   - Vorauswahl geeigneter Flächen und Eignung der Gebäude auf Basis lokaler Restriktionen
   - Ermittlung der Sanierungsraten und -tiefe der Gebäudetypen pro Baualtersklasse und Gebäudetyp zur Verbesserung der Gebäudeenergieeffizienz
   - Aufzeigen von Potenzialen zur Energieeinsparung für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie und öffentlichen Liegenschaften
   - Berechnung des zukünftigen Wärmebedarfs anhand der aktuellen Datenbasis für die VG Annweiler am Trifels
   - Ingenieurstechnische Bewertung der lokalen Potentiale auf technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit

2. **Aufzeigen von lokalen Potenzialen der erneuerbaren Energien und der Abwärme**
   - Identifikation und Quantifizierung erneuerbarer Energiequellen für die Wärmeversorgung, inklusive Abwärmenutzung und Kraft-Wärme-Kopplung
   - Detaillierte Untersuchung, Quantifizierung und georeferenzierte Darstellung technisch möglicher Potenziale von Solar- und Geothermie, Umweltwärme, land- und forstwirtschaftlich erwirtschafteter Biomasse, Abwärme aus Abwasser oder Kläranalgen und nicht vermeidbare Abwärme aus Industrie, Gewerbe und öffentlichen Liegenschaften
   - Ausweisung von Potenzialen neu geplanter (kommunaler) Neubauten in Bezug auf Energie- und Wärmeversorgung

Die identifizierten Potenziale werden im Rahmen der Potenzialanalyse ausgewiesen, sollten aber im Rahmen einer Machbarkeitsstudie weiter definiert werden, um auch die Realisierbarkeit der Potenziale bewerten zu können.

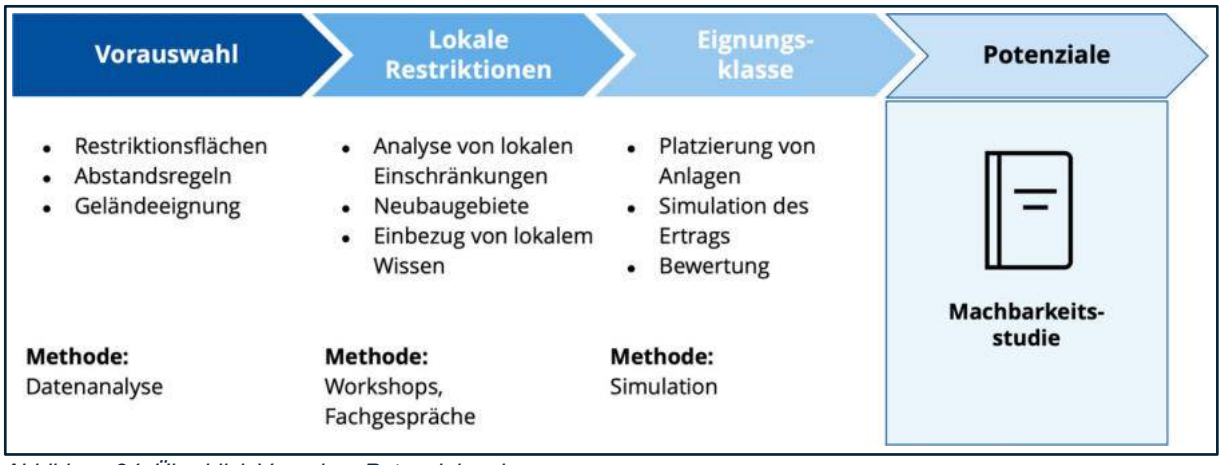


Abbildung 24: Überblick Vorgehen Potenzialanalyse

3.2.2. Überblick über Potenziale

Um die Potenzialanalyse durchzuführen, wurden die technischen Möglichkeiten der wichtigsten erneuerbaren Wärmequellen im Untersuchungsgebiet ermittelt und kartografisch dargestellt. Gleichzeitig wurden die Potenziale für regenerativen Strom erfasst und alle ermittelten Potenziale anschließend schrittweise eingegrenzt. Diese strukturierte Erfassung von Energiequellen für die erneuerbare Strom- und Wärmeerzeugung ist ein wesentlicher Schritt in der kommunalen Wärmeplanung und zeigt die Möglichkeiten auf, innerhalb derer sich zukünftige Versorgungsszenarien bewegen können. Potenziale außerhalb der Gemarkung können in der zukünftigen Wärmeversorgung ebenfalls eine Rolle spielen, sind jedoch kein Bestandteil der vorliegenden Potenzialanalyse.

Potenzialdefinitionen

Entsprechend den Empfehlungen des "Kommunale Wärmeplanung Handlungsleitfaden" der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW, 2020) liegt der Schwerpunkt der Potenzialanalyse im Rahmen der kWP auf der Bestimmung der theoretischen und technischen Potenziale. Neben der technischen Umsetzbarkeit spielen wirtschaftliche Aspekte jedoch ebenfalls eine wesentliche Rolle. Daher werden ökonomische Einschränkungen, wo sinnvoll und nachvollziehbar, in die Analyse einbezogen und entsprechend gekennzeichnet. Dies fördert eine zielgerichtete Diskussion und die Entwicklung praxisnaher Maßnahmen. Ein Überblick über die unterschiedlichen Potenzialdefinitionen ist der nachfolgenden Abbildung 25 zu entnehmen.

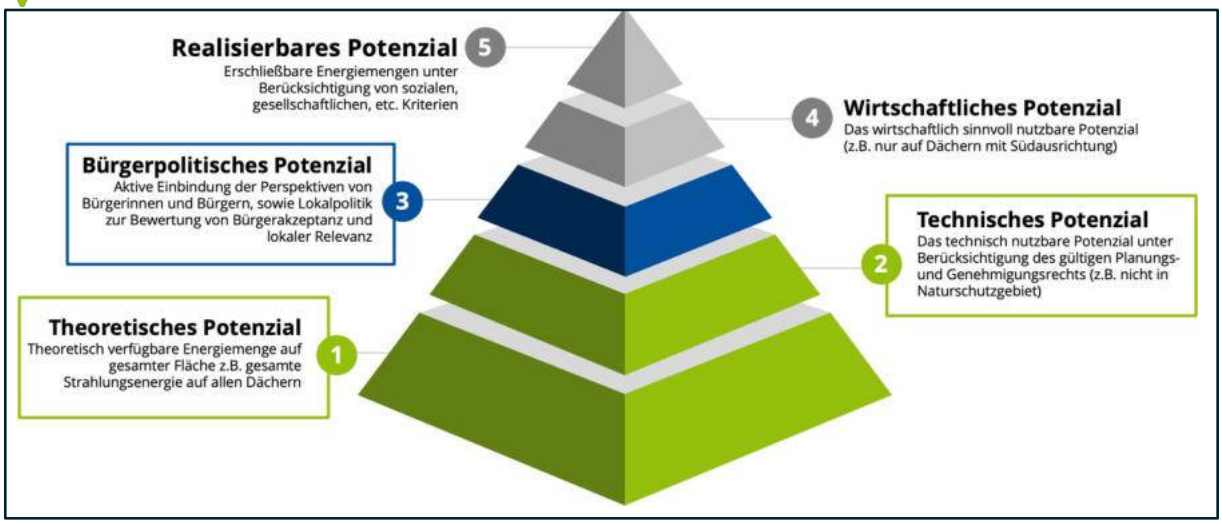


Abbildung 25: Aufbau der Potenzialdefinitionen

Das theoretische Potenzial umfasst die physikalisch vorhandenen Energieressourcen einer Region, wie die gesamte Sonnenstrahlung über eine bestimmte Fläche in Zeitspanne von einem Jahr.

Das technische Potenzial hingegen bezieht sich auf einen Teil dieses theoretischen Potenzials, der durch technische Anlagen (z. B. Windturbinen) und unter Berücksichtigung rechtlicher und technologischer Rahmenbedingungen genutzt werden kann. Es stellt die Obergrenze der nutzbaren Energie dar. Wenn das technisch mögliche Potenzial unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeitskriterien weiter eingegrenzt wird, spricht man von einem wirtschaftlichen Potenzial. Dieses umfasst Material-, Erschließungs- und Betriebskosten sowie erzielbare Energiepreise. Eine Grobeinschätzung der Wirtschaftlichkeit wird im Rahmen der Maßnahmenableitung vorgenommen, jedoch gilt dies nur als Grobabschätzung und muss im Rahmen weiterer Machbarkeitsstudien näher beleuchtet werden. Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von weiteren Faktoren ab, wie der Akzeptanz in der Bevölkerung oder den kommunalen Prioritäten. Wenn diese Aspekte berücksichtigt werden, spricht man von dem realisierbaren Potenzial, das auch als „praktisch nutzbares Potenzial“ bezeichnet wird. Um die Bandbreite des Potenzials darzustellen, wird das technische Potenzial wie folgt unterschieden:

- **Bedingt geeignetes Potenzial:** Umfasst die Energiemenge, die verfügbar ist, wenn dem Natur- und Artenschutz genauso viel oder weniger Bedeutung beigemessen wird wie dem Klimaschutz, z. B. durch die Errichtung von Wind-, Photovoltaik- und Solarthermieanlagen in Schutzgebieten.
- **Geeignetes Potenzial:** Berücksichtigt sowohl harte als auch weiche Kriterien und unterscheidet sich vom bedingt geeigneten Potenzial dadurch, dass dem Natur- und Artenschutz politisch Vorrang eingeräumt wird, was die nutzbare Fläche für erneuerbare Energien verringert.

Das wirtschaftliche Potenzial umfasst die Reduktion des technischen Potenzials durch die Einbeziehung der Wirtschaftlichkeit. Dazu zählen beispielsweise Material- und Erschließungskosten, Betriebskosten sowie erzielbare Energiepreise. Die tatsächliche Umsetzung wird zusätzlich von weiteren Faktoren beeinflusst, wie der Akzeptanz und den Prioritäten der Verbandsgemeinde. Wenn diese Aspekte berücksichtigt werden, spricht man vom realisierbaren oder praktisch nutzbaren Potenzial. Dieses wurde gemeinsam mit der Steuerungsgrupppe eingegrenzt, indem diskutiert wurde, ob bspw. Photovoltaik-Anlagen oder Solarthermieanlagen auf Freiflächen der VG Annweiler am Trifels gewünscht sind.

Erfasste Potenziale

Die Potenzialanalyse umfasst die Bewertung der Wärmequellen sowie die Untersuchung des Potenzials der Erzeugung von regenerativem Strom. Im Einzelnen wurden folgende Energiepotenziale erfasst:

- **Photovoltaik (PV): Freifläche & Aufdach:** Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung
- **Solarthermie: Freifläche & Aufdach:** Wärmeenergie aus Sonneneinstrahlung
- **Oberflächennahe Geothermie:** Wärmepotenzial der oberen Erdschichten
- **Tiefengeothermie:** Wärmepotenzial aus tieferen Erdschichten
- **Luftwärmepumpe:** Nutzung der Umgebungsluft zur Energiegewinnung
- **Fluss- und Seewasserwärmepumpe**: Nutzung von Wärme aus Oberflächengewässern
- **Biomasse:** Energiegewinnung aus organischen Materialien
- **Abwärme aus Klärwerken:** Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen
- **Industrielle Abwärme:** Restwärme aus industriellen Prozessen

Hinweis: Aufgrund der Lage der VG Annweiler am Trifels im Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen ist die Errichtung von Windkraftanlagen derzeit nicht möglich. Aus diesem Grund wurde dieses Potenzial in dieser Analyse nicht berücksichtigt.

Indikatorenmodell

Als Basis für die Erfassung der Potenziale wird eine schrittweise Eingrenzung dieser durchgeführt. Dafür wird ein Indikatorenmodell genutzt. Dabei wurden alle Flächen analysiert und mit spezifischen Indikatoren (z. B. solare Einstrahlung) bewertet. Die Schritte zur Ermittlung des Potenzials sind:

1. **Erfassung des Gebiets:** Aufnahme der strukturellen Merkmale aller Flächen im Untersuchungsgebiet
2. **Abzug der Restriktionsflächen:** Begrenzung der Flächen durch harte und weiche Restriktionskriterien
   - Harte Restriktionskriterien: z.B. technologiespezifische Einschränkungen, wie Mindestgrößen von Flächen für PV-Freiflächen
   - Weiche Restriktionskriterien: z.B. Vorrangflächen für Natur- und Artenschutz
3. **Berechnung der Potenziale:** Ermittlung des jährlichen energetischen Potenzials der jeweiligen Fläche oder Energiequelle basierend auf den aktuell verfügbaren Technologien

3.2.3. Erkenntnisse der Potenzialanalyse

Potenziale zur Senkung des Wärmebedarfs

Laut einer Studie der Agora Energiewende sind von den 20 Millionen Wohngebäuden in Deutschland etwa die Hälfte in einem energetisch schlechten Zustand (Agora Energiewende, ifok, & BPIE, 2024). Dies lässt sich auf die Baualtersklassen vor 1979 zurückführen. Besonders das Thema des seriellen Sanierens bietet Chancen zur Senkung der Treibhausgase. Somit spielt die energetische Sanierung des bestehenden Gebäudebestands eine entscheidende Rolle, um die kommunalen Klimaziele zu erreichen. Die Analyse des Sanierungspotenzials hat gezeigt, dass durch umfassende Sanierungsmaßnahmen im Wohnsektor in der VG Annweiler am Trifels jährlich etwa 244,6 GWh eingespart werden könnten, das entspricht 77,8 %. Unter dem Sanierungspotenzial wird grundsätzlich das maximal mögliche Einsparpotenzial des bilanzierten

Wärmebedarfs (Endenergie) verstanden, das bei einer angenommenen Vollsanierung der Gebäude erreicht werden kann.

Wird das Sanierungspotenzial in der räumlichen Verteilung betrachtet (Abbildung 26), ist erkennbar, dass die größten Sanierungspotenziale vorwiegend in den Ortskernen und der Stadtmitte der Stadt Annweiler am Trifels zu finden sind. Hier sind die Gebäude oft älter als an den Ortsgemeinderändern und dem Stadtrand und weisen daher ein erhöhtes Sanierungspotenzial auf. Besonders viel Potenzial bieten Gebäude, die vor 1979, also vor der ersten Wärmeschutzverordnung erbaut worden sind.

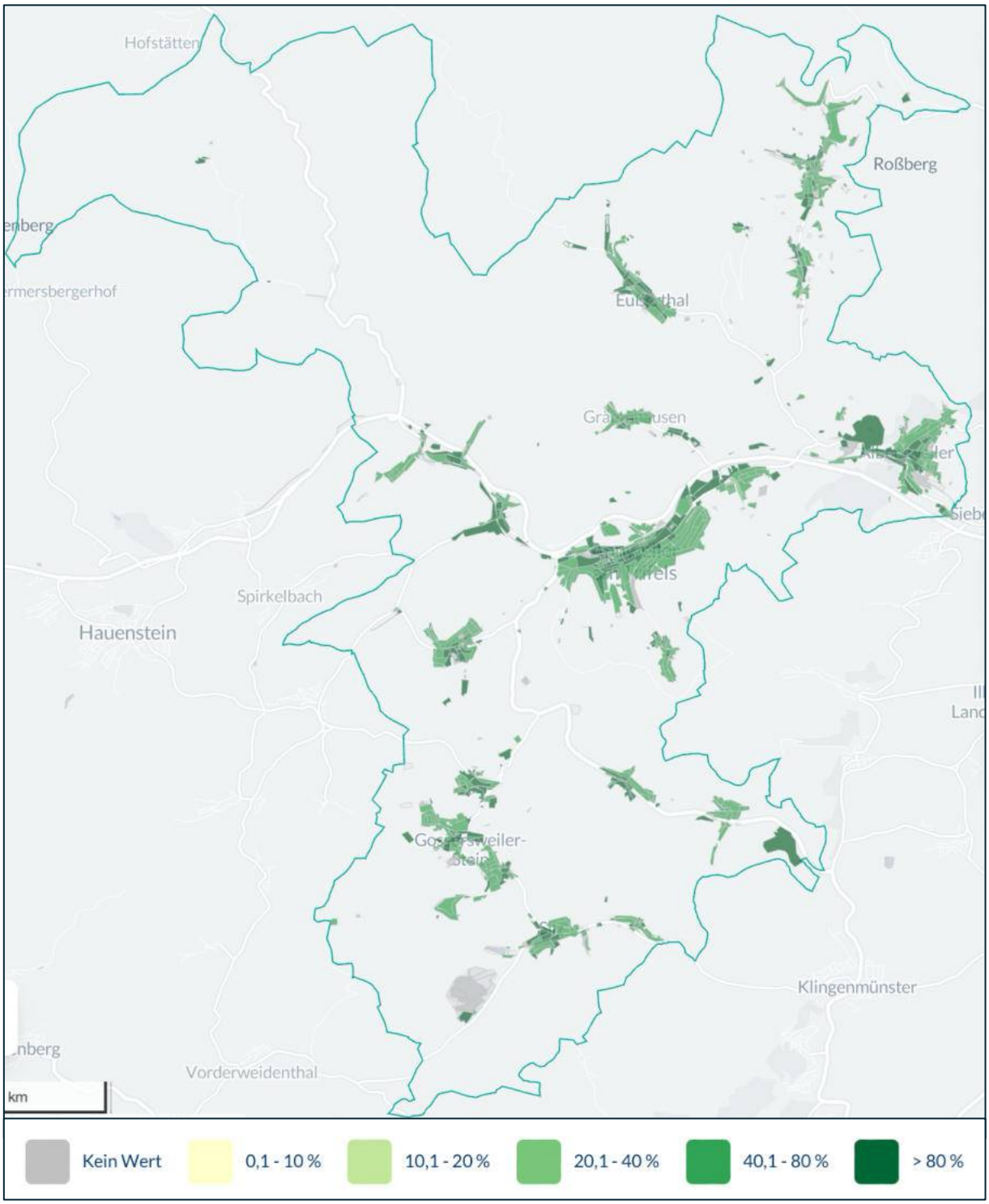


Abbildung 26: Räumliche Darstellung des Sanierungspotenzials in der VG Annweiler am Trifels auf Gebäudeblockebene

Durch die Verbesserung der Gebäudehülle können insbesondere im Wohnbereich signifikante Energieeinsparungen erzielt werden. In Kombination mit dem Austausch der Heiztechnik bietet dies gerade bei Gebäuden mit Einzelversorgung große Vorteile. Typische Maßnahmen zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle umfassen beispielsweise die Dämmung der Außenwände und den Austausch der Fenster, wie in den nachfolgenden Abbildungen zu energetischer Gebäudesanierung aufgezeigt. Diese Maßnahmen sollten im Rahmen des gesamten Potenzials der energetischen Sanierung betrachtet werden.

Infobox: Energetische Gebäudesanierung

Fenster

- 3-fach Verglasung
- Zugluft reduzieren, um dadurch hohe Wärmeverluste zu vermeiden

800€/qm

Fassade

- Wärmedämmverbundsystem ~ 15qm
- Wärmebrücken (Rolladenkästen,
- Heizkörpernischen, Ecken) reduzieren

200€/qm

Abbildung 27: Energetische Gebäudesanierung (1/2)

Infobox: Energetische Gebäudesanierung

Dach

- (Teil-) beheiztes Dachgeschoss: Dach abdichten/ Zwischensparrendämmung
- Unbeheiztes Dachgeschoss: oberste Geschoss-decke dämmen

400€/qm | 200€/qm

Kellerdecke

- Wärmeverlust reduzieren

100€/qm

Abbildung 28: Energetische Gebäudesanierung (2/2)

Das Potenzial für Sanierungen bietet nicht nur eine erhebliche Möglichkeit, den Energieverbrauch zu senken, sondern auch den Wohnkomfort zu erhöhen und den Immobilienwert zu steigern. Deshalb sollten entsprechende Sanierungsprojekte ein wesentlicher Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung sein.

Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien

Photovoltaik (PV): Freifläche und Aufdach

Photovoltaik wandelt Sonnenenergie direkt in elektrischen Strom um. Solarthermie hingegen nutzt die Sonnenstrahlung, um durch Solarkollektoren (z. B. Röhren- oder Flachkollektoren) direkt Wärme mit Temperaturen zwischen 80 °C und 150 °C zu erzeugen. Die Potenziale beschreiben die

technisch möglichen PV-Potenziale, bei denen die Verfügbarkeit der Flächen durch die Anbindung an Wärmenetze, die noch nicht vollständig ausgebaut sind, zusätzlich berücksichtigt werden muss.

Freiflächen-Potenziale

Photovoltaik-Anlagen eignen sich für die Stromerzeugung innerhalb einer Gemeinde. Um potenzielle Flächen für die Nutzung von Photovoltaikanlagen zu bestimmen, wurde der Solarkataster des Landes Rheinland-Pfalz als Berechnungsgrundlage herangezogen.

Die Berechnung der PV-Potenziale für Freiflächen und Aufdach im Solarkataster Rheinland-Pfalz basiert auf hochauflösenden Laserscan-Daten (LIDAR), Luftbildern und Geobasisdaten wie ALKIS und ATKIS. Diese Daten erfassen die Baumerkmale jedes Gebäudes (Ausrichtung, Dachneigung, Verschattung, Fläche) und die Sonneneinstrahlung über das Jahr. Daraus werden die potenziellen Erträge sowohl auf einzelnen Gebäuden als auch gebäudescharf auf Verbandsgemeinde-Ebene bestimmt (Energieatlas Rheinland-Pfalz 2025; ergänzende Berechnungen durch HL-MM und K2I2).

Für die VG Annweiler am Trifels ergab sich somit ein geeignetes PV-Freiflächenpotenzial von 1.965 GWh/a, wenn die gesamte Freifläche betrachtet wird. Bei einer Eingrenzung auf die Vorrangflächen ergibt sich ein geeignetes PV-Freiflächenpotenzial von 92,2 GWh/a.

Es ist wichtig zu beachten, dass die Freiflächen derzeit hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt werden. Daher muss festgelegt werden, welche dieser Flächen zukünftig für Freiflächen-Solarthermie oder PV-Anlagen genutzt werden können. Abhängig von den örtlichen Gegebenheiten könnten diese auch als Agri-PV-Anlagen konzipiert werden, wodurch die landwirtschaftliche Nutzung der Flächen weiterhin möglich wäre.

Aufdach-Potenziale

Bei der Betrachtung und Bewertung der PV-Aufdachpotenziale wurden grundsätzlich alle Dachflächen in der VG Annweiler am Trifels in die Analyse mit einbezogen. Dabei ergibt sich das Potenzial aus der maximalen Wärmemenge, die auf der vorhandenen Dachfläche unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte erreicht werden kann.

Da nicht ermittelt werden konnte, ob es auf den einzelnen Gebäuden bauliche, statische oder andere Einschränkungen gibt, wird das Aufdachpotenzial als bedingt geeignet eingestuft. Insgesamt wurde ein Potenzial von 179,9 GWh/a für Aufdach-PV ermittelt.

Obwohl das Potenzial der Aufdach-PV geringer ist als bei Freiflächenanlagen, bietet diese Option den Vorteil, dass sie ohne zusätzlichen Flächenbedarf realisiert werden kann. Allerdings sind die spezifischen Kosten höher als bei Freiflächenanlagen. In Kombination mit Wärmepumpen ist das Potenzial der PV-Anlage jedoch insbesondere für die Warmwasserbereitung im Sommer und die Gebäudebeheizung in den Übergangszeiten attraktiv. Rahmenbedingungen wie Statik der Gebäude können innerhalb der Wärmeplanung nicht auf Gebäudeebene berücksichtigt werden. Lediglich die Verschattungsanalyse auf Basis der Aufdachpotenziale wurde in der Analyse berücksichtigt.

Die Potenziale für PV müssen im Zusammenhang zu dem Solarthermiepotenzial betrachtet werden, da Flächen, sowohl Freiflächen als auch Dachflächen nur einmalig belegt werden können. Für die Technologieabschätzung ist daher eine Entscheidung zu treffen, ob Flächen für PV oder Solarthermie genutzt werden sollen.

Abbildung 29: Ausschnitt der PV-Dachpotenziale in der VG Annweiler am Trifels

Solarthermie: Freifläche und Aufdach

Freiflächen-Potenziale

Thermische Solaranlagen wandeln die Strahlung der Sonne in Wärme, die zur Trinkwassererwärmung oder Heizungsunterstützung verwendet werden kann. Da die Solarstrahlung vorwiegend in den Sommermonaten hohe Erträge liefert, der Hauptwärmebedarf für die Gebäudebeheizung jedoch im Winter liegt, können Solarthermieanlagen in der Regel nur etwa 10-30 % des Wärmebedarfs decken. Dies geschieht ohne den Einsatz großer saisonaler Wärmespeicher und entsprechender großer Anlagenflächen. In der Objektversorgung werden Solarthermieanlagen fast ausschließlich in Kombination mit einem weiteren Wärmeerzeuger, wie einer Pelletheizung oder einem Gas-/ Ölkessel, eingesetzt. Dadurch wird der Warmwasserbedarf im Sommer gedeckt und teilweise auch die Heizung in der Übergangs- oder Winterzeit unterstützt. Es ist zu beachten, dass eine gewisse Konkurrenz zwischen Solarthermie und Photovoltaik auf Freiflächen gilt, die für die Stromerzeugung genutzt werden könnten.

Zur Bestimmung der Flächen für Freiflächen-Solarthermie kann ebenfalls auf den Kriterienkatalog des Solarkatasters der Energieagentur Rheinland-Pfalz zurückgegriffen.

Dadurch ergibt sich für die VG Annweiler am Trifels ein geeignetes Solarthermie-Freiflächenpotenzial von 1.965 GWh/a, wenn die gesamte Freifläche betrachtet wird. Bei einer Eingrenzung auf die Vorrangflächen ergibt sich ein geeignetes Solarthermie-Freiflächenpotenzial von 92,2 GWh/a, wodurch die Freiflächenpotenziale für Solarthermie denen der PV-Freiflächen entspricht.

Aufdach-Potenziale

Die Analyse der Solarthermie-Aufdach-Potenziale umfasste eine virtuelle Platzierung der Solarmodule auf den Dächern der betrachteten Gebäude. Dabei wurden alle Dachflächen der VG Annweiler am Trifels in die Analyse mit einbezogen.

Die Gesamtanalyse zeigte ein Potenzial von 650,6 GWh/a für die Nutzung der Solarthermie auf den Dächern der betrachteten Gebäude in der VG Annweiler am Trifels. Diese Erkenntnisse bieten einen wichtigen Einblick in die Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energien in der VG und könnten als Grundlage für zukünftige Planungs- und Entwicklungsmaßnahmen dienen.

Abbildung 30: Ausschnitt der Solarthermie-Dachpotenziale in der VG Annweiler am Trifels

Geothermie Potenziale

Die Analyse der Potenziale für Geothermie und Umweltwärme umfasst sowohl die Unterscheidung zwischen oberflächennaher und Tiefengeothermie als auch die Einbeziehung von Gewässern als Quellen für Umweltwärme.

Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe geothermische Anlagen nutzen die durch Erdwärme und solare Einstrahlung erwärmte Erde und das Grundwasser. Zur Bestimmung des Potenzials der oberflächennahen Geothermie (bis 100 m Tiefe) wurde die Flächenkarte des Landes Rheinland-Pfalz hinzugezogen.

Bei der Betrachtung der Potenziale der oberflächennahen Geothermie in der VG Annweiler am Trifels wurde zwischen Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren unterschieden. Dabei ergeben sich folgende Potenziale:

- Erdwärmesonden: 56,1 GWh/a
- Erdwärmekollektoren: 10,94 GWh/a

Zusammengenommen ergibt sich daraus ein Gesamtpotenzial für oberflächennahe Geothermie in der VG Annweiler am Trifels von 67,04 GWh/a.

Die für den Betrieb der Wärmepumpen notwendige elektrische Energie ist in den angegebenen Potenzialen nicht berücksichtigt. In der VG Annweiler am Trifels ist die Nutzung von oberflächennaher Geothermie in den meisten Ortsgemeinden, zumindest bedingt möglich. Die nachfolgende Abbildung 31 bietet eine Übersicht über die Eignung der Gebiete anhand der Flächenkarte des Landes Rheinland-Pfalz.

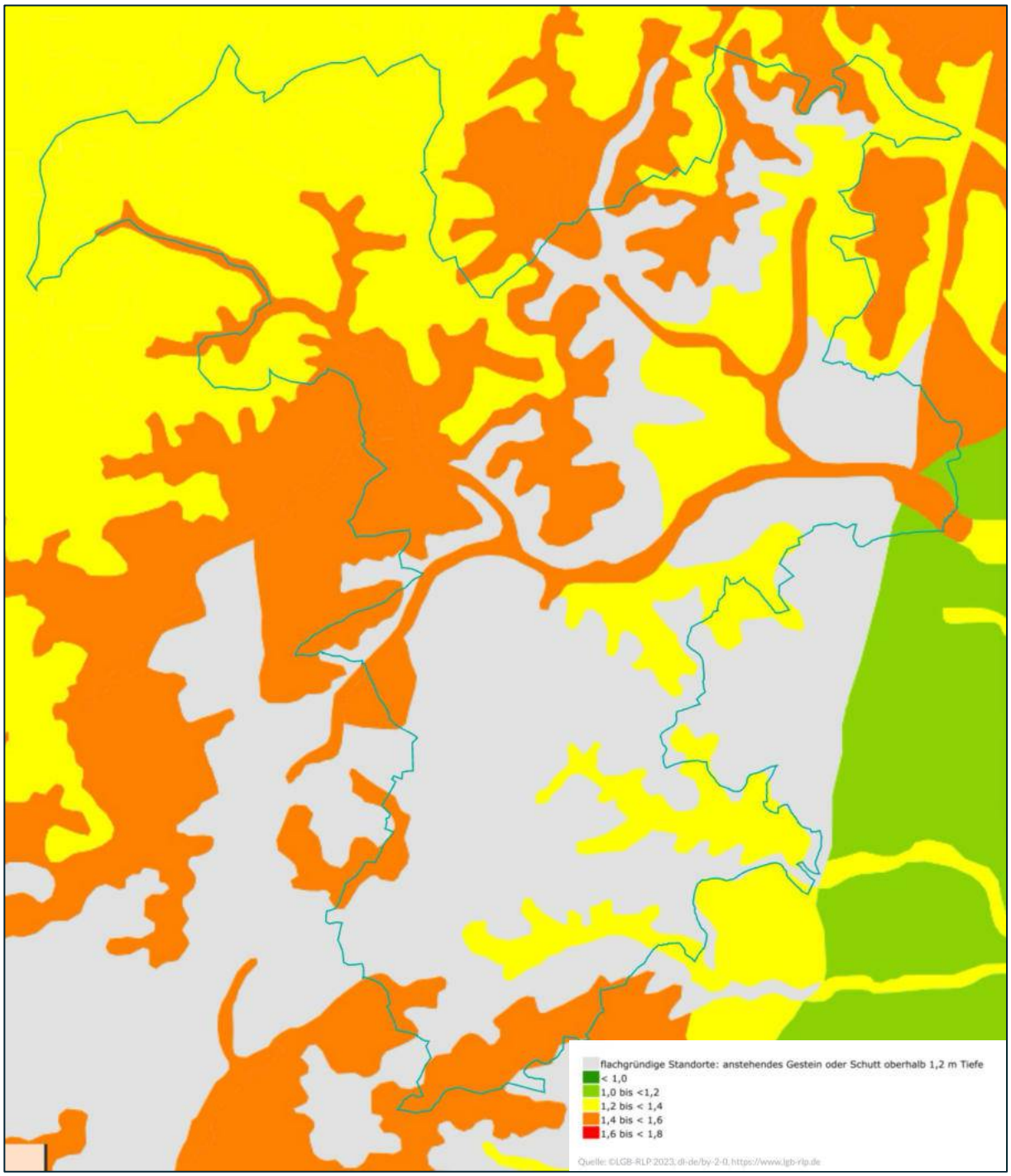


Abbildung 31: Geothermiepotenziale der VG Annweiler am Trifels anhand der Flächenkarte des Landes Rheinland-Pfalz

Tiefengeothermie

Obwohl in der VG Annweiler am Trifels ein theoretisches Potenzial für Tiefengeothermie besteht, sind geologische Bedingungen auf Basis der vorliegenden Informationen weit weniger günstig im Vergleich zu anderen Regionen (z.B. Oberrheingraben). Tiefe Geothermiebohrungen wären mit hohen Kosten und vielen Unsicherheiten verbunden, sodass das Potenzial als nicht wirtschaftlich tragbar eingestuft wurde und daher in der Potenzialanalyse nicht weiter berücksichtigt wurde.

Luftwärmepumpen

Wärmepumpen können unter Einsatz von Energie (meist Strom) der Umweltwärme entziehen und auf das benötigte Temperaturniveau bringen, um sie in Gebäuden nutzbar zu machen. Obwohl die verschiedenen Technologien (Luft, Wasser, Geothermie) das gleiche Funktionsprinzip nutzen, sind die jeweiligen Herausforderungen bei der Implementierung und den Betriebsparametern sehr unterschiedlich. Luft-Wasser-Wärmepumpen sind hinsichtlich der Investitionskosten vergleichsweise günstig und eignen sich besonders gut für freistehende Häuser sowie kleinere bis mittlere Mehrfamilienhäuser.

Das Potenzial für Wärmepumpen im Gemeindegebiet der VG Annweiler am Trifels beträgt 95,3 GWh/ a. Diese Potenziale sind jedoch nur technische Potenziale und müssen demnach in weiteren Machbarkeitsstudien noch genauer untersucht werden, damit eine valide Aussage getroffen werden kann.

Ein wichtiger Aspekt, der bei der Betrachtung der erhobenen Potenziale berücksichtigt werden muss, ist das Temperaturniveau des jeweiligen Wärmeerzeugers. Dieses hat einen signifikanten Einfluss auf die Nutzbarkeit und Effizienz der Wärmeerzeuger, insbesondere bei Wärmepumpen. Zudem muss bedacht werden, dass die meisten der genannten Wärmeerzeugungspotenziale saisonal variieren, sodass Speicherlösungen für eine bedarfsgerechte Wärmebereitstellung in die Planung einbezogen werden sollten.

Die Luftwärmepumpeneignung wie in Abbildung 32 dargestellt ist zudem abhängig davon, ob am Gebäude genügend Platz für die Installation dieser Technik vorhanden ist. In Orts- und Stadtkernen, in denen eine dichte Bebauung vorherrscht, liegt aus diesem Grund nur eine geringe Eignung für Luftwärmepumpen vor.

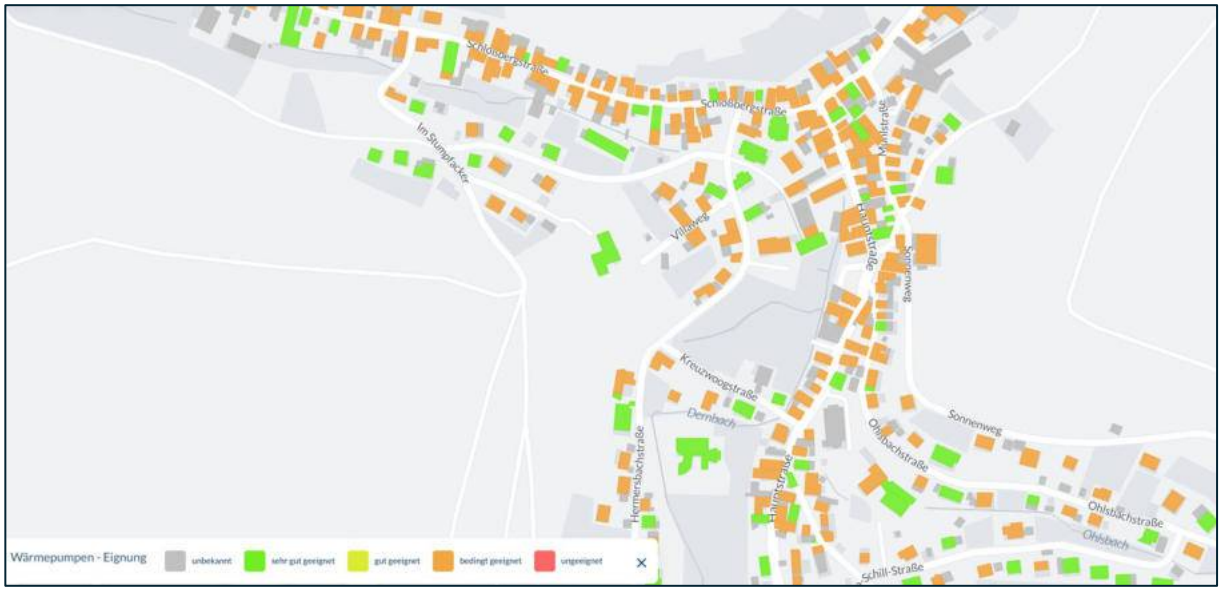


Abbildung 32: Ausschnitt der Wärmepumpeneignung in der VG Annweiler am Trifels, hier am Beispiel der Ortsgemeinde Ramberg

Fluss- und Seewärmepumpen

Grundsätzlich sind Flüsse ab einem gewissen Durchfluss für die Wärmegewinnung mithilfe von Wärmepumpen geeignet. Die erzeugte Wärme kann zur Versorgung von Einzelgebäuden oder (Mikro-)Nahwärmenetzen in der Nähe des Flusses genutzt werden. Das gegebenenfalls vorliegende Potenzial wird jedoch nicht quantifiziert, da für die Nutzung der Wärme aus Gewässern immer eine Einzelfallprüfung erforderlich ist und Parameter wie die maximal zulässige Abkühlung

des Gewässers individuell untersucht und festgelegt werden muss. Die Queich, die durch die VG Annweiler am Trifels und insbesondere die Stadt Annweiler am Trifels fließt, weist nur geringe Potenziale auf, die nicht für flächendeckende Lösungen genutzt werden können.

Insgesamt beläuft sich das Potenzial für die Nutzung von Fluss- und Seewärme in der VG Annweiler am Trifels auf 0,3 GWh/a und ist somit für die weitere Betrachtung vernachlässigbar.

Wasserstoff

Obwohl die lokale Erzeugung von Wasserstoff zur Verwendung als Energieträger grundsätzlich möglich erscheint, sollte die VG Annweiler am Trifels von diesem Vorhaben Abstand nehmen. Es gibt mehrere plausible Gründe, die gegen die Nutzung von Wasserstoff in der VG sprechen:

- **Hohe Kosten für Infrastruktur:** Die Entwicklung und der Aufbau der notwendigen Infrastruktur für die Wasserstofferzeugung und -verteilung sind mit hohen Investitionskosten verbunden. Für eine eher ländlich geprägte VG, wie die VG Annweiler am Trifels könnten diese Kosten wirtschaftlich nicht tragbar sein.
- **Netzverfügbarkeit und Leitungsbau:** Ein geplantes überregionales Wasserstoffnetz wird die VG Annweiler am Trifels wahrscheinlich nicht durchqueren. Aufgrund der fehlenden Netzverfügbarkeit ist die Umsetzung und der Nutzen der Wasserstoffproduktion in der VG nicht rentabel.
- **Alternative Energielösungen:** Es gibt alternative, weniger kostenintensive und weniger komplexe Energielösungen, die für die VG Annweiler am Trifels besser geeignet sind. Vorzugsweise sollte die VG auf eine effizientere Nutzung der vorhandenen erneuerbaren Energien setzen.

Unter Berücksichtigung der aktuellen Ausbaupläne des Wasserstoffkernnetzes und der Verfügbarkeit wurde innerhalb des Prozesses der kommunalen Wärmeplanung von der Steuerungsgruppen abgesehen, dies weiter zu verfolgen. Aufgrund dessen wird empfohlen, dass die VG Annweiler am Trifels stattdessen alternative Energieoptionen in Betracht zieht, die besser auf die lokalen Gegebenheiten abgestimmt sind.

Biomasse und Abfall

Bei der Versorgung einzelner Objekte mit Anlagen im Bereich der Biomassenutzung werden traditionell Pelletheizungen oder gelegentlich Hackschnitzelanlagen verwendet. Zusätzlich kann Holz in Kaminöfen genutzt werden, oft als "Komfort-" oder "Zusatzheizung" neben einer Zentralheizung, die mit einem anderen Brennstoff betrieben wird. Biogene Festbrennstoffe wie Holzhackschnitzel sind ebenfalls wichtige erneuerbare Brennstoffe für Wärmenetze. Da Holzhackschnitzel jedoch nicht unbegrenzt verfügbar sind und nur dann klimaneutral sind, wenn sie aus nachhaltiger Forstwirtschaft oder aus Landschafts- und Verkehrswegepflegeholz stammen, sollten sie in Wärmeanwendungen ressourcenschonend eingesetzt werden, insbesondere wenn hohe Vorlauftemperaturen im Netz erforderlich sind. Dies ist auch dann relevant, wenn andere Wärmequellen wie Solarthermieanlagen im Winter nicht genügend Wärme liefern oder Wärmepumpen aufgrund niedriger Quellentemperaturen nicht effizient betrieben werden können. Holz kann ebenfalls zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung verwendet werden.

Zur Bestimmung des Potenzials von Biomasse und Abfall wurden zunächst alle Flächen der VG Annweiler am Trifels kartiert, analysiert und kategorisiert. Anschließend wurden die Potenzialhöhen auf Basis spezifischer Erträge ermittelt. Bei der Identifikation des Biomassepotenzials werden verschiedene Quellen der Biomasse unterschieden. Diese sind Flächen aus der Land- und Forstwirtschaft, sowie Acker-, Grünland- und Waldflächen.

Zur Berechnung des energetischen Potenzials werden für die nachwachsenden Biomassetypen mit einem üblichen Ertrag pro Fläche gerechnet. Für die feste Biomasse des Waldrestholzes wird lediglich die thermische Verwertung zur Wärmeerzeugung berechnet.

Für die VG Annweiler am Trifels wurden die Biomassepotenziale sowohl im Wärme- als auch im Strombereich analysiert:

- Biomassepotenzial im Wärmebereich: 18,6 GWh/a (ohne Waldflächen), 27,43 GWh/a (Waldholz inkl. Sägerestholz und Gehölze)
- Biomassepotenzial im Strombereich: 10,9 GWh/a (ohne Waldflächen)

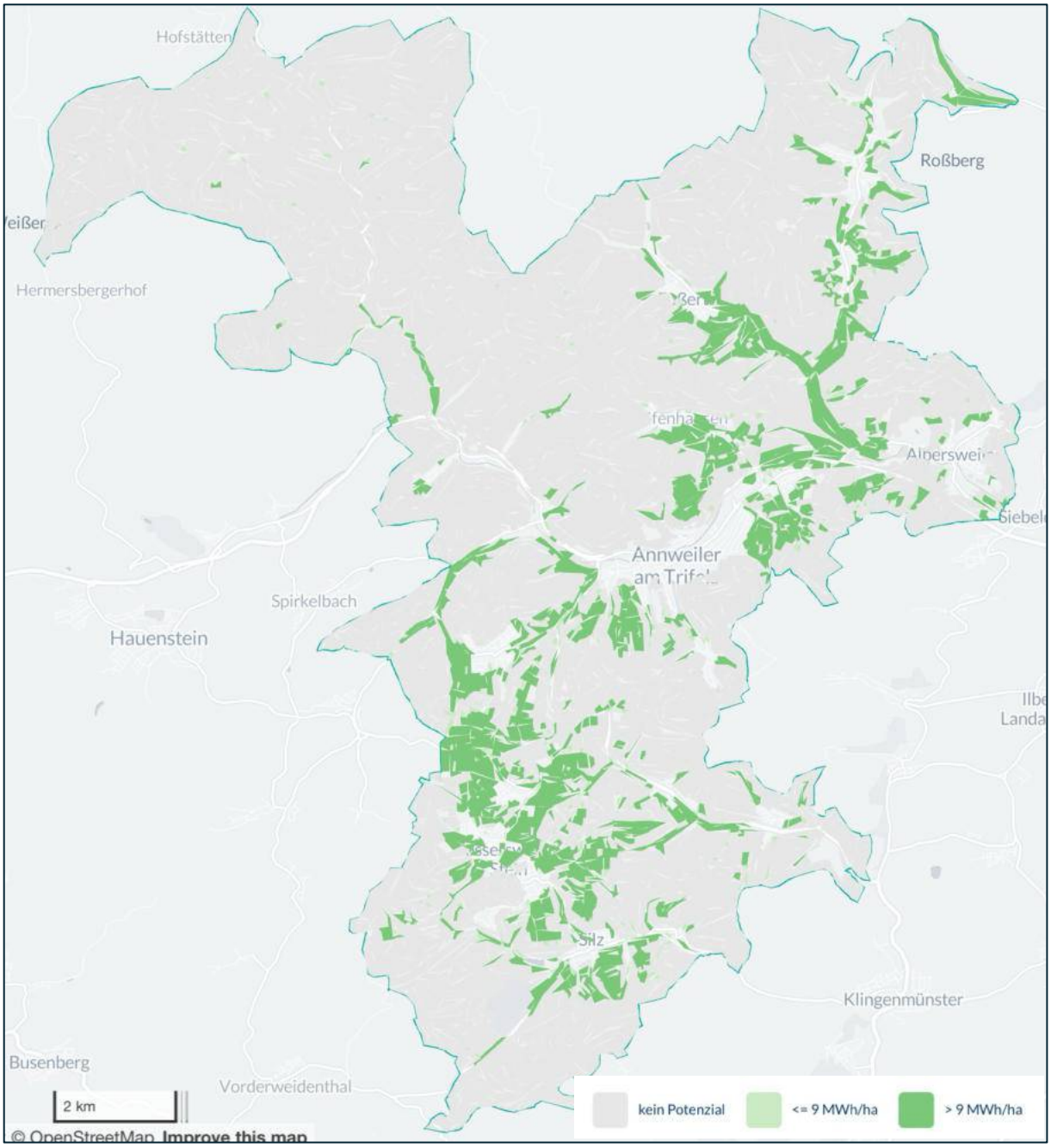


Abbildung 33: Biomassepotenzial im Wärmebereich für die VG Annweiler am Trifels

Industrielle Abwärme bezeichnet die Wärme, die als Nebenprodukt in Industrieprozessen oder Gewerbebetrieben entsteht und derzeit ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird. Diese Abwärme kann für verschiedene Zwecke genutzt werden, darunter:

- **Anlagen- oder prozessinterne Nutzung:** Die Abwärme wird dem gleichen Produktionsprozess oder der Anlage, aus der sie stammt, wieder zugeführt. Dieser Ansatz wird auch als Wärmerückgewinnung bezeichnet.
- **Betriebsinterne Nutzung:** Die Abwärme wird innerhalb desselben Betriebs für andere Produktionsprozesse oder zur Beheizung von Gebäuden verwendet.
- **Externe Nutzung:** Die Abwärme wird außerhalb des Betriebs entweder am selben Standort oder durch Einspeisung in Wärmenetz genutzt.

Die Abwärme von Industrien ist insbesondere bei der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) relevant, da sie als wertvolle Energiequelle genutzt werden kann, um die Effizienz der Energieerzeugung zu steigern und den Gesamtenergieverbrauch zu reduzieren. Durch die Integration von Abwärme in KWK-Systeme können sowohl die CO_2-Emissionen gesenkt als auch die Kosten für Heizung und Kühlung gesenkt werden.

Aus den Ergebnissen der Bestandsanalyse lässt sich entnehmen, dass insgesamt 339,67 GWh/a an Abwärme mit einem Temperaturniveau unter 300 °C bereits in der VG Annweiler am Trifels vorliegen. Diese Abwärmepotenziale wurden durch einen Fragebogen im Zuge der Bestandsanalyse bei den Unternehmen abgefragt. Insgesamt haben zwei Unternehmen vorhandene Potenziale für Abwärme gemeldet. Diese sollten in den weiteren Betrachtungen der zukünftigen Wärmeversorgung mit bedacht werden.

Der größte Teil des Abwärmepotenzials stammt vom Papierverarbeitungsunternehmen Buchmann GmbH, das heute zur Weig Gruppe gehört. Das Potenzial wurden beim Unternehmen als hohes Potenzial eingestuft. Es handelt sich dabei jedoch nicht um gemessene, sondern um weitergegebene Werte, basierend auf den Erfahrungen der langjährigen Energieverantwortlichen. Demnach ist es von hoher Relevanz, die Daten nachzumessen, um eine valide Datenbasis für die Einstufung der weiteren Nutzung des Abwärmepotenzials treffen zu können.

Zu berücksichtigen ist jedoch, dass durch eigene Maßnahmen zur Energieeffizienz die zur Verfügung stehenden Abwärmemengen in Zukunft wohl deutlich geringer werden.

Potenzialanalyseworkshop

Um neben dem technischen und theoretischen Potenzial zusätzlich das bürgerpolitische Potenzial zu betrachten, wurde mit der VG Annweiler am Trifels und Vertretern der Ortsgemeinden sowie der Stadt ein Workshop durchgeführt. Zielsetzung war neben der Vorstellung der bisherigen Ergebnisse aus der Bestandsanalyse auch die Diskussion über die innerhalb der VG ermittelten Potenziale. In einem ersten Schritt wurden den Teilnehmenden des Workshops die errechneten theoretischen und technischen Potenziale der VG Annweiler am Trifels vorgestellt, woran sich eine Diskussion an Pinnwänden angeschlossen hat. Die Teilnehmenden wurden dazu aufgefordert, zu jedem der ermittelten Potenziale die Chancen und Hemmnisse aufzuzeigen und im Anschluss zu bewerten, wie hoch die Akzeptanz der Bürger und die lokale Relevanz für die jeweilige Technologie einzuschätzen sind. Das Ergebnis des Workshops war die Priorisierung der Potenziale in der VG Annweiler am Trifels.

Fazit Potenzialanalyse

Zusammenfassend lässt sich aufzeigen, dass in der VG Annweiler am Trifels ein hohes Sanierungspotenzial vorliegt. Das größte Potenzial der Gebäudesanierung liegt im privaten Wohnsektor. Insbesondere Gebäude, die bis 1978 erbaut wurden, bieten ein hohes Einsparpotenzial durch Sanierung. Somit kann die Senkung der Treibhausgas-Emissionen des Wohnbereichs einen großen Hebel auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen VG haben.

Zudem verfügt die VG Annweiler am Trifels über bedeutende energetische Potenziale mit verschiedenen erneuerbaren Energieträgern. Das kombinierte Potenzial aus erneuerbaren Wärme- und Stromquellen ist ausreichend, um eine klimaneutrale Versorgung der Verbandsgemeinde zu gewährleisten. Dies erfordert allerdings lokal angepasste Lösungen zur Erschließung und Einbindung der Quellen als auch Speicherlösungen zum Ausgleich von Saisonalitäten. Die Möglichkeiten der Nutzung geeigneter erneuerbarer Energien werden in den nachfolgenden Abbildungen 34 und 35 verdeutlicht.

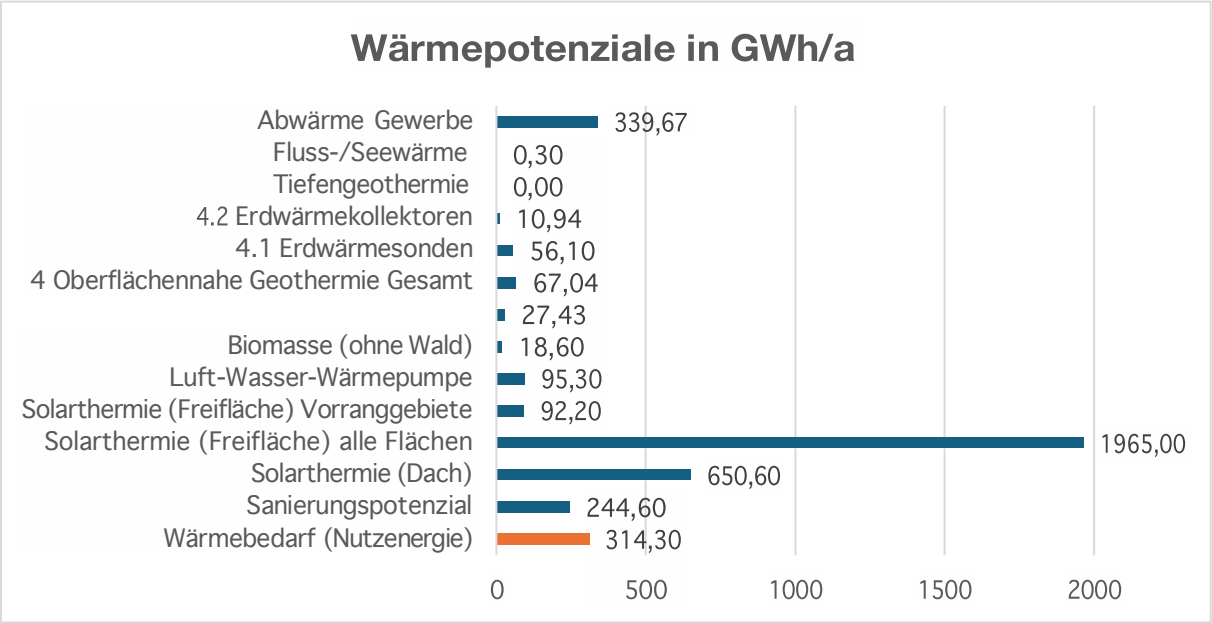


Abbildung 34: Potenziale der VG Annweiler am Trifels im Wärmebereich

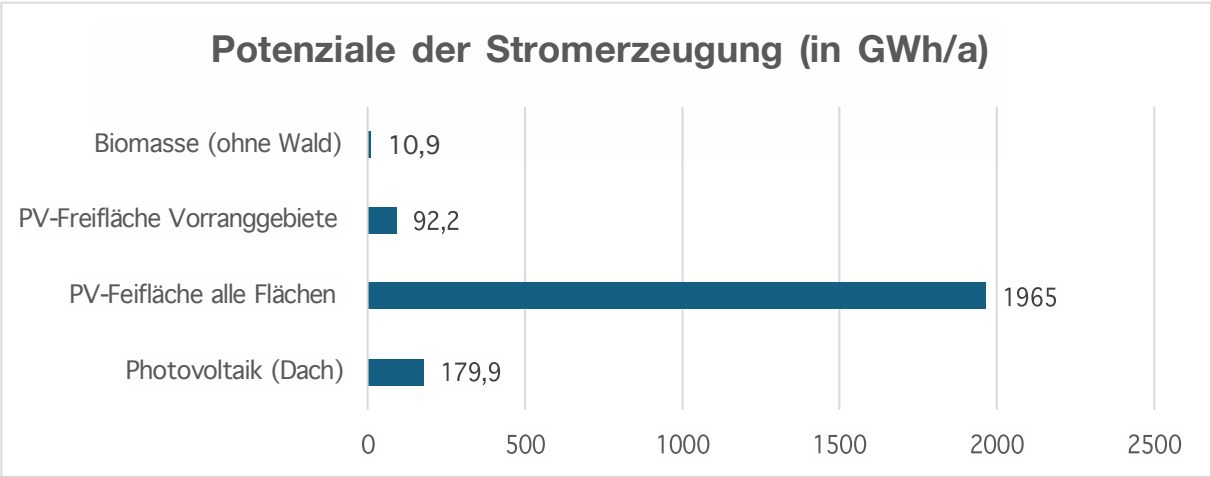


Abbildung 35: Potenziale der VG Annweiler am Trifels im Strombereich

Gemeinsam mit den politischen Entscheidungsträgern wurden in einem Workshop folgende prioritäre Potenziale identifiziert:

Für den Bereich Wärme

- Solarthermie (Aufdach)
- Biomasse
- Luftwärmepumpen
- Oberflächennahe Geothermie

Für die Stromerzeugung

- Photovoltaik (Aufdach)

Freiflächenpotenziale, sowohl für Strom- als auch für die Wärmeversorgung, werden aufgrund vorhandener Schutzgebiete, dem Status als Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen und der Flächenkonkurrenz zur Landwirtschaft als nur schwer umsetzbar betrachtet. Zudem wurde, die Tiefengeothermie sowie die Fluss-/Seewärmepumpe als zu vernachlässigende Potenziale klassifiziert, da nur wenig Potenziale vorhanden sind.

3.3. Zielszenario

3.3.1. Ziele & Vorgehensweise

Nach der Ableitung der Potenziale erneuerbarer Energien wurden realistische Szenarien für die zukünftige Energieversorgung im Zieljahr 2040 erstellt. Ebenfalls wurden Entwicklungspfade für die Jahre 2030 und 2035 aufgezeigt. Ein wichtiger Bestandteil dieser Planung war die Ausweisung von Prüfgebieten zur Versorgung mit Wärmenetzen, die als Grundlage für kommunale Wärmeplanungen und weiterführende Investitionsentscheidungen dienten. Ein Eignungsgebiet ist ein ausgewiesenes Areal, dass grundsätzlich für den Aufbau oder die Ausweitung von Wärmenetzen in Frage kommt. Als Prüfgebiet wird ein Gebiet bezeichnet, dessen Eignung zur Ausweisung eines Wärmenetzes in einem nächsten Schritt zu untersuchen ist. Neben den zentralen Prüfgebieten wurden zudem dezentrale Eignungsgebiete ausgewiesen, die nicht mit Wärmenetzen, sondern mit dezentralen Einzelheizungen versorgt werden.

ERGEBNIS: Entwicklung eines realistischen Zielszenarios anhand von Eignungsgebieten für die Wärmeversorgung im Zieljahr 2040 und Aufzeigen geeigneter Entwicklungspfade

Abbildung 36: Beispielhafte Darstellung eines Zielszenarios

1. **Entwicklung von Zielszenarien für das Zieljahr 2040**
   - **Schritt 1:** Festlegung von Parametern (Sanierungsraten) für die Szenario-Erstellung im digitalen Zwilling (z. B., „All electric“, „Biogas-Netze“, „Wasserstoffnetze“ und „Wärmenetzausbau“)
   - **Schritt 2:** Manuelle Ableitung eines detaillierten und realistischen Ziel-Szenarios der zukünftigen Wärmeversorgungsarten in Form von Eignungsgebieten
     - Beschreibung der benötigten Energieeinsparungen in der zukünftigen Versorgungsstruktur
     - Flächenhafte Darstellung zentraler und dezentraler Wärmeversorgungsgebiete (Zonierung)
     - Diskussion, Anpassung und Verabschiedung des Zielszenarios mit der Steuerungsgruppe und allen relevanten Akteuren der Verbandsgemeinde
2. **Aufzeigen von Entwicklungspfaden**
   - Ausweisung von Teilgebieten mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial durch Gebäudesanierungen
   - Auszeichnung von Fokusgebieten für Wärmenetze, Wasserstoff oder dezentrale erneuerbare Energien
   - Darstellung der zur klimaneutralen Bedarfsdeckung geplanten Versorgungsstrukturen für die Stützjahre 2030 und 2035 sowie das Zieljahr 2040

Abbildung 37: Überblick Vorgehen Zielszenario

3.3.2. Erkenntnisse des Zielszenarios

Identifikation der Wärmenetzprüfgebiete

Ein Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist die Identifizierung von Bereichen, in denen Nah- oder Fernwärmenetze möglich sind. Diese Netze nutzen klimafreundliche Wärmequellen und sind entscheidend für die zukünftige Wärmeversorgung. Sie verbinden Wärmeverbraucher mit erneuerbaren Energiequellen und ermöglichen die Dekarbonisierung mehrerer Gebäude gleichzeitig.

Da der Bau eines Wärmenetzes hohe Investitionen erfordert und mit großem Aufwand bei Planung, Erschließung und Bau verbunden ist, müssen die entsprechenden Gebiete sorgfältig ausgewählt und in weiteren Analysen detailliert untersucht werden. Bei der Festlegung des Zielszenarios ist es daher entscheidend, sogenannte Prüfgebiete für Wärmenetze zu identifizieren, in denen deren Nutzung und der Betrieb als effizient und wirtschaftlich erwartet wird.

Laut § 3 des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) werden folgende Kategorien von Gebieten unterschieden (Bundesministerium der Justiz, Bundesamt für Justiz, 2023):

- **(14) Voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet:** Ein Wärmenetzgebiet, ein Wasserstoffnetzgebiet, ein Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung oder ein Prüfgebiet.
- **(17) Wärmenetz:** eine Einrichtung zur leitungsgebundenen Versorgung mit Wärme, die kein Gebäudenetz im Sinne des § 3 Absatz 1 Nummer 9a des Gebäudeenergiegesetzes in der am 1. Januar 2024 geltenden Fassung ist.
- **(18) Wärmenetzgebiet:** Gebiete, in denen ein Wärmenetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wärmenetz versorgt werden soll, wobei innerhalb der Wärmenetzgebiete zu unterscheiden ist zwischen:
    a) **Wärmenetzverdichtungsgebieten:** Gebiete, in denen Letztverbraucher, die sich in unmittelbarer Nähe zu einem bestehenden Wärmenetz befinden, mit diesem verbunden werden sollen, ohne dass hierfür der Ausbau des Wärmenetzes nach Buchstabe b erforderlich würde,

b) **Wärmenetzausbaugebiete:** Gebiete, in denen es bislang kein Wärmenetz gibt und die durch den Neubau von Wärmeleitungen an ein bestehendes Wärmenetz angeschlossen werden sollen,

c) **Wärmenetzneubaugebiete:** Gebiete, die an ein neues Wärmenetz nach Nummer 7 angeschlossen werden sollen

- **(23) Wasserstoffnetzgebiet:** Gebiete, in denen ein Wasserstoffnetz besteht oder geplant ist und ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher über das Wasserstoffnetz zum Zweck der Wärmeerzeugung versorgt werden soll.
- **(10) Prüfgebiet:** Gebiete, die nicht in ein voraussichtliches Wärmeversorgungsgebiet nach den Nummern 6, 18 oder 23 eingeteilt werden sollen, weil die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind oder weil ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher auf andere Art mit Wärme versorgt werden soll, etwa leitungsgebunden durch grünes Methan im Einklang mit § 28.
- **(6) Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung:** Gebiete, die überwiegend nicht über ein Wärme- oder ein Gasnetz versorgt werden sollen. In diesen Gebieten wird die Wärmeerzeugung voraussichtlich auf Gebäudeebene erfolgen.

Darüber hinaus wurden für die VG Annweiler am Trifels noch Gebiete betrachtet, die unter die Kategorie der Mikronetze, bzw. Gebäudenetze fallen:

- **Mikrowärmenetzprüfgebiete:** Gebiete, in denen noch keine zentrale Wärmeversorgung besteht, diese aber geprüft werden sollten und die 16 Gebäude oder weniger in ihre zentrale Wärmeversorgung einschließen würden. Diese Gebiete können neben der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) auch durch Bundesförderungen für effiziente Gebäude (BEG) unterstützt werden.

Die identifizierten Gebiete für den Ausbau oder die Implementierung von Wärmenetzen dienen lediglich als strategisches Planungsinstrument für die zukünftige Infrastrukturentwicklung. Diese Eignung bedeutet nicht, dass die Machbarkeit bereits nachgewiesen ist, sondern sie dient als Grundlage für weitere Untersuchungen. Um fundierte Entscheidungen über die finalen Wärmenetzversorgungsgebiete treffen zu können, sind weitere Untersuchungen, wie z. B. Machbarkeitsstudien, notwendig.

Der Prozess der Identifikation dieser Eignungsgebiete erfolgt in drei Stufen:

1. **Vorauswahl geeigneter Kriterien:** Zunächst werden Eignungsgebiete basierend auf dem Wärmebedarf der Verbandsgemeinde und festgelegten Sanierungsraten automatisiert ermittelt. Zusätzlich werden (falls vorhanden) Versorgungsgebiete bestehender Wärmenetze und bereits beschlossene Vorranggebiete für Wärmenetze in die Auswahl einbezogen. Neben dem „Wärmenetz“-Szenario können in diesem Schritt noch weitere Szenarien betrachtet werden.

2. **Lokale Restriktionen:** Im zweiten Schritt werden die automatisiert erzeugten Gebiete in Expertenworkshops mit lokalen Akteuren aus dem Lenkungskreis, der Steuerungsgruppe und Fachgruppen genauer analysiert. Hier fließen sowohl lokale Fachkenntnisse als auch die Ergebnisse der Potenzialanalyse ein. Es wird insbesondere untersucht, in welchen Gebieten neben einer hohen Wärmedichte auch die Nutzung der Potenziale zur Wärmeerzeugung vorteilhaft erscheint.

3. **Überführung in finales Zielszenario:** Die priorisierten Eignungsgebiete werden in kurzfristige Maßnahmen überführt, um die ersten Schritte der Wärmewende einzuleiten.

In einem weiteren Schritt der Wärmeplanung sollen Projektentwickler und Wärmenetzbetreiber auf Grundlage der Eignungsgebiete konkrete Ausbauplanungen für Wärmenetzausbaugebiete erstellen. Diese Planungen berücksichtigen neben der Wärmebedarfsdichte auch die wirtschaftliche, technische und ressourcenbedingte Umsetzbarkeit.

Werden Neubaugebiete nach einer umfassenden Machbarkeitsstudie als Wärmenetzausbaugebiet ausgewiesen, gilt ein Anschluss- und Benutzungszwang, sodass sich Gebäudeeigentümer in diesen Gebieten an das Wärmenetz anschließen müssen. Diese Verpflichtung gilt für Neubauten sofort, während sie für Bestandsgebäude erst bei grundlegenden Änderungen an der bestehenden Wärmeversorgung greift.

Für den erstellten Wärmeplan gilt im Hinblick auf das Gebäudeenergiegesetz (GEG 2024): Wenn eine Gemeinde vor Mitte 2026 oder Mitte 2028 ein Gebiet für den Neu- oder Ausbau eines Wärme- oder Wasserstoffnetzes auf Basis eines Wärmeplans ausweist, tritt dort die Verpflichtung zur Nutzung von 65 % erneuerbarer Energien in Heizsystemen in Kraft. Der Wärmeplan allein ist jedoch nicht ausreichend, um diese Verpflichtungen auszulösen. Es bedarf zusätzlich einer Entscheidung der Gemeinde über die Gebietsausweisung, die öffentlich bekannt gemacht werden muss (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz & Bundesamt für Justiz, 2023).

Vorauswahl geeigneter Kriterien

Auswahl aus Standardkriterien

Auf die Gestaltung der Wärmeversorgung wirken vier verschiedene Einflusskriterien, die anhand lokaler Relevanz und Verfügbarkeit bewertet werden. Sie bilden die Basis für die Ableitung von differenzierten Szenarien, verknüpft mit unterschiedlichen Sanierungsraten für den Gebäudebestand. Anzumerken ist hierbei, dass diese Einflusskriterien auch variabel miteinander kombiniert werden können.

1. **Wärmenetzausbau:** Das erste Szenario konzentriert sich auf den Ausbau bestehender Wärmenetze anhand definierter Eignungsgebiete. Hierbei erfolgt die Priorisierung des Netzausbaus anhand festgelegter Grenzwerte. In den Bereichen außerhalb dieser Eignungsgebiete wird auf eine dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen und Biomasse gesetzt.
2. **„All electric“:** Im zweiten Szenario steht die elektrische Wärmeversorgung im Vordergrund. Die Wärmeversorgung wird primär durch Wärmepumpen sichergestellt. Falls der Einsatz von Wärmepumpen nicht möglich ist, wird Biomasse als Alternative verwendet. Zusätzlich werden die Gebiete der heutigen Wärmenetzversorgung weiter verdichtet.
3. **Grüne (Bio-)Gasnetze:** Das dritte Szenario sieht vor, dass die heutigen Gaskunden zukünftig mit Biogas versorgt werden. In diesem Fall werden auch die bestehenden Wärmenetze nachverdichtet, während außerhalb dieser Gebiete eine dezentrale Versorgung durch Wärmepumpen und Biomasse erfolgt.
4. **Wasserstoff-Netze:** Im vierten Szenario wird der Einsatz von Wasserstoff als Hauptenergieträger untersucht. Hier sollen die aktuellen Gaskunden auf Wasserstoff umgestellt werden. Gleichzeitig werden die bestehenden Wärmenetzgebiete nachverdichtet, und außerhalb dieser Gebiete erfolgt die Versorgung dezentral mit Wärmepumpen und Biomasse.

Grüne Biogasnetze und Wasserstoffnetze werden in der weiteren Betrachtung für die VG Annweiler am Trifels nicht weiter berücksichtigt, da sie dort keine Anwendung finden oder eine Nutzung auf Basis aktueller Bestrebungen und Ausbaupläne unrealistisch ist. Der Ausbau der notwendigen Infrastruktur wäre zu aufwendig und die Verfügbarkeit der benötigten Ressourcen

nicht zuverlässig genug. Die anderen Szenarien bieten hingegen effizientere und nachhaltigere Lösungen für die Wärmeversorgung und werden in den nächsten Abschnitten gezielt betrachtet.

Festlegung Sanierungsraten

Die Zielszenarien werden unter Einbeziehung der Gebäudesanierung bis zu einer Dekarbonisierung des Strom- und Gassektors betrachtet. Demnach stellt die Sanierung bestehender Gebäude eines der wichtigsten Bestandteile bei der Ableitung des Zielszenarios dar.

Der heterogene, private Wohngebäudebestand in der VG Annweiler am Trifels stammt überwiegend aus der Zeit vor der ersten Wärmeschutzverordnung, die hauptsächlich durch Wohngebäude geprägt ist. Einige Wohngebäude wurden bereits nachträglich modernisiert, wodurch der Wärmebedarf im Vergleich zum ursprünglichen Zustand gesenkt wurde. Da detaillierte Daten zu bereits durchgeführten Sanierungen nicht für jedes Gebäude vorliegen, wurde eine durchschnittliche Sanierungsrate über den gesamten Bestand jeder Baualtersklasse angenommen. Mögliche Sanierungen umfassen beispielsweise Verbesserungen der Heizungstechnik oder einzelne Maßnahmen an der Gebäudehülle (wie Fensteraustausch und Dachmodernisierungen).

Um den Wärmebedarf anhand unterschiedlicher Kennzahlen bewerten zu können, wurden verschiedene Sanierungsraten im Lenkungskreis diskutiert. Dabei wurden **Sanierungsraten** von **0,8 %, 1,6 %** und **2,4 %** betrachtet. Zu Anfang der Zielszenarienentwicklung wurde sich gemeinsam mit der Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels auf eine Sanierungsrate von etwa 1,6 % pro Jahr festgelegt. Dies bedeutet, dass jährlich die festgelegte Prozentanzahl der Gebäudehülle (Dämmung) saniert wird, was den Wärmebedarf in der VG Annweiler am Trifels über die Jahre reduziert. Anzumerken ist, dass bei der Berechnung des Wärmebedarfs bis zum Jahr 2040 zukünftige Neubaugebiete nicht berücksichtigt werden.

Die **Sanierungstiefe** wird auf Grundlage von TABULA-Klassen als „konventionell“ bewertet, da für die VG Annweiler am Trifels aufgrund der aktuellen Gegebenheiten eine übliche Sanierung angenommen wird (Loga, Stein, Diefenbach, & Born, 2015). Die TABULA-Klassen zeigen den Wärmebedarf einzelner Gebäudeklassen im sanierten Zustand auf. Dabei wird für jedes Wohngebäude die entsprechende TABULA-Klasse ermittelt und der Grad der energetischen Sanierung von Gebäuden bestimmt. Diese Klassen unterscheiden sich in den Maßnahmen, die

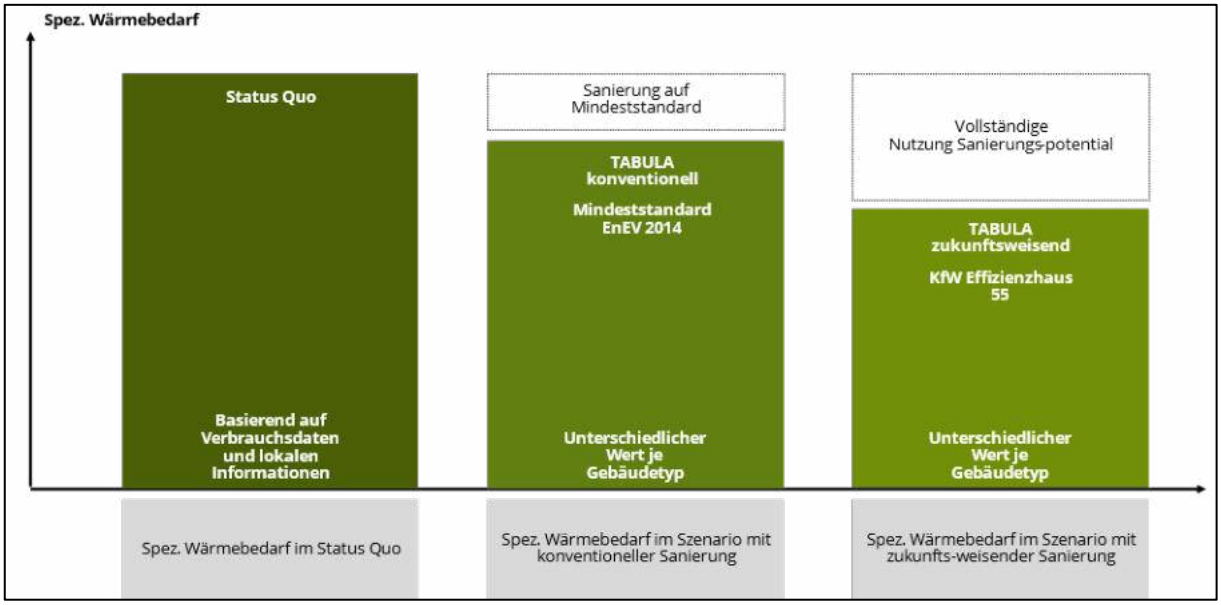


Abbildung 38: Sanierungstiefe Wohngebäude auf Basis von TABULA-Klassen

ergriffen werden, um die Energieeffizienz zu verbessern, wie z.B. Dämmung, Fensterersatz und Heizungsoptimierung. Höhere Klassen repräsentieren dabei umfassendere Sanierungsmaßnahmen, die zu signifikant geringeren Energieverbräuchen führen.

Der Gebäudebestand lässt sich grundsätzlich in Wohngebäude und Nichtwohngebäude unterteilen. Während Wohngebäude hauptsächlich private Wohn- und Mehrfamilienhäuser umfassen, bilden Nichtwohngebäude verschiedene Nutzungsarten wie Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie, öffentliche Gebäude sowie Hotels und Gastronomie ab. In der VG Annweiler am Trifels macht der Bereich der Nichtwohngebäude nur einen geringen Anteil aus, wird aber in dieser Betrachtung dennoch berücksichtigt. Gebäude, die dem GHD, also dem Gewerbe, Handel und Dienstleistungssektor zugeordnet werden, machen einen vergleichsweise hohen Anteil in der Gesamtansicht aus, da hier auch Gebäude mit Mischnutzung und sonstige Gebäude mit eingerechnet werden.

Für Nichtwohngebäude wird eine Reduktion des Wärmebedarfs durch Reduktionsfaktoren auf Basis der KEA-BW (2020) prognostiziert. Die erwarteten Einsparungen des Wärmebedarfs bis 2045 verteilen sich dabei wie folgt:

- Gewerbe, Handel & Dienstleistungen: 3,8 %
- Industrie: 1,3 %
- Kommunale Liegenschaften: 1,8 %

Die Simulation der Wärmebedarfsreduktion erfolgt detailliert und gebäudespezifisch für jedes Jahr. Diese basiert auf dem spezifischen Wärmebedarf abhängig von der Baualtersklasse und dem Gebäudetyp und dient als Grundlage für weitere Berechnungen. Anzumerken ist, dass in dieser Betrachtung die Gebäude mit dem niedrigsten Sanierungszustand bevorzugt saniert werden.

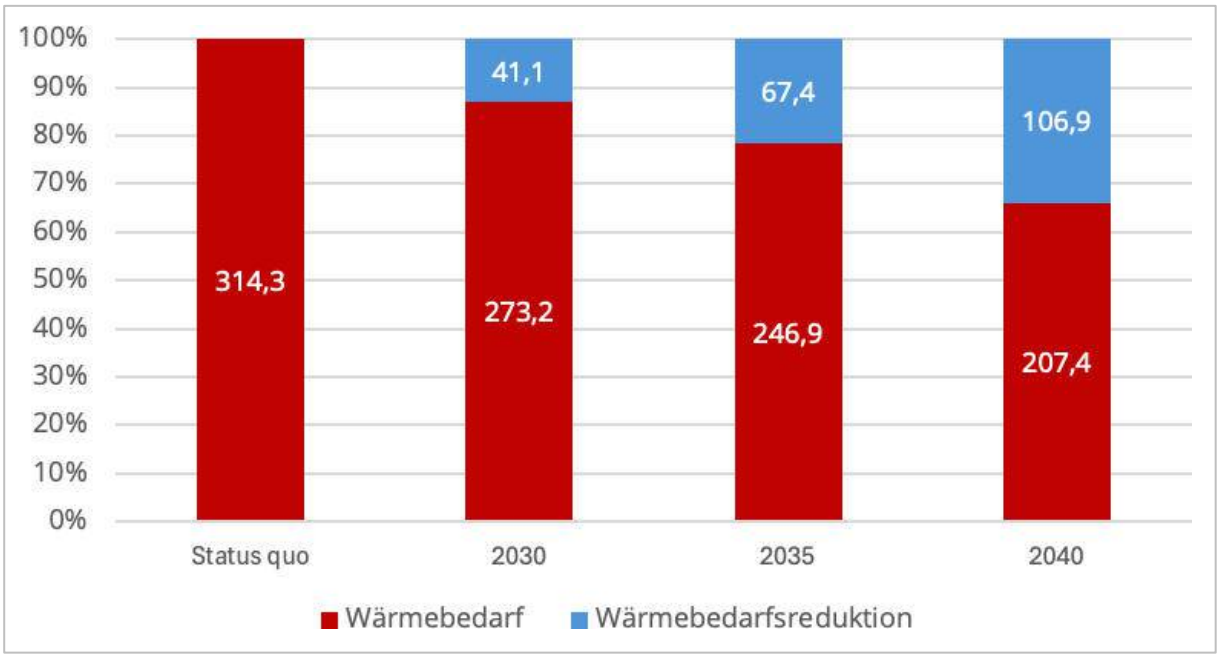


Abbildung 39: Wärmebedarfsreduktion (Nutzenergie) bei einer Sanierungsrage von ca. 1,6 % pro Jahr vom Basisjahr über die Zwischenjahre zum Zieljahr 2040

Entwicklung des Zielszenarios für die VG Annweiler am Tfifels

Für die VG Annweiler am Trifels steht der Ausbau bestehender Wärmenetze anhand definierter Eignungsgebiete im Vordergrund. Dies sind Bereiche, in denen der Ausbau oder die Implementierung von Wärmenetzen als potenziell geeignet betrachtet wird. Die Erweiterung oder der Ausbau eines Wärmenetzes wird durch spezifische Grenzwerte gesteuert. Gebiete, die diese Kriterien nicht erfüllen, setzen auf dezentrale Lösungen wie Wärmepumpen und Biomasse. Zudem kann so auch in weniger dicht besiedelten oder strukturell benachteiligten Regionen eine effiziente Wärmeversorgung sichergestellt werden.

Die Identifikation von Eignungsgebieten für Wärmenetze kann dabei durch verschiedene methodische Ansätze erfolgen:

1. **Basierend auf Bestandswärmenetzen**: Bestehende Wärmenetze bieten eine Grundlage für die Erweiterung und Optimierung neuer Gebiete. Durch die Analyse der vorhandenen Infrastruktur können Gebiete identifiziert werden, die von einer Anbindung profitieren würden.
2. **Basierend auf vorgegebenen Gebieten**: Hierbei können verschiedene vorgegebene Gebiete, wie z.B. von WebGIS-Nutzerzeichnungen (Eigene Ebenen) oder Vorranggebiete, als Basis dienen. Diese vorgegebenen Gebiete ermöglichen eine zielgerichtete Planung und Berücksichtigung spezieller regionaler Gegebenheiten und Anforderungen.
3. **Basierend auf minimaler Wärmeliniendichte der Straßenzüge**: Ein weiterer methodischer Ansatz zur Identifikation von Eignungsgebieten ist die Berechnung und Analyse der minimalen Wärmeliniendichte der Straßenzüge. Eine Wärmeliniendichte gibt den Wärmebedarf, der an einem Straßenzug anliegenden Gebäude an. Je höher die Wärmeliniendichte ist, desto höher ist das wirtschaftliche Potenzial einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung, da eine hohe Wärmeabnahmemenge je installierter Infrastruktur erschlossen werden kann.

Durch die Kombination dieser Ansätze kann eine umfassende und fundierte Planung für die Entwicklung neuer Wärmenetze erfolgen, die sowohl bestehende Strukturen als auch zukünftige Anforderungen berücksichtigt.

Die Wärmeliniendichte sowie die Siedlungsstruktur und bestehende Wärmenetze stellen in VG Annweiler am Trifels die wichtigsten Indikatoren zur Bestimmung geeigneter Gebiete für die Wärmeversorgung dar. Die Wärmeliniendichte, angegeben in Kilowattstunden pro Jahr und Meter Trassenlänge, ist entscheidend für die Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen. Da im Zielszenario noch keine konkreten Trassenverläufe für zukünftige Wärmenetze festgelegt sind, wird das bestehende Straßennetz als potenzieller Trassenverlauf genutzt. Zur Berechnung der Wärmeliniendichte wird der Wärmebedarf jedes Gebäudes dem nächstgelegenen Straßenabschnitt zugeordnet, summiert und durch die Straßenlänge geteilt. Diese Methode ermöglicht es, die Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen präzise zu bestimmen und geeignete Gebiete für die Wärmeversorgung zu identifizieren.

Die Erzeugung von Gebieten um Leitungen mit minimaler Wärmeliniendichte wurde für die VG Annweiler am Trifels auf einen Grenzfaktor von 3.000 kWh/(m a) festgelegt, da ab diesem Grenzwert ein Wärmenetz wirtschaftlich wäre. Hierbei wird der Grenzfaktor genutzt, um die Effizienz der Wärmeverteilung zu optimieren. Dieser Grenzfaktor dient als Maßstab, um die Effizienz der Wärmeverteilung entlang der Leitungen zu optimieren und potenzielle Eignungsgebiete für Wärmenetze auszuweisen. Gebiete, die diesen Grenzwert überschreiten, werden als besonders geeignet für den Ausbau von Wärmenetzen betrachtet.

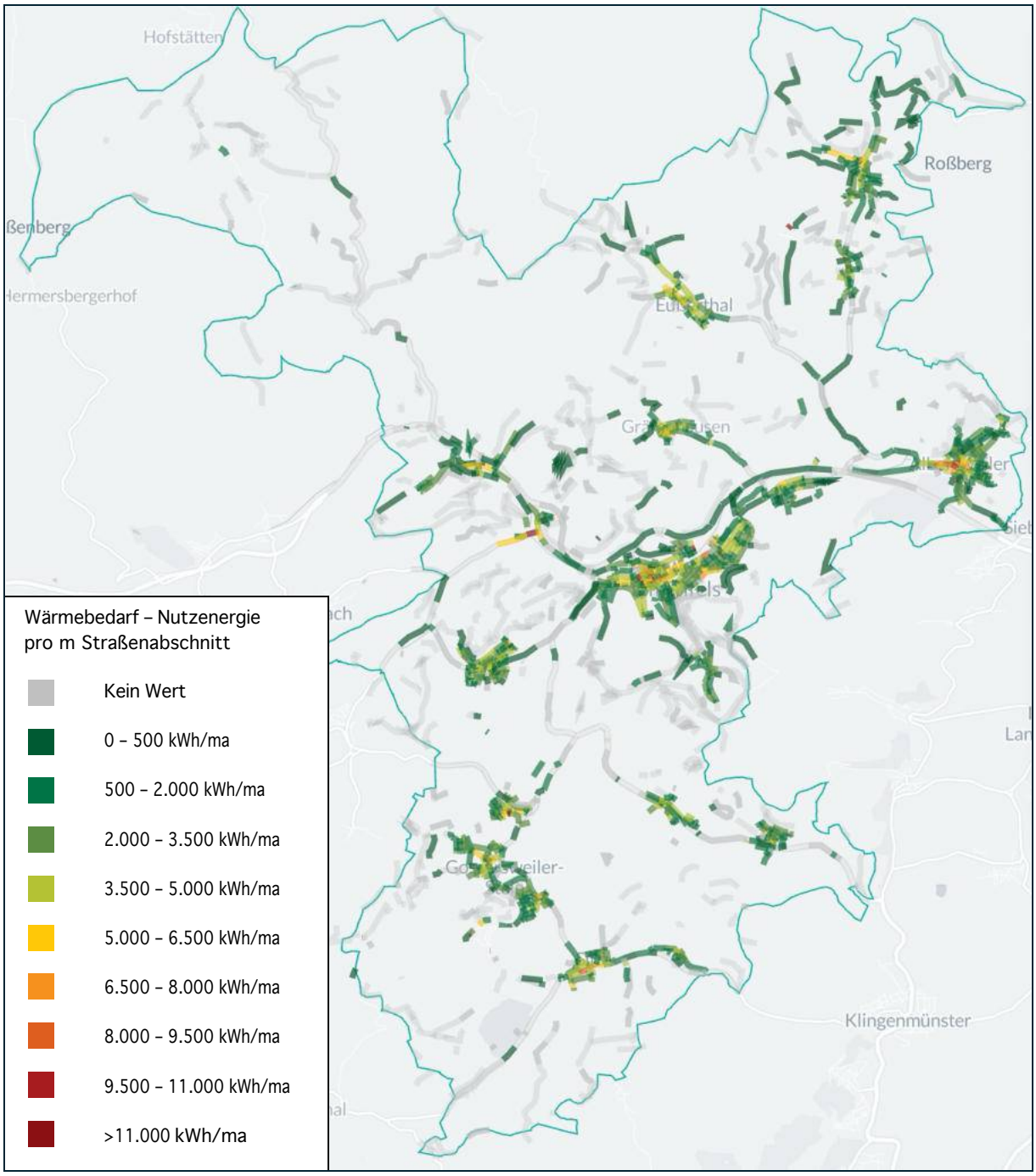


Abbildung 40: Wärmeliniendichte der VG Annweiler am Trifels

Gebiete, deren Wärmeliniendichte unter dem Grenzwert liegt, werden als Fokusgebiete für die Einzelversorgung definiert. Hier wird der Schwerpunkt auf der elektrischen Wärmeversorgung liegen, wobei die Hauptquelle der Wärme durch den Einsatz von Wärmepumpen bereitgestellt wird. Diese nutzen elektrische Energie, um Wärme aus der Umgebungsluft, dem Erdreich oder dem Grundwasser zu gewinnen und in die Gebäude z leiten. Die Effizienz und Umweltfreundlichkeit dieser Technologie machen sie zu einer bevorzugten Wahl für die künftige Wärmeversorgung.

Falls der Einsatz von Wärmepumpen in bestimmten Gebieten oder Gebäuden nicht praktikabel ist, wird auf Biomasse als alternative Wärmequelle zurückgegriffen. Biomasse, die aus organischen Materialien wie Holzpellets, landwirtschaftlichen Abfällen oder biogenen Reststoffen besteht, bietet eine nachhaltige und oft lokal verfügbare Möglichkeit zur Wärmeerzeugung. Diese

Alternative stellt sicher, dass auch in Bereichen, in denen Wärmepumpen nicht eingesetzt werden können, eine umweltfreundliche und zuverlässige Wärmeversorgung gewährleistet ist. Bereits heute spielt Biomasse in Form von Holzscheiten eine vergleichbar große Rolle in der Wärmeversorgung der VG Annweiler am Trifels, was auf die geographische Lage im Pfälzerwald zurückzuführen ist.

Algorithmisch entwickelte Potenzialgebiete für Wärmenetze

Für die VG Annweiler am Trifels wurde auf Grundlage der Wärmeliniendichte von 3.000 kWh/(m a) ein potenzielles Zielszenario entwickelt, welches in weiteren Abstimmungen mit der Kommune

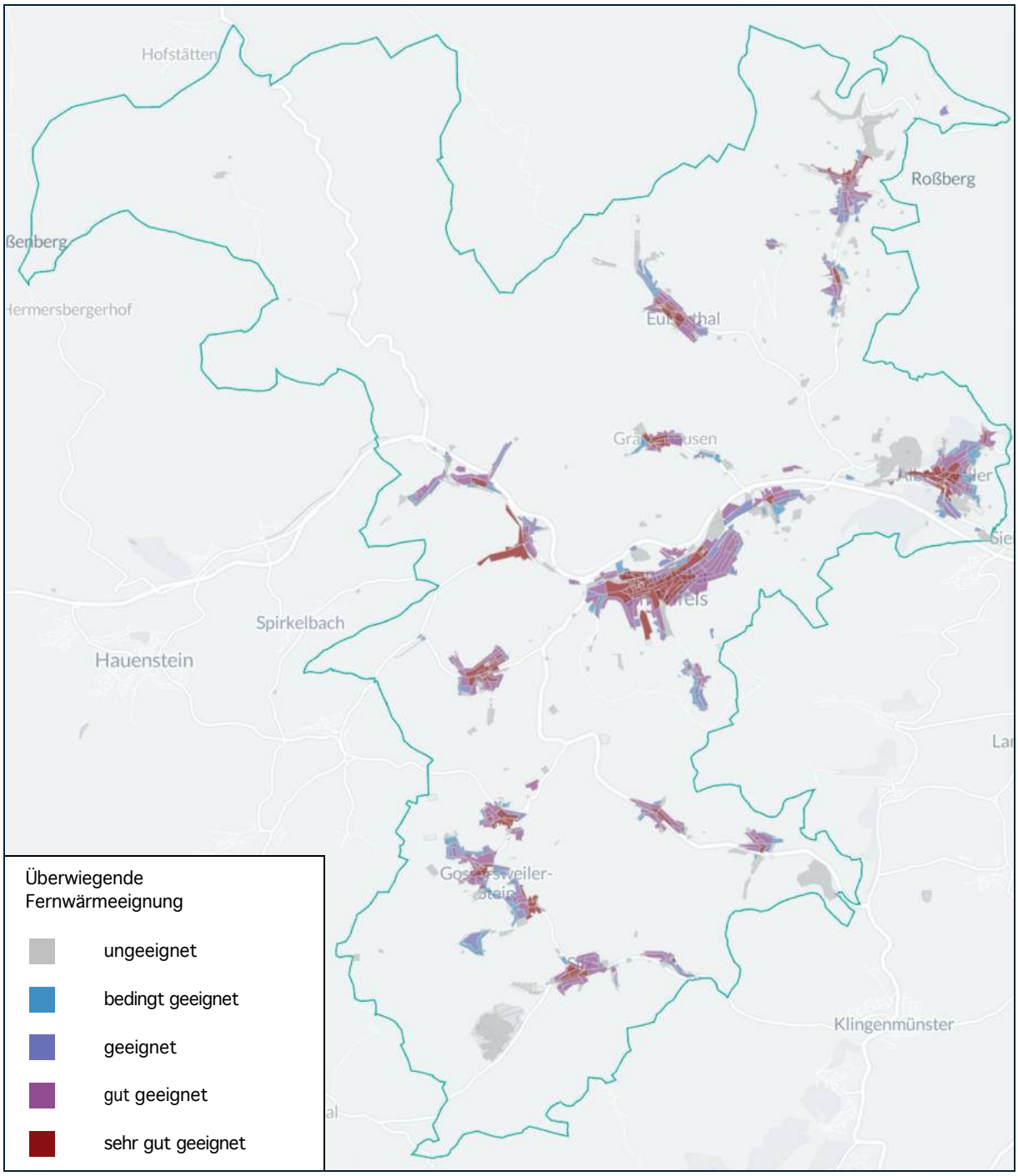


Abbildung 41: Algorithmisch berechnete Fernwärmeeignung der VG Annweiler am Trifels auf Gebäudeblockebene

konkretisiert wurde. Die nachfolgende Abbildung zeigt diese algorithmisch festgelegten Potenzialgebiete auf Gebäudeblockebene für das gesamte Verbandsgemeindegebiet.

Die algorithmisch ausgewiesenen Eignungsgebiete dienen dazu, Bereiche für vertiefte Planungen zu identifizieren und zu initiieren.

Lokale Restriktionen

Das im vorherigen Kapitel abgeleitete algorithmische Szenario bildete die Grundlage für die Einbeziehung lokaler Restriktionen zur Ableitung des finalen Zielszenarios der VG Annweiler am Trifels. Mithilfe ingenieurstechnischer Planungsleistung seitens EWR Climate Connection und der Hansa Luftbild Mobile Mapping GmbH erfolgte eine manuelle Ableitung eines detaillierten und realistischen Zielszenarios.

Grundsätzlich erfolgte die Erstellung des Zielszenarios anhand von drei Schritten, die nacheinander durchlaufen wurden, um das durch Ingenieure entwickelte finale Zielszenario festzulegen:

1. **Modellierung des zukünftigen gebäudegenauen Wärmebedarfs**
   Wurde bereits im Rahmen der Bestands- und Potenzialanalyse ermittelt

2. **Identifikation geeigneter Gebiete für Wärmenetze**
   Wurde bereits im vorherigen Kapitel bei der Entwicklung algorithmischer Szenarien betrachtet

3. **Evaluierung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung**
   Festlegung von Alternativen der Wärmeversorgung für Gebäude, die nicht an Wärmenetze angeschlossen werden können

Es ist wichtig zu beachten, dass das Zielszenario die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich festlegt, sondern als Ausgangspunkt für die strategische Infrastrukturentwicklung dient, wie beispielsweise den Ausbau von Wärmenetzen. Die Umsetzung dieser Strategie hängt von zahlreichen weiteren Variablen ab, die in dieser Szenarioanalyse nicht berücksichtigt werden können. Dazu gehören unter anderem die Bereitschaft der Gebäudeeigentümer, treibhausgas-neutrale Wärmeerzeugungstechnologien zu implementieren, politische Rahmenbedingungen, Schwankungen in Anlagen- und Brennstoffpreisen sowie der Erfolg bei der Kundenakquise für Wärmenetze. Infolgedessen dient dieses Szenario nicht als Leitfaden für Investitionsentscheidungen, sondern vielmehr als Exploration der Zukunft. Um die technische Machbarkeit des Wärmenetzausbaus festzustellen und fundierte Entscheidungen zu treffen, sind detaillierte nachfolgende Untersuchungen erforderlich, wie beispielsweise Machbarkeitsstudien.

Folgende Prämissen werden bei der Erstellung des finalen Zielszenarios berücksichtigt:

- **Sanierung:** Es wird angestrebt eine festgelegte jährliche Sanierungsrate zu erreichen

- **(Grüne) Wärmenetze:** Wärmenetze werden, sofern sinnvoll und umsetzbar, in identifizierten Eignungsgebieten ausgebaut

- **> 65% Versorgung der Heizungen mit erneuerbaren Energien:**
  Einzelversorgungslösungen erfolgen durch Wärmepumpen (Luft, Erdwärme), Wasserstoff und Biomasse

- **Dekarbonisierung:** Emissionsreduktion durch nachhaltige Transformation des Strom- und Gassektors

Zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsgebiete

Ausgehend vom algorithmischen Szenario wurde festgelegt, für welche Gebiete die Bereitstellung von Wärme und der Einsatz erneuerbarer Energien zentral über Wärmenetze oder dezentral durch Einzelheizungen erfolgt. Dieses Szenario wurde als Grundlage in die Diskussion mit den politischen Entscheidungsträgern aufgenommen, worauf sich aus den Erkenntnissen das finale Zielszenario entwickelte.

Wärmenetze sind für eine nachhaltige Wärmeversorgung von großer Bedeutung und spielen eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung der Wärmewende. Sie ermöglichen zudem die Nutzung von Energiequellen wie Abwasserwärme oder Biomasse, die in Einzelheizungen nicht verwendet werden.

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden Gebiete mit durchschnittlichen Wärmeliniendichten von mehr als 3.000 kWh/(m a) identifiziert. Dies lässt sich insbesondere durch die dichte und zusammenhängende Bebauung mit überwiegend älteren Gebäuden begründen. Gebiete mit hohen Wärmedichten bieten bessere wirtschaftliche Bedingungen für Wärmenetze, da hier größere Wärmemengen pro Trassenabschnitt transportiert und abgegeben werden und die Infrastruktur somit gut ausgelastet ist. Entscheidend ist dabei auch, wie viele Gebäude entlang der Trassen angeschlossen werden, wie aufwändig die Verlegung ist, wo Standorte für Heizzentralen möglich sind und welche Erzeugungspotenziale genutzt werden können. In vielen Gebäuden gibt es zudem Einschränkungen bei der Umstellung auf erneuerbare Wärmeerzeugung, beispielsweise aufgrund von Platzmangel für Geothermiebohrungen, Aufstellmöglichkeiten für Luft-Wärmepumpen oder verfügbarem Raum im Gebäude für Pelletheizungen. Gebiete, welche die Kriterien für eine Nutzung von Wärmenetzen nicht erfüllen, sollen zukünftig dezentral mit Wärmepumpen oder Biomasse versorgt werden. Durch die Kombination dieser Ansätze wird ein robustes, flexibles und umweltfreundliches Wärmenetz geschaffen, das den unterschiedlichen Anforderungen und Gegebenheiten der verschiedenen Gebiete gerecht wird.

Finales Zielszenario

Das finale Zielszenario stellt den Endzustand einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung dar und dient damit als Vorlage und Orientierung für eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung in der VG Annweiler am Trifels.

Das entwickelte Zielszenario wurde im Rahmen eines 3-stündigen Workshops mit allen relevanten lokalen Akteuren besprochen. Es wurde anhand der algorithmisch berechneten Eignungsgebiete für Fernwärme ein Vorschlag des Zielszenarios präsentiert und eine Übersicht der bisherigen Ergebnisse gegeben. Dieses wurde anhand eines kartografischen Abbilds mit ausgewiesenen zentralen und dezentralen Versorgungsgebieten vorgestellt. Die Teilnehmer diskutierten über die Eignung und Umsetzbarkeit der vorgeschlagenen Wärmeversorgung in den jeweiligen Eignungsgebieten. Dabei wurden Änderungsvorschläge seitens der lokalen Akteure berücksichtigt und diese direkt in das finale Zielbild mit einbezogen. Das daraus resultierende Ergebnis war eine kartografische Darstellung der Prüfgebiete einer zentralen Wärmeversorgung sowie dezentraler Fokusgebiete in der VG Annweiler am Trifels. Diese wurden im Nachgang an den Workshop nochmals mit den Ingenieuren und dem Projektteam der Verwaltung bewertet und die Fokusgebiete für die Ausweisung von Wärmenetzprüfgebieten und Prüfgebieten für Mikronetze definiert.

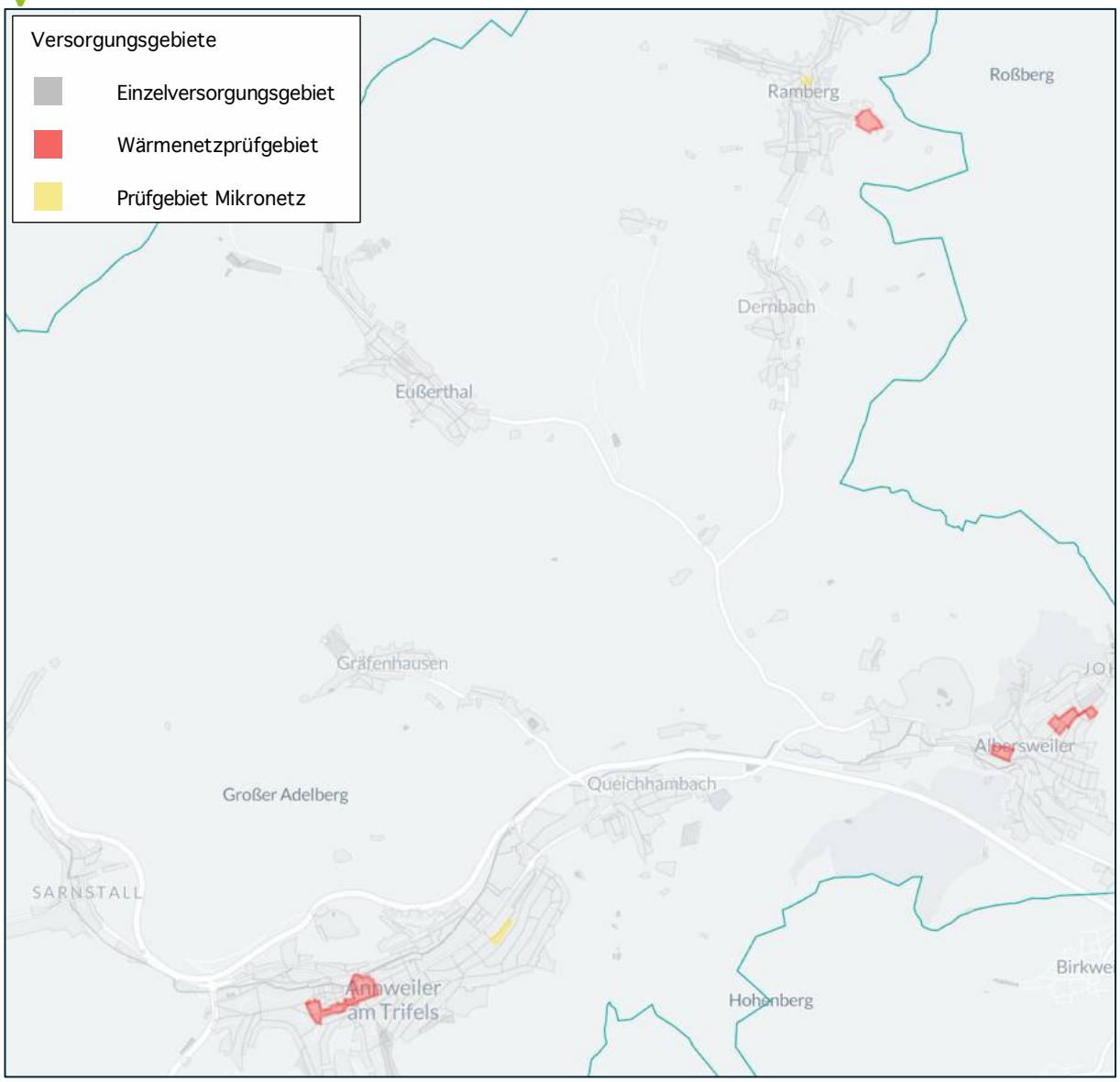


Abbildung 42: Kartographisches Abbild des Zielszenarios (Ausschnitt mit Wärmenetz- und Mikronetzprüfgebiete)

Das Gebiet um die VG-Verwaltung und den Stadtkern der Stadt Annweiler am Trifels wurden als ein Fokusgebiet zur Prüfung einer zentralen Wärmenetzversorgung identifiziert. Weitere Potenziale zur Umstellung der Wärmeversorgung des Verwaltungsgebäudes sind bereits in Bearbeitung. Weitere Fokusgebiete in der Betrachtung der Wärmenetzprüfgebiete wurden im Schulzentrum an der Löwensteinhalle in der Ortsgemeinde Albersweiler und im Neubaugebiet am Ohlsbach in der Ortsgemeinde Ramberg identifiziert. Für eine langfristige, wirtschaftlich und ökologisch sinnvolle Perspektive ist es ratsam, den Aufbau eines Wärmenetzes in einem Gebiet zu beginnen und dieses bei Bedarf eines weiteren Ausbaupotenzials zu vergrößern. Da die Erweiterung bestehender Netze mit bereits vorhandener Wärmeerzeugung in der Regel einfacher ist als der Neuaufbau einer Wärmeversorgung, wird dies auch in der VG Annweiler am Trifels angestrebt. Zudem bieten sich kommunale Gebäude gut als Ausgangspunkt solcher Netze an, da sie im Eigentum der Kommune sind und damit aktiv beplant werden können.

Neben den oben genannten Fokusgebieten wurden weitere Wärmenetzprüfgebiete und Prüfgebiete für Mikronetze ausgewiesen. Diese befinden sich ebenfalls in der Stadt Annweiler am Trifels (Prüfgebiet Mikronetz Neukastellstraße), in der Ortsgemeinde Albersweiler (Wärmenetzprüfgebiet Hauptstraße – Kanalstraße) und der Ortsgemeinde Ramberg

(Ramburghalle und Feuerwehr). Die spezifischen Energieträger dieser Gebiete werden im Rahmen der Wärmewendestrategie definiert und anhand von Maßnahmen erläutert.

Für die restlichen Gebiete der VG Annweiler am Trifels wird jeweils ein Gebietszusammenhang betrachtet, der für eine dezentrale Versorgung geeignet ist. Diese Regionen sind durch eine geringere Wärmeliniendichte geprägt. Ebenso fallen in diesen Bereich auch Außenbereiche mit einer hohen internen Wärmeliniendichte, aber ohne eigenes Erzeugungspotenzial, die nur über lange Zuleitungen mit Wärmenetzen versorgt werden könnten. Die spezifischen Energieträger dieser Gebiete werden im Rahmen der Wärmewendestrategie definiert und anhand von Maßnahmen erläutert.

Neben den im Wärmeplan ausgewiesenen Wärmenetzprüfgebieten wurden im Workshop weitere identifiziert, die jedoch für den vorliegenden Wärmeplan mit einer niedrigeren Priorität eingestuft wurden. Diese werden als zukünftig zu betrachtende Wärmenetzprüfgebiete in einer Fortschreibung des Wärmeplans erneut untersucht und dann ggf. als weiteres Wärmenetzprüfgebiet ausgewiesen. Die Priorisierung der Fokusgebiete erfolgte im Austausch mit den zuständigen Ingenieuren und dem Projektteam der Verbandsgemeindeverwaltung. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass weitere Prüfgebiete zukünftig relevant werden könnten, die sich direkt an ein derzeit ausgewiesenes Prüfgebiet anschließen, sollte es hier zur Umsetzung eines Wärmenetzes kommen. Gründe für einen Ausschluss möglicher Prüfgebiete als Fokusgebiete dieser Wärmeplanung ergeben sich unter anderem aus der Gebäudestruktur (Ein- oder Mehrfamilienhäuser), wobei Einfamilienhäuser eher auf eine schlechtere Eignung für Wärmenetze hinweisen, da hier weniger Haushalte durch einen Anschluss versorgt werden. Außerdem können sich Gründe für die Depriorisierung aus einem Fehlen geeigneter Flächen für eine Heizzentrale, langen Wege zwischen den anzuschließenden Gebäuden oder fehlender größerer Abnehmer in diesem Gebiet ergeben. Die Gebiete, die für eine spätere Betrachtung identifiziert wurden, sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

Abbildung 43: Zukünftige Wärmenetzprüfgebiete und Mikronetzprüfgebiete in der VG Annweiler am Trifels, die im Zielszenarienworkshop identifiziert wurden

3.3.3. Zielbild 2040

Sanierungsrate von ca. 1,6%

Die aktuelle Gebäudesanierungsrate in Deutschland beträgt 0,8 %. Unter Berücksichtigung vorhandener lokaler Fachkräfte sowie dem verfügbaren Kapital wurde in Abstimmung mit dem Lenkungskreis und der Fachgruppe die jährliche Sanierungsrate für das Gebiet der VG Annweiler am Trifels auf 1,6 % festgelegt. Dies bedeutet eine Verdoppelung der bisherigen Sanierungsaktivitäten auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde.

Der Fokus liegt dabei auf der Sanierung von Gebäuden mit der niedrigsten Energieeffizienz, um schnellstmöglich signifikante Verbesserungen zu erzielen. Dadurch kann die energetische Qualität der Gebäude in der VG Annweiler am Trifels auch langfristig erheblich gesteigert werden. Bis zum Jahr 2040 sollen dadurch fast 26 % (25,6 %) der Gebäude auf dem Verbandsgemeindegebiet die Anforderungen der Effizienzklassen A+ bis D erfüllen. Dies bedeutet, dass die meisten Gebäude energetisch auf einem sehr hohen Niveau liegen werden. Diese energetische Verbesserung führt zu einer signifikanten Reduzierung des Energieverbrauchs für die Bürgerinnen und Bürger in der VG Annweiler am Trifels und unterstützt die VG gleichzeitig dabei, die Reduktionsziele zu erfüllen.

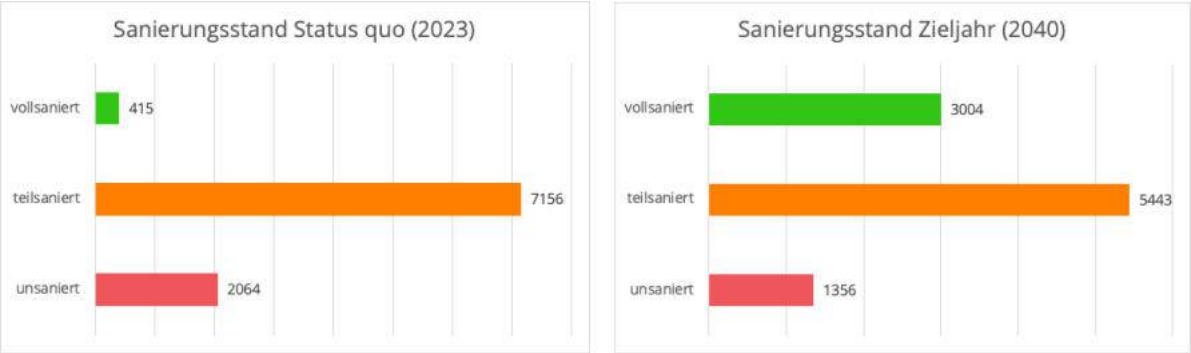


Abbildung 44: Entwicklung der sanierten Gebäude bis zum Zieljahr bei einer Sanierungsrate von ca. 1,6 % (nur wärmeversorgte Gebäude)

Für die Sanierung der Gebäude wurden verschiedene Parameter zugrunde gelegt, über die die zu sanierenden Gebäude bis zum Zieljahr festgelegt wurden. Die Sanierungsrate wurde dabei flächendeckend über das gesamte Verbandsgemeindegebiet angewendet. Vorwiegend wurden Gebäude saniert, deren Sanierungspotenzial 60 % oder höher betrug. Grund für diese Auswahl liegt darin, dass Gebäude mit einem hohen Sanierungspotenzial aktuell auf keinem guten energetischen Stand sind und das Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfs dementsprechend sehr hoch ist. Des weiteren wurden hauptsächlich Gebäude ab dem Baujahr 1950 oder 1979 für die Sanierungen betrachtet, da die Wahrscheinlichkeit, dass sehr alte Gebäude unter Denkmalschutz stehen, hoch ausfällt und die erste Wärmeschutzverordnung im Jahr 1978 in Kraft getreten ist. Als ein weiterer Faktor für die Betrachtung der flächendeckenden Gebäudesanierung über das gesamte Verbandsgemeindegebiet wurde die Gebäudenutzung herangezogen. Überwiegend wurden Gebäude des privaten Sektors, des Gewerbes und der kommunalen Einrichtung sowie gemischter Nutzung in die Analyse mit einbezogen.

Es ist anzumerken, dass die im Zielszenario und den Zwischenjahren über die Sanierungsrate veränderten Gebäude nicht zwangsläufig die tatsächlich in den kommenden Jahren zu

sanierenden Gebäuden entsprechen. Vielmehr diente das Vorgehen einer Einschätzung des Zukunftsbildes hinsichtlich der Reduktion des Wärmebedarfs, die sich hauptsächlich durch energetisch optimierte Gebäude ergibt. Dabei ist es nur sinnvoll, bei den energetisch schlechten Gebäuden anzusetzen und diese als erstes zu sanieren.

Ermittlung der zukünftigen Wärmeerzeugung

Der zukünftige Wärmebedarf der VG Annweiler am Trifels im Jahr 2040 zeigt eine Umstellung von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energien. Insgesamt werden ca. 3,2 % des Wärmebedarfs durch ein Kaltes Fernwärmenetz (Geothermie in Kombination mit Ökostrom-Wärmepumpen) gedeckt. Weitere Wärmenetzgebiete sollen durch Großwärmepumpen abgedeckt werden. Diese werden in der Abbildung der Wärmebedarfsverteilung nach Energieträgern allerdings nicht den Wärmenetzen, sondern der Kategorie „Wärmepumpe (Ökostrom) zugeordnet und sind damit grafisch nicht von den Einzelversorgungsanlagen dieser Kategorie zu trennen. In Gebieten, die sich nicht oder nur eingeschränkt für ein Wärmenetz eignen, muss die Umstellung auf eine klimafreundliche Wärmeerzeugung dezentral erfolgen. Diese Gebiete werden als „Einzelheizungsgebiete“ bezeichnet, in denen die Gebäude auch zukünftig mit eigenen, durch erneuerbare Quellen betriebenen Heizsystemen versorgt werden müssen. Der Wärmebedarf durch dezentrale Versorgung wird mit einem Anteil von 78,5 % durch Wärmepumpen gedeckt, während 5,8 % über weitere Stromheizungen abgedeckt werden (5,8 %) und 12,6 % durch Biomasse (Holzpellets und Scheitholz).

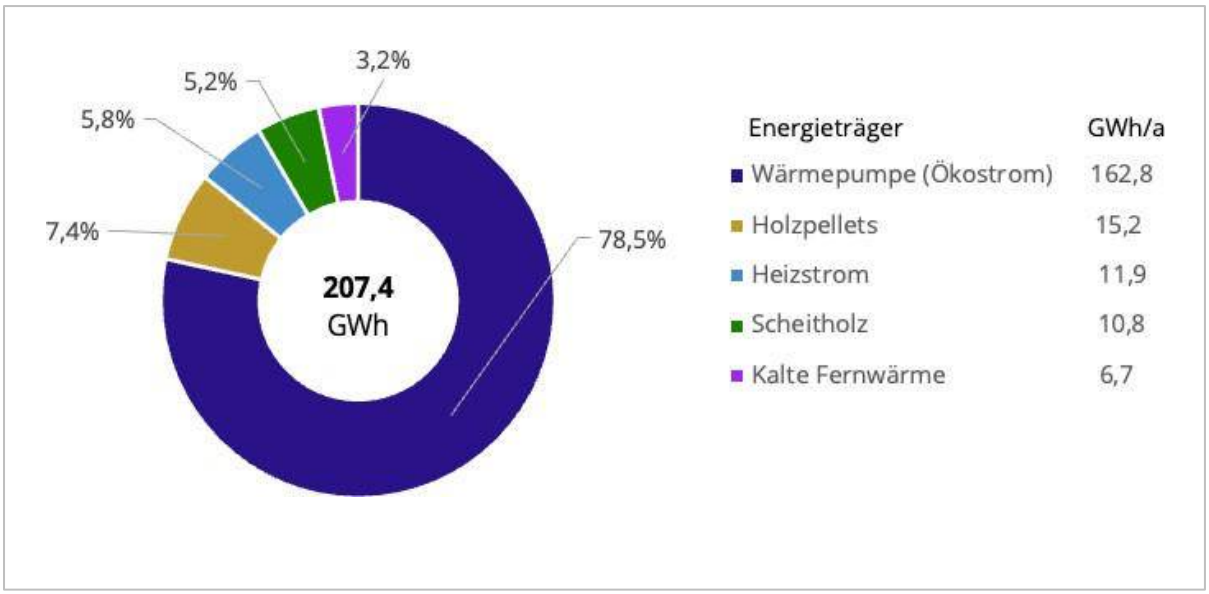


Abbildung 45: Wärmebedarf im Jahr 2040

Um den Wärmebedarf zu decken, werden im Jahr 2040 unterschiedliche regenerative Heizsysteme eingesetzt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Anzahl der verbauten Heizsysteme und deren prozentuale Verteilung im Zieljahr. Betrachtet werden lediglich die wärmeversorgten Gebäude. 1,6 % werden zentral über eine Kaltes Fernwärmenetz abgedeckt, was insgesamt 158 Gebäuden entspricht. Die dezentralen Heizsysteme gliedern sich in Wärmepumpen (76,2 %), Heizstrom (5,8 %) und Biomasse, die sich in Holzpellets, Scheitholz und sonstige Biomasse aufgliedern lässt (16,4 %).

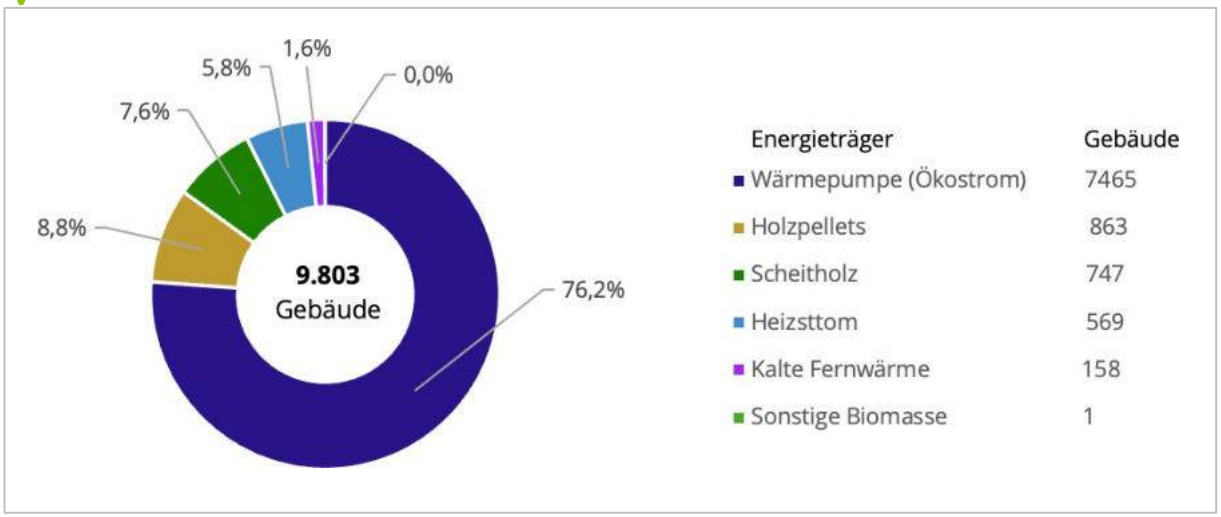


Abbildung 46: Versorgungsart der Gebäude im Jahr 2040 (nur wärmeversorgte Gebäude)

Wärmepumpen bilden neben Wärmenetzen die Schlüsselkomponente der Energiewende. Sie nutzen Strom, um Wärme aus der Umwelt zu entziehen und auf das erforderliche Temperaturniveau für die Gebäudenutzung zu bringen. Dabei können, abhängig von den örtlichen Gegebenheiten, unterschiedliche Wärmequellen genutzt werden. Wenn die Installation einer Wärmepumpe auf dem jeweiligen Grundstück möglich ist, kann entweder eine Luft-Wärmepumpe oder eine Erd-Wärmepumpe (Geothermie) genutzt werden. Ist dies nicht möglich, wird ein Biomassekessel als Wärmeerzeugungstechnologie angenommen.

Diese Einteilung ist jedoch nicht als Vorgabe für ein einheitliches Vorgehen innerhalb der Eignungsgebiete gedacht und stellt auch keine endgültigen Rahmenbedingungen oder Begrenzungen dar. Im weiteren Verlauf sind Änderungen und Konkretisierungen unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher, kapazitiver und sozialer Aspekte zu erwarten.

Aufzeigen von Entwicklungspfaden

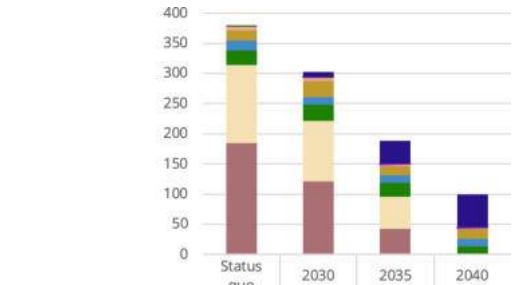
Auf Grundlage der zugewiesenen Wärmeerzeuger aller Gebäude wird der Energieträgermix für die VG Annweiler am Trifels im Zieljahr 2040 berechnet. Dieser Mix zeigt anhand der Stützjahre 2030 und 2035 die Entwicklungspfade der zukünftigen Energieträger zur Wärmeversorgung aller Gebäude in der VG auf.

Zunächst wurde jedem Gebäude in der VG Annweiler am Trifels ein Energieträger zugewiesen. Anschließend wurde der Endenergiebedarf basierend auf dem Wirkungsgrad des jeweiligen Wärmeerzeugers und dem Wärmebedarf berechnet. Der Endenergiebedarf aller Gebäude wird berechnet, indem man den Wärmebedarf im Zieljahr durch den thermischen Wirkungsgrad der Heizgeräte teilt.

Es zeigt sich ein Übergang von fossilen zu nachhaltigen Energieträgern in der Zusammensetzung des Endenergiebedarfs. Durch die fortschreitenden Sanierungen sinkt zudem der gesamte Wärme- sowie Endenergiebedarf.

Im Jahr 2040 beträgt der Endenergiebedarf der VG Annweiler am Trifels insgesamt 99,3 GWh pro Jahr. Davon werden 1,7 GWh über Wärmenetze gedeckt, 66,2 GWh über Wärmepumpen und Strom, 17,9 GWh über Holzpellets und 13,5 GWh über Scheitholz. Die Veränderung der Energiesysteme führt langfristig bis zum Zieljahr dazu, dass fossile Energieträger wie Öl, Gas, Flüssiggas und Kohle vollständig ersetzt werden (Abbildung 47). Erneuerbare Energieträger wie

Strom, Nah- und Fernwärme sowie Holzpellets werden sich hingegen bis zum Zieljahr vervielfältigen.



	Status quo	2030	2035	2040
Wärmepumpe (Ökostrom)	0	8,7	38,7	54,3
Kalte Fernwärme	0	0,6	1,5	1,7
Steinkohle	0,2	0,2	0,1	0,0
Wärmepumpe (Strommix)	0,5	0,3	0,0	0,0
Flüssiggas	7,3	5,4	1,4	0,0
Holzpellets	16,4	27,2	16,0	17,9
Heizstrom	15,7	12,7	12,2	11,9
Scheitholz	24,5	26,6	23,6	13,5
Erdgas	128,8	99,7	53,0	0,0
Heizöl	185,1	121,4	42,3	0,0

	Differenz zw. Status quo und Zieljahr)	Reduktion Endenergiebedarf in GWh/a
Gesamt		-279,2
Wärmepumpe (Ökostrom)	0,0%	54,3
Kalte Fernwärme	0,0%	1,7
Steinkohle	-100,0%	-0,2
Wärmepumpe (Strommix)	-100,0%	-0,5
Flüssiggas	-100,0%	-7,3
Holzpellets	9,1%	1,5
Heizstrom	-24,2%	-3,8
Scheitholz	-44,9%	-11,0
Erdgas	-100,0%	-128,8
Heizöl	-100,0%	-185,1

Abbildung 47: Entwicklung des Endenergiebedarfs der VG Annweiler am Trifels nach Energieträgern vom Status quo bis zum Zieljahr

Strombedarf für Wärmeerzeugung

Der Strombedarf für die Wärmeerzeugung ist ein entscheidender Faktor für die Energiewende, da er die Grundlage für eine klimafreundliche und nachhaltige Energieversorgung bildet. Eine ausreichende und erneuerbare Stromversorgung ist notwendig, um die Wärmeversorgung auf umweltfreundliche Technologien wie Wärmepumpen umzustellen. Trotz einer Reduzierung des Wärmebedarfs und des Endenergiebedarfs ist durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen ein wesentlicher Anstieg des Strombedarfs im Zieljahr zu erwarten.

Zusammensetzung der Nah- und Fernwärmeerzeugung

Die Zusammensetzung der Energieträger für die zukünftige Erzeugung von Nah- und Fernwärme in der VG Annweiler am Trifels wird ausschließlich durch den Betrieb von neuen Wärmenetzen bestimmt. Die Wärmeversorgung der Netzgebiete wird im Zieljahr entweder durch Geothermie oder Großwärmepumpen abgedeckt.

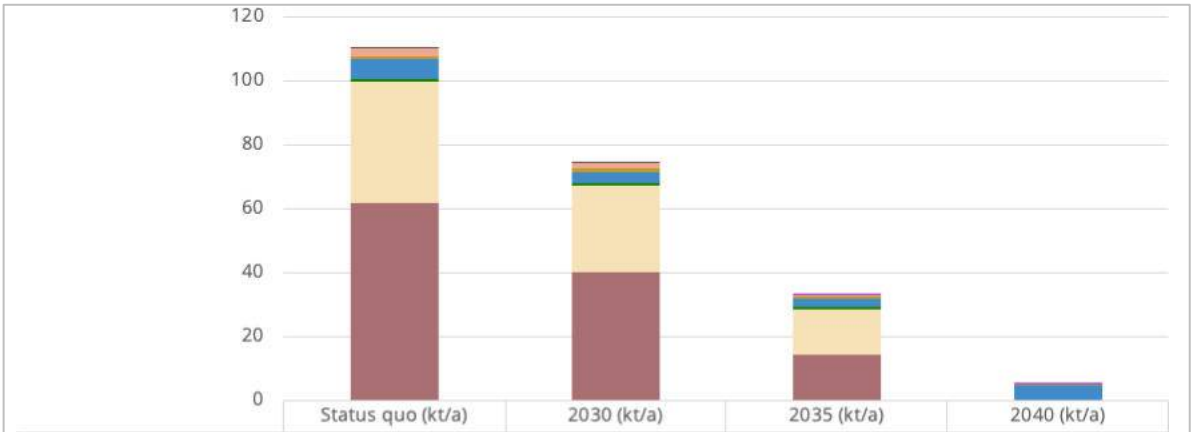
Besonders die Transformationspläne der Wärmenetzbetreiber sowie die in den Maßnahmen vorgeschlagene Transformationsstrategie der kommunalen Energieinfrastruktur werden die zukünftige Zusammensetzung der Nah- und Fernwärmeerzeugung zur Erreichung der Treibhausgasneutralität definieren, sodass diese nach heutigem Stand nicht final bestimmt werden können.

Bestimmung der Treibhausgasemissionen

Die geplanten Änderungen in der Zusammensetzung der Energieträger betreffen vor allem den schrittweisen Rückgang von Erdgas und Heizöl zugunsten von Nah- und Fernwärme sowie Strom. Diese Anpassungen, kombiniert mit der Nutzung neuer Energieträger für die Erzeugung von Nah- und Fernwärme, werden zu einer kontinuierlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen führen.

Durch die Umstellung auf eine emissionsärmere Verteilung der Energieträger ohne fossile Brennstoffe könnten die CO_2-Emissionen von ursprünglich rund 111.400 Tonnen CO_2-Äquivalent pro Jahr auf etwa 5.600 Tonnen CO_2-Äquivalent pro Jahr reduziert werden. Die Berechnung der CO_2-Emissionen erfolgte auf Basis der CO_2-Emissionswerte aus dem Technikkatalog der KEA BW (KEA-BW, 2020).

Im prognostizierten Szenario kann somit eine Reduktion von etwa 95 % bis zum Zieljahr 2040 erreicht werden. Die Restemissionen sind beispielsweise auf den Bau von PV-Anlagen oder Wärmepumpen zurückzuführen, wodurch ebenfalls CO_2-Emissionen anfallen. Dieses Restbudget muss entweder kompensiert oder durch weitere technische Maßnahmen im kommunalen Klimaschutz ausgeglichen werden (KEA-BW, 2020). Dies steht im Einklang mit dem Klimaschutzgesetz, wie von der KEA-BW bestätigt.



	Status quo (kt/a)	2030 (kt/a)	2035 (kt/a)	2040 (kt/a)
Wärmepumpe (Ökostrom)	0	0	0	0
Kalte Fernwärme	0	0	0,5	0,6
Steinkohle	0,1	0,1	0,1	0
Wärmepumpe (Strommix)	0,2	0,1	0	0
Flüssiggas	2,2	1,6	0,4	0
Holzpellets	0,8	1	0,8	0,4
Heizstrom	6,3	3,6	2,4	4,4
Scheitholz	1,1	0,9	0,8	0,3
Erdgas	37,8	27	14,4	0
Heizöl	62	40,2	14,2	0

Abbildung 49: Entwicklung der THG-Emissionen der VG Annweiler am Trifels nach Energieträgern vom Status quo bis zum Zieljahr

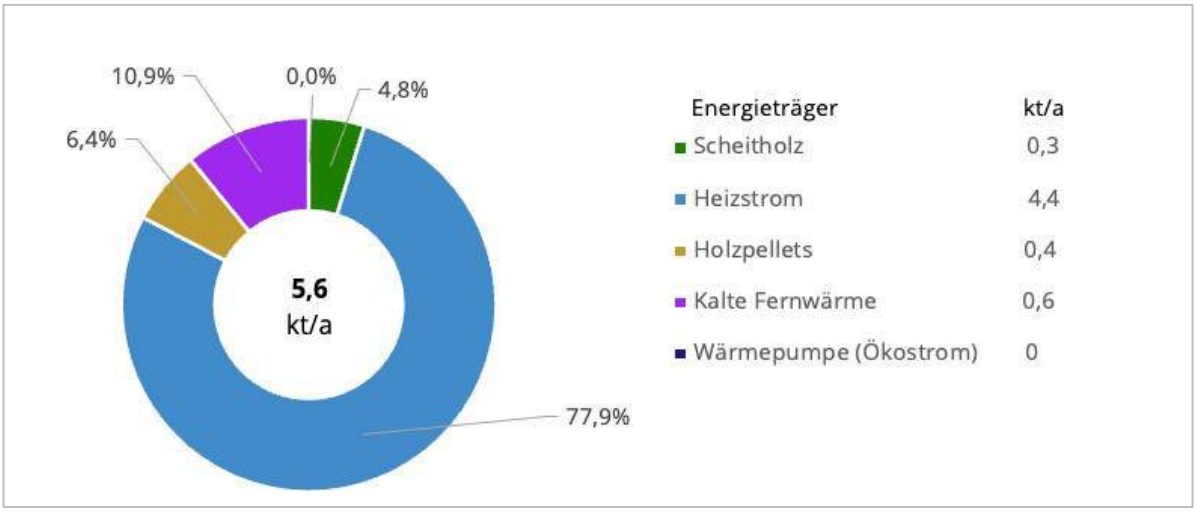


Abbildung 48: THG-Emissionen nach Energieträgern im Jahr 2040

Zusammenfassung des Zielszenarios

Zusammenfassend zeigt die Simulation des Zielszenarios, dass bis 2040 eine umfassende Umstellung der Wärmeerzeugung nötig ist, um den Gesamtwärmeverbrauch und die Treibhausgasemissionen in der VG Annweiler am Trifels langfristig zu reduzieren. Dies kann nur durch eine vollumfängliche Sanierung der Gebäude erfolgen. Entsprechend wurde für die VG Annweiler am Trifels ein moderat-optimistischer Sanierungspfad mit einer Sanierungsrate von **1,6 %** und einem Fokus auf Gebäude mit der niedrigsten Energieeffizienz angenommen.

Zudem wurden Prüfgebiete für Wärmenetze, Mikronetze und dezentral versorgte Gebiete ausgewiesen. Die Bereiche „VG-Verwaltung und Stadtkern“ in der Stadt Annweiler am Trifels, „Schulzentrum“ in Albersweiler und „Neubaugebiet Ramberg“ in Ramberg wurden als Fokusgebiete zur Prüfung für eine zentrale Wärmeversorgung klassifiziert. Darüber hinaus wurde das Gebiet „Hauptstraße – Kanalstraße“ in der Ortsgemeinde Albersweiler als Wärmenetzprüfgebiet ausgewiesen. Prüfgebiete für Mikronetze wurden in der Stadt Annweiler im Gebiet „Neukastellstraße 2-16“ und in der Ortsgemeinde Ramberg „Ramburghalle und Feuerwehr“ identifiziert. Diese Gebiete werden im Rahmen der Maßnahmenbetrachtung detaillierter betrachtet und tiefer beleuchtet.

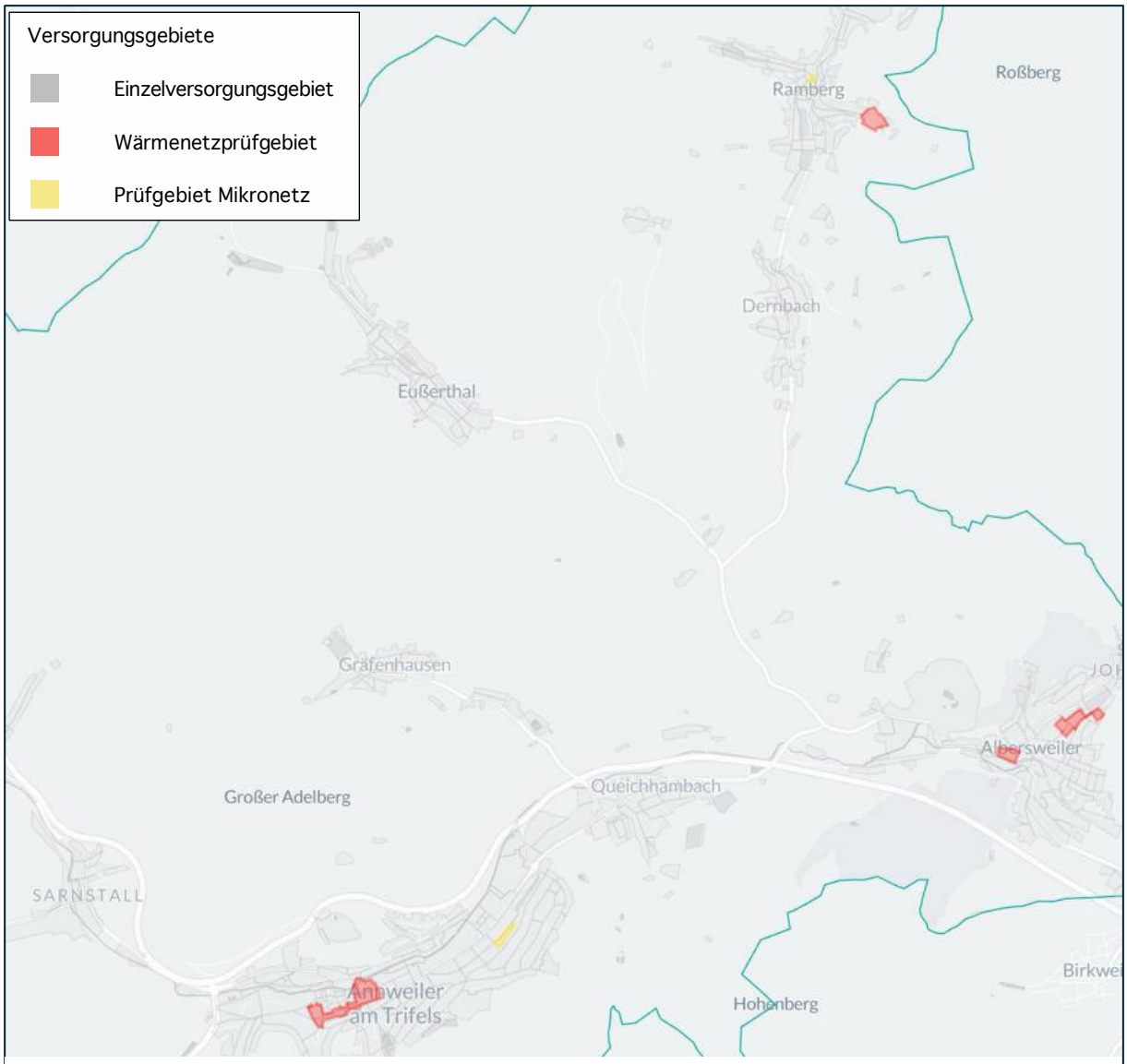


Abbildung 50: Kartographisches Abbild des Zielszenarios (Ausschnitt mit Wärmenetz- und Mikronetzprüfgebiete)

Um dieses Zielszenario zu erreichen, muss der Wärmebedarf in der VG Annweiler am Trifels bis 2040 um etwa 34 % gesenkt werden. Dies erfordert umfassende energetische Sanierungen der Gebäude, weshalb eine jährliche Sanierungsrate von 1,6% pro Jahr angesetzt ist. In der zukünftigen Heizlandschaft werden einige Gebäude zentral über ein Wärmenetz versorgt (ca. 1,6 %). Darüber hinaus werden 76,2 % der Gebäude dezentral mit Wärmepumpen beheizt, 5,8 % mit Heizstrom und 16,4 % der Heizanlagen mit Biomasse (Holzpellets und Scheitholz). Diese Angaben beziehen sich auf den Anteil der Gebäude innerhalb der VG Annweiler am Trifels, die wärmeversorgt sind.

Die CO_2-Emissionen können im Vergleich zu den aktuellen Emissionen um 95 % gesenkt werden. Trotz dieser Bemühungen bleibt eine Restemission von 5.600 tCO_2 im Jahr 2040 aufgrund des Ausbaus erneuerbarer Energien, wodurch ebenfalls CO_2-Emissionen anfallen.

3.4. Wärmewendestrategie

3.4.1. Ziele & Vorgehensweise

Im Anschluss an die Entwicklung der Zielszenarien wird eine Wärmewendestrategie inklusive eines Maßnahmenkatalogs zur Umsetzung entwickelt. Die Wärmewendestrategie bietet einen Ansatz zur Dekarbonisierung des Wärmesektors und ist in verschiedene zeitliche Phasen unterteilt. Sie unterscheidet zwischen kurzfristigen Zielen, die sofort oder innerhalb der nächsten fünf Jahre umgesetzt werden sollen, und langfristigen Zielen, die innerhalb der nächsten zehn Jahre oder bis zum festgelegten Zieljahr erreicht werden sollen. Diese Strategie dient als Leitfaden für die Implementierung nachhaltiger Wärmelösungen und legt die Grundlage für langfristige Entwicklungen. Das Ziel ist es, einen nahtlosen Übergang zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu gewährleisten. Im Rahmen der Maßnahmenableitung wird ebenfalls eine grobe finanzielle Einschätzung bezüglich einzelner Maßnahmen gegeben. Diese muss in tiefergehenden Machbarkeitsstudien weiter untersucht und präzisiert werden.

ERGEBNIS: Umsetzungsstrategie, die den Weg zu einer treibhausgasneutralen Energieversorgung anhand ausgewählter Maßnahmen aufzeigt

Der Prozess von der Erstellung der Wärmewendestrategie bis zur Ableitung eines Transformationspfad auf Basis der priorisierten Handlungsmaßnahmen gliedert sich in vier Prozessschritte:

Ableitung einer Wärmewendestrategie

- Zusammenfassung der Ergebnisse der Zielszenarien in übergeordneten Handlungsfeldern
- Festlegung von 3-4 übergeordneten Zielen, die als Basis einer Strategie für die nächsten 5 Jahre definiert werden

Entwicklung von Maßnahmen

- Ableitung möglicher Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, Reduzierung des Wärmeenergiebedarfs und Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in ausgewiesenen Versorgungsgebieten
- Formulierung von Maßnahmensteckbriefen für die abgeleiteten Maßnahmen

Identifikation von drei Fokusgebieten

- Festlegung von drei Fokusgebieten, die bezüglich einer klimafreundlichen Wärmeversorgung kurz- und mittelfristig prioritär zu behandeln sind
- Priorisierung der Maßnahmenvorschläge für die sukzessive Umsetzung

Entwicklung eines Transformationspfads

- Erarbeitung von Umsetzungsskizzen für mittel- und langfristige Maßnahmen inkl. Wirtschaftlichkeitsberechnung und der Erläuterung des methodischen Vorgehens
- Durchführung eines Kostenvergleichs für angedachte typische Versorgungslösungen
- Festlegung spezifischer Schritte und Meilensteine sowie Entwicklung eines Zeitplans für die Umsetzung der priorisierten Maßnahmen

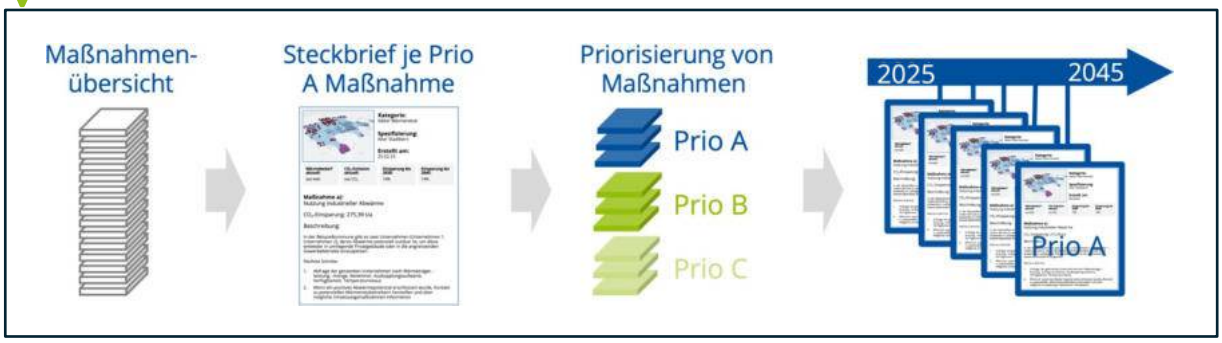


Abbildung 51: Prozess der Maßnahmenplanung und -priorisierung

Abbildung 52: Überblick Vorgehen Wärmewendestrategie

3.4.2. Erkenntnisse der Wärmewendestrategie

Ableitung einer Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie in der VG Annweiler am Trifels fußt auf fünf Säulen:

1. Wärmenetzprüfgebiete: Prüfung des Auf- und Ausbaus der Wärmenetze und Mikrowärmenetze
2. Sanierung Gebäudehüllen: Sanierungsmaßnahmen von ca. 1,6 % der Gebäude pro Jahr zur Reduzierung des Energieverbrauchs
3. Heizungstausch: Umstellung von Heizungssystemen und Hybridlösungen auf klimafreundliche Anlagen
4. Organisatorische Maßnahmen: Integration der kommunalen Wärmeplanung in den Verwaltungsablauf und Zusammenarbeit mit relevanten Akteuren
5. Aufklärung der Bürger: Unterstützung und Informierung zur Umstellung auf klimafreundliche, dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen

Die Wärmewendestrategie lässt sich in eine früh-, mittel- und langfristige Strategie unterteilen. Diese werden nachfolgend basierend auf den strategischen Säulen erläutert.

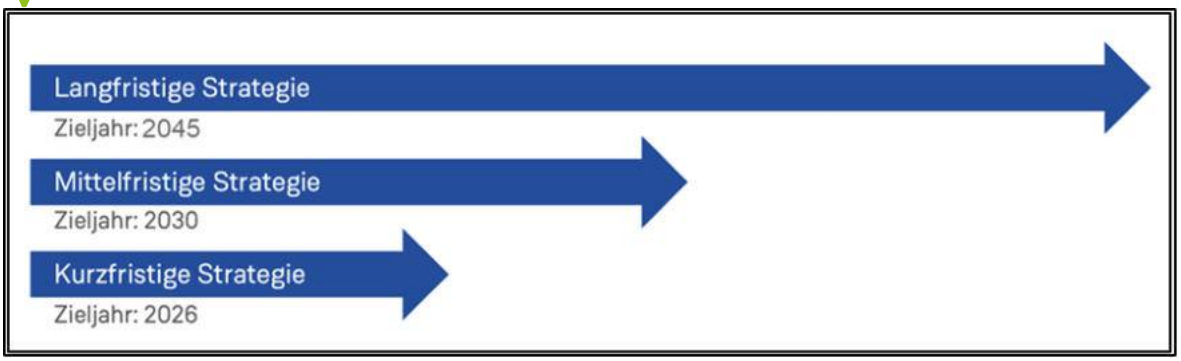


Abbildung 53: Zeitliche Strategieumsetzung

Bei Betrachtung der kurzfristigen strategischen Ziele sollte der Schwerpunkt darauf liegen, die Machbarkeit der Nah- und Fernwärmeversorgung in den Prüfgebieten der Wärmenetze zu evaluieren. Dies soll den Bewohner der VG Annweiler am Trifels frühzeitig Klarheit darüber verschaffen, ob und wann ein Wärmenetz in ihrer Straße verfügbar sein wird. Hierzu sind Machbarkeitsstudien zur Bewertung erneuerbarer Wärmequellen sowie zur Überprüfung der Verfügbarkeit zukünftiger Heizzentralenstandorte erforderlich. Geplant sind Machbarkeitsstudien für den Neubau von Wärmenetzen und Studien zur Erschließung weiterer Wärmequellen wie Solarthermie in Kombination mit Erdsondenfeldern. Nach Abschluss der Studien und positiver Bewertung der Eignungsgebiete soll die weitere Planung der potenziellen Wärmenetze erfolgen.

Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende in der VG Annweiler am Trifels hängt nicht nur von technischen Maßnahmen ab, sondern erfordert auch den Erhalt und die Stärkung geeigneter kommunaler Strukturen. Auch innerhalb der Verbandsgemeinde ist es wichtig, personelle Kapazitäten für das Thema Wärmewende bereitzustellen, um kontinuierliche Expertise und administrative Kapazitäten zu gewährleisten. Diese Ressourcen sind nicht nur für die Umsetzung, sondern auch für die fortlaufende Überwachung und Optimierung der Maßnahmen erforderlich.

Im Rahmen der mittelfristigen Strategie bis 2030 sollte die Sanierung der Gebäude bereits in Teilen erfolgt sein. Aufgrund der alten Gebäudestruktur in der VG Annweiler am Trifels stellt der wesentliche Bestandteil der Wärmewende die Sanierung des Gebäudebestands dar. Energetische Sanierungen mit einer angestrebten Sanierungsrate von etwa 1,6% pro Jahr sollen die Gesamteffizienz des Gebäudebestands signifikant verbessern. Dazu sind verschiedene Maßnahmen erforderlich, wie beispielsweise die Schaffung finanzieller Anreize und Förderprogramme für Hausbesitzer und Vermieter oder die Bereitstellung von Beratungs- und Informationsdiensten, um die Vorteile energetischer Sanierungen aufzuzeigen.

Die Erreichung der langfristigen Ziele bis 2040 könnte durch eine durchschnittliche Sanierungsrate von jährlich etwa 1,6 % erreicht werden. Die Umstellung der verbleibenden konventionellen Wärmequellen auf erneuerbare Energien sollte bis dahin abgeschlossen sein. Für Gebäude, die sich außerhalb der Eignungsgebiete für Wärmenetze befinden und voraussichtlich nicht an diese angeschlossen werden, basiert die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung vor allem auf der Nutzung von Wärmepumpen und Biomasseheizungen.

Entwicklung von Maßnahmen

Nachfolgend werden konkrete technische Ansätze, Implementierungsstrategien und Maßnahmen aufgezeigt, die zur Erreichung der Wärmewende erforderlich sind. Diese Maßnahmen basieren auf einer Analyse der Potenziale, der verfügbaren Technologieoptionen und der aktiven Einbindung wichtiger Stakeholder.

Die Auswahl der Maßnahmen stützt sich auf die Ergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse, die den zukünftigen Wärmebedarf, die bestehende Wärmeinfrastruktur und die verfügbaren Potenziale zusammenführte. Das Zielszenario und die in dem Rahmen abgeleiteten dezentralen und zentralen Wärmeversorgungsgebiete dienen als Grundlage für die Erstellung der spezifischen Maßnahmen. Diese sind in vier Kategorien untergliedert:

Icon	Beschreibung
	Wärmenetz
	Technische Maßnahmen
	Kommunikative Maßnahmen
	Organisatorische Maßnahmen

Tabelle 3: Kategorisierung der Maßnahmen

Innerhalb dieser Kategorien wurden insgesamt 19 konkrete Maßnahmen abgeleitet:

- Maßnahme 1: Wärmenetzprüfgebiet „VG-Verwaltung und Stadtkern“ in der Stadt Annweiler am Trifels (**Fokusgebiet**)
- Maßnahme 2: Wärmenetzprüfgebiet „Schulzentrum“ in Albersweiler (**Fokusgebiet**)
- Maßnahme 3: Wärmenetzprüfgebiet „Neubaugebiet Ramberg“ in Ramberg (**Fokusgebiet**)
- Maßnahme 4: Wärmenetzprüfgebiet „Hauptstraße - Kanalstraße“ in Albersweiler
- Maßnahme 5: Prüfgebiet Mikronetz „Neukastellstraße 2-16“ in der Stadt Annweiler am Trifels
- Maßnahme 6: Prüfgebiet Mikronetz „Ramburghalle und Feuerwehr“ in Ramberg
- Priorisierte Maßnahme 7: Energetische Sanierung im privaten Bereich
- Priorisierte Maßnahme 8: PV-Aufdachanlagen
- Maßnahme 9: Sanierung kommunaler Gebäude
- Maßnahme 10: Grüne Gase
- Maßnahme 11: Ausbau Erneuerbare Energien – PV-Freiflächenanlagen
- Priorisierte Maßnahme 12: Energiemanagement für kommunale Liegenschaften
- Priorisierte Maßnahme 13: Interkommunale Zusammenarbeit
- Priorisierte Maßnahme 14: Aufbau Flächenmanagement
- Maßnahme 15: Abgleich der Wärmeplanung mit Gas- und Stromnetzentwicklung
- Maßnahme 16: Implementierung der Wärmeplanung in den Verwaltungsablauf
- Priorisierte Maßnahme 17: Prüfung kommunaler Förderung von Bürgerschaft und Vereinen
- Maßnahme 18: Aufklärung der Bürgerinnen und Bürger
- Maßnahme 19: Öffentlich-private Partnerschaften und Kooperation

Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmen ausführlich im Rahmen eines Maßnahmensteckbriefs vorgestellt und detailliert erläutert. Jeder Wärmenetz- und Mikronetz-Maßnahme wurde eine geografische Verortung zugeordnet, ausgehend von den zuvor identifizierten Prüfgebieten.

Es erfolgt ein Überblick über die wichtigsten Kennzahlen sowie eine kurze Erläuterung der vorzunehmenden Maßnahme. Zudem wird ein grober Überblick über die zu erwartenden Kosten gegeben und Annahmen zu einem möglichen Projektplan getroffen. Je nach Umfang der Maßnahme wird diese nochmal detailliert erläutert sowie nächste Schritte und Verantwortlichkeiten aufgezeigt.

Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass mit zunehmendem zeitlichem Abstand die Unsicherheit in den Prognosen steigt, da viele Entwicklungen noch nicht genau vorhersehbar sind. Insbesondere bei der Bewertung der geplanten Einsparung der CO_2-Emissionen und den anfallenden Kosten. Durch die regelmäßige Aktualisierung der Wärmeplanung spätestens alle fünf Jahre können jedoch verbleibende Bereiche wie technische Entwicklungen oder die Anpassung der Kosten präzisiert und verfeinert werden.

Fokusgebiet VG Verwaltung und Stadtkern

Wärmenetzprüfgebiet

Kategorie
Wärmenetzprüfgebiet

Aktueller Wärmebedarf	Reduktion Wärmebedarf bis 2040	Aktuelle CO_2-Emission	Geplante Einsparung bis 2040
6,6 GWh	8 %	1,68 kt CO_2/Jahr	64 %

Kurzbeschreibung

Das Wärmenetzprüfgebiet umfasst die Verbandsgemeindeverwaltung, die Stadtwerke, den Hohenstaufensaal sowie die Altstadt entlang der Hauptstraße. Westlich/östlich schließen die perspektivischen Erweiterungsbereiche „Historischer Stadtkern“ und „Nördlich des Südrings“ an, die ggf. in einem zweiten Schritt an das Kerngebiet angebunden werden können. Ziel ist die vollständige Umstellung fossiler Wärmeerzeugung auf erneuerbare Systeme (4.-Gen. Niedertemperaturnetz oder bei kleinteiligen Strukturen ein Mikronetzverbund), flankiert von Sanierungsmaßnahmen an energetisch schwachen Gebäuden. An der VG-Verwaltung wurde bereits eine Geothermie-Erkundungsbohrung durchgeführt, die hydraulische Leistungsfähigkeit und die zulässigen Entzugsleistungen sind abzuwarten. Bei Eignung bietet sich eine zentrale Großwärmepumpe (bevorzugt geothermisch) mit Kurzzeitspeicher an; alternativ bzw. ergänzend sind Luft/Wasser-Wärmepumpe, Power-to-Heat für Spitzen/Backup und die Einbindung von PV zur netzdienlichen Fahrweise zu prüfen.

Erwartete Kosten (netto, Stand 2025)

Für das Prüfgebiet ist, je nach Trassenverlauf und Anschlussgrad, mit 1,5 bis 2,5 km Leitungsbau zu rechnen; bei 2.500 bis 4.000 €/lfm ergeben sich rund 3,8 bis 10 Mio. € für den Leitungsbau. Die Energiezentrale mit Großwärmepumpe für die Grundlast, etwa 3 bis 4 MW_{th}, plus PtH/Bio-Backup kostet circa 4,5 bis 12 Mio. €. Zusammen mit Planung und Nebenkosten von 10 bis 15 % ergibt sich eine Gesamtinvestition von etwa 8 bis 20 Mio. €. Bei BEW-Förderung sind Wärmegestehungskosten von etwa 14 bis 22 ct/kWh_{th} zu erwarten.

Erwarteter Aufwand

Für Vorbereitung und Ausführungsbegleitung ist ein laufender Koordinationsaufwand von rund **0,05 VZÄ** einzuplanen.

Machbarkeitsstudie	Planung und Bau	Betrieb
1 Jahr	4-5 Jahre	30-40 Jahre

Die Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW) unterstützt Machbarkeitsstudien sowie die Planung, den Bau und den Betrieb erneuerbarer Wärmenetze durch Zuschüsse zur Schließung von Wirtschaftlichkeitslücken. Eine Machbarkeitsstudie ist Voraussetzung für weiterführende BEW-Module und ermöglicht die belastbare Prüfung von Technik, Wirtschaftlichkeit, Transformationspfad und Förderquote.

Fokusgebiet Schulzentrum - Albersweiler

Wärmenetzprüfgebiet

Kategorie
Wärmenetzprüfgebiet

Aktueller Wärmebedarf	Reduktion Wärmebedarf bis 2040	Aktuelle CO_2-Emission	Geplante Einsparung bis 2040
993 MWh	23 %	390 t CO_2/Jahr	100 %

Kurzbeschreibung

Das Prüfgebiet liegt am nordöstlichen Ortsrand von Albersweiler und umfasst das Schulzentrum, die Löwensteinhalle sowie dazwischen liegende Wohngebäude. Ziel ist die Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Systeme und die schrittweise energetische Verbesserung schwächerer Gebäude. Technisch bietet sich ein niedertemperiertes Quartiersnetz der vierten Generation an, mit einer zentralen Großwärmepumpe, vorzugsweise mit Erdsonden, sofern genehmigungsfähig, alternativ als Luft Wasser Lösung in schalloptimierter Aufstellung. Ein Kurzzeitspeicher zur Lastglättung sowie Power to Heat für Spitzen und Reserve sind vorzusehen. Eine PV gekoppelte Betriebsweise ist anzustreben. Der Ausbau kann in Phasen erfolgen, beginnend mit Schule und Halle, danach die Anbindung benachbarter Wohngebäude.

Erwartete Kosten (netto, Stand 2025)

Je nach Trassenverlauf und Anschlussgrad ist mit rund 0,6 bis 1,0 Kilometer Leitungsbau zu rechnen. Unter innerörtlichen Bedingungen liegen die Trassenkosten bei rund 1,5 bis 3,5 Millionen Euro für die Leitungen. Die Energiezentrale mit Großwärmepumpe im Bereich 0,4 bis 0,6 MW thermisch, Kurzzeitspeicher sowie Power to Heat und Mess, Steuer und Regelung liegt typischerweise bei etwa 0,6 bis 1,8 Millionen Euro. Zuzüglich Planung und Nebenkosten ergibt sich eine Gesamtinvestitionsspanne von etwa 2,4 bis 5,1 Millionen Euro. Mit einer BEW-Förderung ist mit Wärmegestehungskosten in der Größenordnung von etwa 15 bis 23 Cent je Kilowattstunde thermisch zu rechnen.

Erwarteter Aufwand

Für Vorbereitung und Ausführungsbegleitung ist ein laufender Koordinationsaufwand von rund **0,05 VZÄ** einzuplanen.

Machbarkeitsstudie	Planung und Bau	Betrieb
1 Jahr	4 Jahre	30-40 Jahre

Die Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW) unterstützt Machbarkeitsstudien sowie die Planung, den Bau und den Betrieb erneuerbarer Wärmenetze durch Zuschüsse zur Schließung von Wirtschaftlichkeitslücken. Eine Machbarkeitsstudie ist Voraussetzung für weiterführende BEW-Module und ermöglicht die belastbare Prüfung von Technik, Wirtschaftlichkeit, Transformationspfad und Förderquote.

Fokusgebiet Neubaugebiet - Ramberg

Wärmenetzprüfgebiet

Kategorie
Wärmenetzprüfgebiet

Kurzbeschreibung

Das Neubaugebiet Ramberg liegt am östlichen Gemeinderand der Ortsgemeinde Ramberg. Mit einer Fläche von rund 1,7 ha ist die Errichtung von etwa 15 bis 20 Wohngebäuden plausibel. Technisch sinnvoll ist ein kleines Niedertemperaturnetz: entweder ein 5G-Anergienetz mit zentralem Niedertemperatur-Verteilkreis (10–30 °C), in den die Gebäude über Booster-Wärmepumpen eingebunden sind und der Sommerkühlung ermöglicht, oder ein kompaktes 4G-Netz mit zentraler Großwärmepumpe, Kurzzeitspeicher und Power to Heat für Spitzen. Der zu erwartende Jahreswärmebedarf liegt grob bei 180 bis 300 MWh, die Spitzenlast bei etwa 80 bis 120 kW.

Erwartete Kosten (netto, Stand 2025)

Für die Trasse sind, je nach Erschließung, rund 0,4 bis 0,8 km anzusetzen; bei einem Richtwert von 2.500 bis 3.500 Euro je Meter ergeben sich etwa 1,0 bis 2,8 Millionen Euro. Die Energiezentrale kostet beim 5G-Anergienetz mit zentralem Niedertemperatur-Verteilkreis samt Quellen und Pumpenstation etwa 0,2 bis 0,4 Millionen Euro; alternativ beim 4G-Netz mit zentraler Großwärmepumpe von rund 0,15 bis 0,25 MW thermisch, zuzüglich Speicher und Power to Heat, etwa 0,3 bis 0,6 Millionen Euro. Planung und Nebenkosten liegen bei etwa 10 bis 15 Prozent; insgesamt ergibt sich eine Größenordnung von rund 1,3 bis 3,2 Millionen Euro. Mit BEW-Förderung sind, je nach Jahresarbeitszahl, Auslastung und Strompreis, Wärmegestehungskosten von etwa 16 bis 24 Cent je Kilowattstunde thermisch zu erwarten.

Erwarteter Aufwand

Für Vorbereitung und Ausführungsbegleitung sowie die Kommunikation mit Projektentwickler und Eigentümer/-Innen ist ein laufender Koordinationsaufwand von rund **0,05 VZÄ** einzuplanen.

Machbarkeitsstudie	Planung und Bau	Betrieb
1 Jahr	5-x Jahre	30-40 Jahre

Für kleine Netze mit bis zu 16 Gebäuden (max. 100 Wohneinheiten) kommt zusätzlich zur BEW-Förderung die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) in Betracht. Diese Option ist besonders dann sinnvoll, wenn die Erweiterung überschaubar bleibt und wenige Nachbargebäude einbindet.

Wärmenetzprüfgebiet Hauptstraße – Kanalstraße - Albersweiler

Wärmenetzprüfgebiet

Kategorie
Wärmenetzprüfgebiet

Aktueller Wärmebedarf	Reduktion Wärmebedarf bis 2040	Aktuelle CO_2-Emission	Geplante Einsparung bis 2040
612,3 MWh	10 %	247 t CO_2/Jahr	100 %

Kurzbeschreibung

Das Wärmenetzprüfgebiet „Hauptstraße, Kanalstraße" liegt im Westen von Albersweiler, an der Queich und in Bahnhofsnähe. Es ist überwiegend durch Wohnhäuser geprägt. Der aktuelle Wärmebedarf beträgt rund 612 MWh pro Jahr soll perspektivisch auf etwa 551 MWh sinken. Als Maßnahme wird ein niedertemperiertes Quartiersnetz der vierten oder fünften Generation mit zentraler Wärmepumpe, Kurzzeitspeicher und Power-to-Heat für Spitzen angestrebt. Bei angenommenen 2 300 bis 2 700 Volllaststunden entspricht dies einer mittleren Leistung von etwa 0,23 bis 0,27 MW; die typische Spitzenlast liegt bei rund 0,45 bis 0,55 MW.

Erwartete Kosten (netto, Stand 2025)

Trasse je nach Verlauf voraussichtlich 0,30 bis 0,60 km, Richtwert 2 500 bis 4 000 €/m, daraus etwa 0,75 bis 2,40 Mio. € für die Leitungen. Energiezentrale mit Großwärmepumpe als Grundlast rund 0,25 bis 0,35 MW thermisch, zuzüglich Kurzzeitspeicher und Power to Heat, erfahrungsgemäß 1,5 bis 3,0 Mio. €/MW, somit etwa 0,38 bis 1,05 Mio. €. Planung und Nebenkosten 10 bis 15 Prozent. Insgesamt ergibt sich eine Größenordnung von etwa 1,3 bis 3,1 Mio. €. Bei BEW-Förderung sind, abhängig von Quelle, Jahresarbeitszahl und Strompreis, Wärmegestehungskosten von ungefähr 14 bis 22 ct je kWh thermisch zu erwarten.

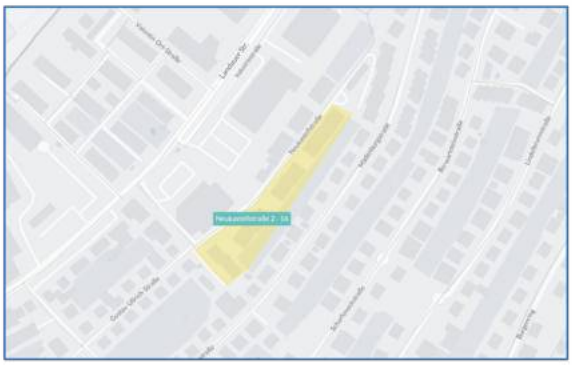
Erwarteter Aufwand

Für Vorbereitung und Ausführungsbegleitung ist ein laufender Koordinationsaufwand von rund **0,05 VZÄ** einzuplanen.

Machbarkeitsstudie	Planung und Bau	Betrieb
1 Jahr	3 Jahre	30-40 Jahre

Die Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW) unterstützt Machbarkeitsstudien sowie die Planung, den Bau und den Betrieb erneuerbarer Wärmenetze durch Zuschüsse zur Schließung von Wirtschaftlichkeitslücken. Eine Machbarkeitsstudie ist Voraussetzung für weiterführende BEW-Module und ermöglicht die belastbare Prüfung von Technik, Wirtschaftlichkeit, Transformationspfad und Förderquote.

Mikronetz Neukastellstraße – Annweiler am Trifels



Prüfgebiet Mikronetz

Kategorie
Prüfgebiet Mikronetz

Aktueller Wärmebedarf	Reduktion Wärmebedarf bis 2040	Aktuelle CO_2-Emission	Geplante Einsparung bis 2040
814 MWh	61 %	159 t CO_2/Jahr	100 %

Kurzbeschreibung

Das Mikronetzprüfgebiet „Neukastellstraße 2–16“ liegt zentral in Annweiler am Trifels, nahe Gewerbeflächen (Supermärkte, STABILA, Autohäuser und Kfz-Werkstätten). Im Fokus stehen mehrere Mehrfamilienhäuser. Der aktuelle Wärmebedarf beträgt etwa 814 MWh pro Jahr, perspektivisch rund 315 MWh pro Jahr. Technisch bietet sich ein niedertemperiertes Mikro- bzw. Quartiersnetz der vierten oder fünften Generation an, mit zentraler Wärmepumpe, Kurzzeitspeicher und Power to Heat für Spitzen; eine PV-gekoppelte Fahrweise ist anzustreben. Aus dem Bedarf ergeben sich, bei 2 300 bis 2 700 Volllaststunden, mittlere Leistungen von ungefähr 0,30 bis 0,35 MW; übliche Spitzen liegen bei etwa 0,5 bis 0,8 MW.

Erwartete Kosten (netto, Stand 2025)

Trasse je nach Verlauf etwa 0,25 bis 0,45 km, Richtwert 2 500 bis 4 000 €/lfm, somit rund 0,6 bis 1,8 Mio. €. Die Energiezentrale mit Großwärmepumpe als Grundlast, etwa 0,3 bis 0,5 MW thermisch, zuzüglich Kurzzeitspeicher und Power to Heat, liegt erfahrungsgemäß bei 1,5 bis 3,0 Mio. €/MW_{th}, entsprechend etwa 0,45 bis 1,5 Mio. €. Planung und Nebenkosten 10 bis 15 %. Insgesamt ergibt sich eine Größenordnung von ungefähr 1,6 bis 2,9 Mio. €. Bei BEW-Förderung sind, abhängig von Quelle, Jahresarbeitszahl und Strompreis, Wärmegestehungskosten von etwa 14 bis 22 ct/kWh_{th} zu erwarten.

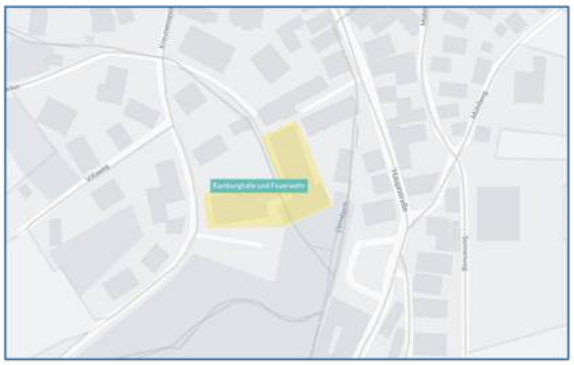
Erwarteter Aufwand

Für Vorbereitung und Ausführungsbegleitung ist ein laufender Koordinationsaufwand von rund **0,05 VZÄ** einzuplanen.

Machbarkeitsstudie	Planung und Bau	Betrieb
1 Jahr	3 Jahre	30-40 Jahre

Für kleine Netze mit bis zu 16 Gebäuden (max. 100 Wohneinheiten) kommt zusätzlich zur BEW die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) in Betracht. Solche „Gebäudenetze“ können Wärmeerzeuger und Leitungsnetz fördern. Diese Option ist besonders dann sinnvoll, wenn die Netzgröße überschaubar bleibt und primär Nachbargebäude eingebunden werden.

Mikronetz Ramburghalle und Feuerwehr - Ramberg



Prüfgebiet Mikronetz

Kategorie
Prüfgebiet Mikronetz

Aktueller Wärmebedarf	Reduktion Wärmebedarf bis 2040	Aktuelle CO_2-Emission	Geplante Einsparung bis 2040
234,4 MWh	82 %	98 t CO_2/Jahr	100 %

Kurzbeschreibung

Im Ortskern der Ortsgemeinde Ramberg liegen die kommunalen Liegenschaften Ramburghalle/Gemeindehaus und Feuerwehr in unmittelbarer Nachbarschaft. Aufgrund der kurzen Entfernungen eignet sich das Areal als initiales Gebäudenetz und perspektivisch als Keimzelle für ein erweiterbares Mikronetz. Zur 100 % Dekarbonisierung wird das Gebäudenetz als niedertemperiertes System (4./5. Generation) ausgelegt mit zentraler Wärmepumpe als Grundlast, Kurzzeit-/Pufferspeicher zur Betriebsstabilisierung sowie Power-to-Heat als Spitzenlast/Redundanz. Eine PV-gekoppelte Fahrweise (Eigenstromnutzung, Lastverschiebung) ist anzustreben. Für die perspektivische Erweiterung werden Trassenführung, Hydraulik und Messkonzept so geplant, dass Abzweige/Reservekapazitäten (z. B. Rohrdimensionierung, Regelung/Leittechnik, Platzreserve in der Energiezentrale) eine spätere Netzausdehnung erleichtern.

Erwartete Kosten (netto, Stand 2025)

Für das Gebäudenetz ist aufgrund der kurzen Distanz von einer Trasse von ca. 50–150 m auszugehen. Bei 1.200–2.500 €/m (aufwändig bis 4.000 €/m) liegen die Leitungsbaukosten grob bei 0,06–0,40 Mio. €. Die Energiezentrale mit Wärmepumpe (ca. 120–180 kW_{th}), Pufferspeicher und Power-to-Heat liegt bei etwa 0,35–1,20 Mio. €; Übergaben/Einbindung und Planung/Nebenkosten addieren sich grob zu 0,15–0,57 Mio. €. Insgesamt ergibt sich ohne Gebäudesanierung eine Investitionsspanne von ca. 0,60–1,80 Mio. € (konservativ bis 2,20 Mio. €). Das Projekt eignet sich gut als Keimzelle für ein späteres Mikronetz.

Erwarteter Aufwand

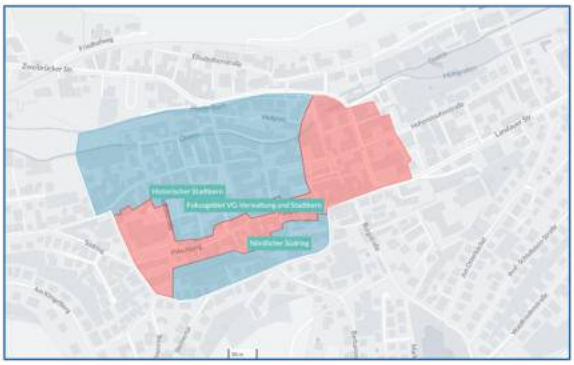
Für Vorbereitung und Ausführungsbegleitung ist ein laufender Koordinationsaufwand von rund **0,05 VZÄ** einzuplanen.

Machbarkeitsstudie	Planung und Bau	Betrieb
1 Jahr	2 Jahre	30-40 Jahre

Für kleine Netze mit überwiegend kommunalen Liegenschaften kann neben der BEW auch die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) relevant sein. Als Gebäudenetz gilt dabei ein Netz zur Versorgung von mindestens 2 und maximal 16 Gebäuden (max. 100 Wohneinheiten).

Zukünftige Wärmenetzprüfgebiete

Annweiler am Trifels



Zukünftiges Wärmenetzprüfgebiet Wärmenetzprüfgebiet

Ausweisung von zukünftigen Wärmenetzprüfgebieten, die im Zuge einer Fortschreibung betrachtet werden sollten.

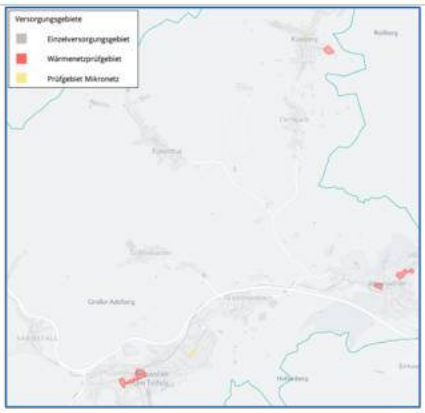
Kurzbeschreibung

Für die Stadt Annweiler am Trifles, sowie die Ortsgemeinden Ramberg und Albersweiler wurden während der Erstellung des kommunalen Wärmeplans Wärmenetzprüfgebiete oder Prüfgebiete für Mikronetze ausgewiesen. Für die Umsetzungsplanung der nächsten fünf Jahre wurden zunächst die Fokusgebiete und jene Gebiete priorisiert, die innerhalb dieser Zeit angestoßen werden können. Bei den zukünftigen Wärmenetzprüfgebieten handelt es sich um zunächst depriorisierte Prüfgebiete, die in einer Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung in spätestens fünf Jahren betrachtet werden sollten.

Grund für die Depriorisierung der kommenden Umsetzungsphase waren Gebiete, die sich als potenzielle Anschlussgebiete der in dieser Wärmeplanung betrachteten Gebiete ergeben. Da Gebiete mit Wohnbebauung zunächst priorisiert wurden, wurde auch das Gebiet um die Berufsschule zunächst im Zuge dieser kommunalen Wärmeplanung depriorisiert und soll in einer Fortschreibung nochmals betrachtet werden.

Für Neubaugebiete soll in Zukunft jedes Mal in der Planungsphase schon geprüft werden, ob sich das entsprechende Gebiet für die Errichtung eines kalten Nahwärmenetzes eignet.

Priorisierte Maßnahme: Energetische Sanierung im privaten Bereich



Kategorie
Technische Maßnahme

Verortung
VG Annweiler am Trifels

Aktueller Wärmebedarf	Reduktion Wärmebedarf bis 2040	Aktuelle CO_2-Emission	Geplante CO_2 Einsparung bis 2040
225,5 GWh	35 %	74,9 kt CO_2/Jahr	96 %

Kurzbeschreibung

Die aktuelle Wärmebedarf der privaten Haushalte ist bei 225,5 GWh/Jahr einzuordnen. Die aktuellen CO_2-Emissionen liegen bei 74,9 kt CO_2/Jahr. Bis 2040 könnten ca. 35 % des Wärmebedarfs bei einer Sanierungsrate von ca. 1,6 % eingespart werden. Im Zielszenario beträgt der prognostizierte Gesamtwärmebedarf der VG Annweiler am Trifels entsprechend 207,4 GWh/Jahr, im privaten Bereich bei 147,4 GWh/Jahr

Die **vorzunehmende Maßnahme** definiert sich durch eine Bereitstellung von Informationen für Gebäudeeigentümer bzw. Förderung des Informationsaustausches unter Gebäudeeigentümern in Bezug auf erzielbare Einsparungen, Kosten der Sanierung, gesetzliche Verpflichtungen, verfügbare Fördergelder sowie attraktive Angebote zur Umsetzung und Finanzierung.

Die VG nimmt hier eine unterstützende und beobachtende Rolle ein

Erwartete Kosten

Für die Durchführung der Bürgersensibilisierung werden laufende Personalkosten in Höhe von **0,5 VZÄ** angenommen. Die Kosten sind durch die Verbandsgemeinde zu erbringen.

Die Kosten für die Durchführung der Sanierungsmaßnahmen können zu diesem Zeitpunkt nicht belastbar abgeschätzt werden.

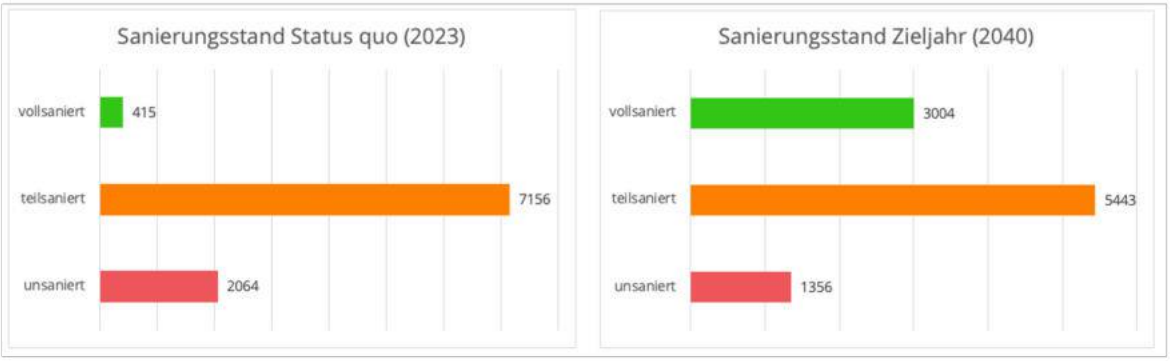
Projektplan

Zur Erreichung hoher Sanierungsquoten sind bisherige Entwicklungen durch Monitoring zu erfassen und mit Hilfe von Informationsveranstaltungen und Förderung des Erfahrungsaustauschs regelmäßig nachzusteuern.

Beschreibung der Maßnahme

71,7 % des Wärmebedarfs (Nutzenergie) der VG Annweiler am Trifels sind auf Wohngebäude zurückzuführen. Ca. 48 % der Gebäude sind vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1978 erbaut worden. Insbesondere für diese Gebäude ergibt sich vor dem Hintergrund der Wärmewende eine besonders hohe Dringlichkeit zur Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen, wobei der Denkmalschutz einen wesentlichen Hemmfaktor darstellen kann. Gleichzeitig bleibt die Sanierungsrate der Gebäude im bundesdeutschen Durchschnitt unter 1 % (Stand 2023).

Entsprechend ist im Zielszenario der kommunalen Wärmeplanung für die VG Annweiler am Trifels ein moderat-optimistischer Sanierungspfad mit einer Sanierungsrate von ca. 1,6 % und einem Fokus auf Gebäude mit der niedrigsten Energieeffizient angenommen. Im Ergebnis werden 86 % der Gebäude in der VG Annweiler am Trifels bis 2040 mindestens teilsaniert sein (siehe Abbildung, nur wärmeversorgte Gebäude).



Die Sanierung der Gebäudehülle ist eine zentrale Voraussetzung für die bezahlbare Versorgung mit Wärme aus erneuerbaren Energien. Ein Richtwert für den wirtschaftlich optimalen Betrieb einer Luft-Wasser-Wärmepumpe ist die Jahresarbeitszahl von 3. Diese kann bei Gebäuden der Energieeffizienzklasse D bzw. C erreicht werden.

Gleichzeitig kommt im Kontext der Sanierung der Bürgerinformation aufgrund der hohen Kosten eine besonders hohe Bedeutung zu. So können für ein Gebäude der Effizienzklasse H die Kosten der Sanierung bis zur Effizienzklasse D 150 T€ überschreiten. Dabei sind nahezu 70 % der Energieeinsparung bereits mit 40 % der Kosten zu erreichen, indem die Sanierung der Kellerdecke, Fassade und Fenster priorisiert wird. Mit diesen Maßnahmen erreicht das Mustergebäude der Effizienzklasse H die Effizienzklasse F und damit eine Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe im Bereich von 2,5, woraus sich relevante Einsparungen der Betriebskosten ergeben.

Entsprechend wird der VG Annweiler am Trifels empfohlen, eine aktive Rolle in der Bereitstellung und Bündelung von Information zu Sanierungen zu übernehmen.

Nächste Schritte & Verantwortlichkeiten

1. Aufbereitung von Informationen zu Fördermöglichkeiten von Maßnahmen zur Gebäudesanierung. (Umsetzung: VG Annweiler am Trifels)
2. Durchführung von Informationsveranstaltungen für Gebäudeeigentümer und Förderung des Erfahrungsaustauschs (Umsetzung: VG Annweiler am Trifels)

Priorisierte Maßnahme: PV-Aufdachanlagen

Kategorie
Technische Maßnahme

Verortung
VG Annweiler am Trifels

Aktuelle PV-Leistung*	Bisherige Emissionseinsparung**	Theoretisches PV-Potenzial
10,86 MWh (1.077 Anlagen)	3,69 t CO_2/Jahr	180 GWh/Jahr

Kurzbeschreibung

Aktuell gibt es in der VG Annweiler am Trifels 1.077 PV-Anlagen mit einem Jahresertrag von ca. 11 MWh (Energieatlas RLP). Dabei werden sowohl PV-Dach- als auch Freiflächenanlagen eingerechnet. Um die Stromversorgung der VG Annweiler am Trifels weiter zu dekarbonisieren und den durch Wärmepumpen steigenden Strombedarf zu kompensieren, sind die Potenziale für PV-Aufdachanlagen weiter auszuschöpfen. Das theoretische Gesamtpotenzial liegt in der VG Annweiler am Trifels bei rund 180 GWh/Jahr. Dabei sind statische und gestalterische Restriktionen nicht berücksichtigt, so dass das Potenzial noch nach unten zu korrigieren ist.

Die **vorzunehmende Maßnahme** definiert sich durch eine Bereitstellung von Informationen für Gebäudeeigentümer bzw. Förderung des Informationsaustausches unter Gebäudeeigentümern in Bezug auf Finanzierungsmöglichkeiten von PV-Aufdachanlagen und ihrer Wirtschaftlichkeit.

Die VG nimmt hier eine unterstützende Rolle ein.

Erwarteter Aufwand

Für die Durchführung der Bürgerberatung werden laufende Personalkosten in Höhe von **0,1 VZÄ** angenommen. Die Kosten sind durch die VG zu erbringen.

Die Kosten für Installation der PV-Anlagen können zu diesem Zeitpunkt nicht belastbar abgeschätzt werden.

Projektplan

Zur Erreichung hoher PV-Durchdringungsraten ist die Entwicklung des privaten Ausbaus kontinuierlich zu erfassen (Monitoring) und mit Hilfe von Informationsveranstaltungen und Förderung des Erfahrungsaustauschs regelmäßig nachzusteuern.

*Quelle: Energieatlas RLP (2023). Energiesteckbrief VG Annweiler am Trifels
**CO_2-Einsparung von 340 g/kWh im Vergleich zum Emissionsfaktor des Netzstroms, der in Deutschland im Jahr 2024 ca. 380 g/kWh betrug

Sanierung kommunaler Gebäude

Kategorie
Technische Maßnahme

Verortung
VG Annweiler am Trifels

Aktueller Wärmebedarf	Reduktion Wärmebedarf bis 2040	Aktuelle CO_2-Emission	Geplante Einsparung bis 2040
7,3 GWh	18 %	2,4 kt CO_2/ Jahr	98 %

Kurzbeschreibung

Der aktuelle Wärmebedarf öffentlicher Bauten liegt bei rund 7,3 GWh/ Jahr. Die aktuellen CO_2-Emissionen umfassen aktuell 2,4 kt CO_2/Jahr. Bis 2040 müssen durch die Umstellung der Heizsysteme bis zu 100 % des Endenergiebedarfs mit erneuerbaren Energien gedeckt werden.

Die kommunalen Gebäude, sind durch dezentrale Wärmetechnologie zu versorgen, welche die 65 %-EE-Regel des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) erfüllen. Mit Sanierungsmaßnahmen kann der Jahreswärmebedarf gesenkt und die Effizienz von Heizungsanlagen gesteigert werden.

Die **vorzunehmende Maßnahme** definiert sich durch die Erstellung geeigneter Sanierungsfahrpläne und der Nutzung von Förderungen zur Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen. Regelmäßige Evaluationen geben Auskunft über den Erfolg der Maßnahme.

Die Verbandsgemeinde nimmt bei der Maßnahme eine gestaltende Rolle ein.

Erwarteter Aufwand

Für die Durchführung der Sanierungsplanung und -ausführung werden laufende Personalkosten in Höhe von **2 VZÄ** angenommen.

Projektplan

Zur Umsetzung der Maßnahme ist neben der Entwicklung geeigneter Sanierungsfahrpläne die Bereitstellung von Haushaltsmitteln vonnöten. Für die Umsetzung bedarf es geeigneten Personals und eine erfolgreiche interne Kommunikation und Motivation.

Grüne Gase

Kategorie
Technische Maßnahme

Verortung
VG Annweiler am Trifels

Aktueller Wärmebedarf	Reduktion Wärmebedarf bis 2040	Theoretisches Biomassepotenzial
314,3 GWh/Jahr	34 %	27,43 GWh/Jahr

Kurzbeschreibung

Der Einsatz von „Grünen Gasen" (z.B. Biogas oder synthetische Gase) ermöglicht die Dekarbonisierung bestehender Gasinfrastrukturen. Diese treibhausgasneutral erzeugten Produkte können insbesondere in Bestandsgebäuden, in denen ein Heizungsersatz auf Wärmepumpen mittelfristig nicht möglich ist, eine tragende Rolle einnehmen. Ziel ist es, durch den gezielten Einsatz von Grünen Gasen eine CO_2-neutrale Wärmeversorgung zu erreichen, ohne die bestehende Infrastruktur kurzfristig außer Betrieb nehmen zu müssen. Die Maßnahme ergänzt und entlastet die voranging verfolgte Elektrifizierungsstrategie.

Die vorzunehmende **Maßnahme** definiert sich durch die langfristige Identifikation von Einsatzmöglichkeiten von Biogas oder Wasserstoff. Darüber hinaus muss geprüft werden, ob die bestehende Infrastruktur umstellungsfähig ist. Da aktuell im Bezug auf das Gebiet der VG von einer Belieferung von außen auszugehen ist, kann die Realisierbarkeit aus heutiger Sicht nicht abschließend geklärt werden. Ziel ist es, beim Thema grüner Gase die technische Entwicklung abzuwarten. Eine routinemäßige Prüfung der potenziellen Mengen soll in enger Abstimmung mit dem Gasnetzbetreiber erfolgen.

Die VG nimmt hier eine gestaltende Rolle ein.

Erwarteter Aufwand

Für die Identifikation geeigneter Einspeisepunkte, die Absprache mit Energieversorgern sowie die Durchführung von Genehmigungsverfahren werden laufende Personalkosten in Höhe von **0,1 VZÄ** angenommen. Die Kosten sind durch die VG zu erbringen.

Projektplan

Neben der Auswahl und Potenzialanalyse geeigneter Einspeisepunkte muss auch eine Abstimmung mit Netzbetreibern erfolgen. Des weiteren sollte eine Machbarkeitsstudie erstellt werden, die ggf. über Fördermittel finanziert werden kann. Bei erfolgreicher Umsetzung kann eine Skalierung auf weitere Gemeindeteile in Erwägung gezogen werden.

Ausbau Erneuerbarer Energien - PV-Freiflächenanlagen

Kategorie
Technische Maßnahme

Verortung
VG Annweiler am Trifels

Aktuelle PV-Leistung*	Bisherige Emissionseinsparung**	Theoretisches PV-Potenzial
10,86 MWh (1.077 Anlagen)	3,69 t CO_2/Jahr	1.965 GWh/Jahr

Kurzbeschreibung

Photovoltaik (PV)-Freiflächenanlagen leisten einen zentralen Beitrag zur klimaneutralen Energieversorgung, indem sie lokal erzeugten, erneuerbaren Strom für den Betrieb strombasierter Wärmeerzeuger (z.B. Wärmepumpen, Power-to-Heat) bereitstellen. Sie entlasten das Stromnetz durch dezentrale Erzeugung und können ggf. durch Kombination mit Speichern systemdienlich gestaltet werden. Ziel ist der signifikante Ausbau von lokal erzeugtem Solarstrom zur Deckung des zukünftigen Wärme-Strombedarfs.

Die vorzunehmende **Maßnahme** definiert sich durch die Anknüpfung an bestehende Freiflächenprojekte innerhalb der Verbandsgemeinde. Hier ist die bestehende Machbarkeitsstudie heranzuziehen. Konflikte bestehen derzeit vor allem in der Flächennutzung und geschützter Naturräume.

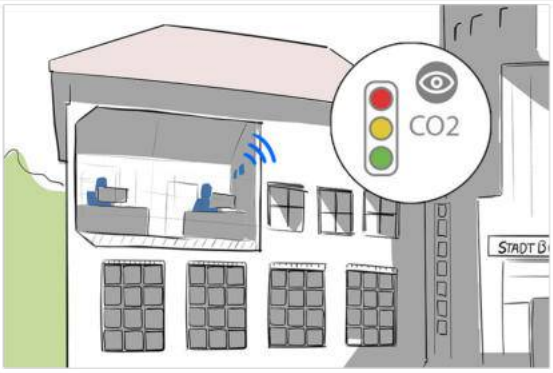
Die VG nimmt hier eine gestaltende Rolle ein.

Erwarteter Aufwand

Die Maßnahme gliedert sich in den bereits bestehenden Arbeitsaufwand ein. Bereits heute werden Projekte für PV-Freiflächenanlagen geprüft und sollen in die Umsetzung kommen, sobald die entsprechenden Genehmigungen vorliegen. Die Kosten sind durch die VG zu erbringen.

*Quelle: Energieatlas RLP (2023). Energiesteckbrief VG Annweiler am Trifels
**CO_2-Einsparung von 340 g/kWh im Vergleich zum Emissionsfaktor des Netzstroms, der in Deutschland im Jahr 2024 ca. 380 g/kWh betrug

Priorisierte Maßnahme: Energiemanagement für kommunale Liegenschaften



Kategorie
Organisatorische Maßnahme

Verortung
VG Annweiler am Trifels

Kurzbeschreibung

Mit dem kommunalen Energiemanagement soll durch kontinuierliche Analyse und gezielte Maßnahmen den Energieeinsatz effizienter gestaltet werden. Für die kommunalen Liegenschaften sollen damit jährlich rund 1.400 Tonnen CO_2 eingespart werden – etwa durch technische Verbesserungen, Verhaltensänderungen, Monitoring sowie organisatorische Maßnahmen. Dieses Vorgehen unterstützt nicht nur den Klimaschutz, sondern senkt auch langfristig die Betriebskosten.

In der VG Annweiler am Trifels befindet sich ein kommunales Energiemanagement bereits in der Testphase. Bei positivem Verlauf gilt es im nächsten Schritt, das Energiemanagementsystem fest in der Verwaltung zu verankern.

Erwarteter Aufwand

Das kommunale Energiemanagementsystem ist beim Gebäudemanagement der VG angesiedelt. Es ist davon auszugehen, dass für die Integration, den Aufbau und die Pflege des Energiemanagementsystems Personalkosten in Höhe von 0,5 **VZÄ** anfallen. Die Kosten sind durch die VG zu erbringen.

Die VG nimmt hier eine gestaltende Rolle ein.

Projektplan

Zur Etablierung eines kommunalen Energiemanagements bedarf es einer systematischen Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung, begleitet durch einen Maßnahmenkatalog, Zeitplan und Evaluierung. Ein zentraler Erfolgsfaktor ist die Erfolgreiche Integration des Energiemanagementsystems in das Gebäudemanagement der Verbandsgemeinde.

Priorisierte Maßnahme Interkommunale Zusammenarbeit

Kategorie
Organisatorische Maßnahme

Verortung
VG Annweiler am Trifels

Kurzbeschreibung

Die VG Annweiler am Trifels steht bereits heute in regelmäßigem Austausch zu ihren Nachbarverbandsgemeinden und Gemeinden. Besonders im Klimaschutzmanagement gibt es ein aktives Netzwerk der Klimaschutzmanager, das für den weiteren interkommunalen Austausch genutzt werden kann.

Bezüglich der Umsetzung des Wärmeplans könnte eine interkommunale Zusammenarbeit im Teilen von Informations- und Werbematerial bestehen, das flächendeckend für die Öffentlichkeitsarbeit genutzt werden kann. Des Weiteren kann von der Erfahrung von Nachbargemeinden bei der Umsetzung von Projekten der erneuerbaren Wärmeversorgung profitiert werden.

Ggf. ist zu prüfen, ob gemeinsame Informations- und Aufklärungsveranstaltungen oder Kampagnen durchgeführt werden können, um die Reichweite zu erhöhen. Außerdem könnte, gerade bei Projekten, die an Gemeindegrenzen liegen, eine Möglichkeit zur Zusammenarbeit geprüft werden.

Die vorzunehmende **Maßnahme** definiert sich durch den aktiven Austausch mit den benachbarten (Verbands-)Gemeinden, dem Landkreis Südliche Weinstraße sowie dem Fortführen des bestehenden Netzwerks der Klimaschutzmanagerinnen und Klimaschutzmanager.

Die VG nimmt dabei eine koordinierende Rolle ein.

Erwarteter Aufwand

Der Arbeitsaufwand ist über die Stelle des Klimaschutzmanagements abgedeckt und bereits im Verwaltungsablauf integriert. Bereits heute finden regelmäßige Austauschformate der Klimaschutzmanager in der Region statt, die als Möglichkeit für weitere vertiefende Gespräche und zur Identifikation von Möglichkeiten der Zusammenarbeit genutzt werden können.

Projektplan

Der bereits bestehende regelmäßige Austausch ist fortzuführen und gezielt nach Möglichkeiten zur Zusammenarbeit bei der Umsetzung des Wärmeplans zu evaluieren. Weitere Austauschformate mit einzelnen Nachbargemeinden können sich daraus ergeben.

Priorisierte Maßnahme: Aufbau Flächenmanagement

Kategorie
Organisatorische Maßnahme

Verortung
VG Annweiler am Trifels

Kurzbeschreibung

Das kommunale Flächenmanagement dient als wichtiges Instrument, um die räumlichen Voraussetzungen für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung zu schaffen. Es ermöglicht eine gezielte Steuerung, wo und wie Wärmenetze ausgebaut, erneuerbare Wärmequellen (z. B. Solarthermie, Geothermie, Biomasse) genutzt oder neue Wohn- und Gewerbegebiete effizient angebunden werden können.

Durch die Identifikation geeigneter Flächen – etwa für zentrale Erzeugungsanlagen, Nahwärmenetze oder saisonale Wärmespeicher – sowie die Vermeidung von Zersiedlung und Förderung der Innenentwicklung, können Investitionen in Infrastruktur besser geplant und Synergien genutzt werden. Insbesondere im Bereich der Zusammenarbeit mit den lokalen Energieversorgern bietet das Flächenmanagement zudem den Vorteil, gezielt Flächen für den benötigten Ausbau von Energienetzen zu identifizieren (z.B. für Trafostationen).

Die vorzunehmende **Maßnahme** definiert sich durch die Weiterentwicklung der Gemeindeplanung auf Basis der Wärmeplanung. Dazu gehört die Ausweisung von Flächen für Wärmenetze und Trafostationen, Initiierung regelmäßiger Versorgertreffen zur Optimierung der Baukoordination sowie die aktive Flächenvermittlung bei Leerstand an Investoren oder Versorger für die Entwicklung von Wärmenetzen oder Trafostationen (Stromnetzausbau).

Die VG nimmt hier eine koordinierende und planende Rolle ein.

Erwarteter Aufwand

Für die Durchführung werden laufende Personalkosten in Höhe von **0,05 VZÄ** angenommen. Die Kosten sind durch die VG zu erbringen.

Projektplan

Zur Etablierung eines Flächenmanagements ist ein kontinuierlicher Austausch mit Grundstücksbesitzenden notwendig, deren Flächen potenziell in Frage kommen. Dafür bedarf es eines gemeinsamen Zielbilds der Wärmeversorgung bis 2040.

Abgleich Wärmeplanung mit Gas- und Stromnetzentwicklung

Kategorie
Kommunikative Maßnahme

Verortung
VG Annweiler am Trifels

Kurzbeschreibung

Der Abgleich der Wärmeplanung mit der Gas- und Stromnetzentwicklung dient dazu, Versorgungsstrategien besser aufeinander abzustimmen und Synergien zu nutzen, um eine wirtschaftlich und technisch sinnvolle Transformation der Energieinfrastruktur zu ermöglichen.

Die vorzunehmende **Maßnahme** definiert sich durch Bewertung des Bedarfs und der technischen und wirtschaftlichen Realisierbarkeit des Ausbaus und der Modernisierung der Netzinfrastruktur. Dazu kommt die Klärung der Integration künftiger Entwicklungen, insbesondere des PV-Ausbaus und der zunehmenden Elektrifizierung der Mobilität und Wärmeversorgung. Ergänzend kommt die Erfassung und Auswertung relevanter Daten zur Netzbelastung und zukünftigen Anforderungen hinzu. Ebenfalls ist die Festlegung von Maßnahmen zur Bereitstellung notwendiger Flächen (z. B. für Trafostationen) vorgesehen.

Zentral dabei ist die Einrichtung eines regelmäßigen Austauschformats mit den Stromnetz- und Gasnetzbetreibern, um zukünftigen Plänen und Änderungen gesetzlicher Rahmenbedingungen Rechnung zu tragen. Die Besonderheit in der VG Annweiler am Trifels besteht dabei darin, dass mehrere Energieversorger für das Verbandsgemeindegebiet zuständig sind und somit eine intensivere Koordination und Absprache der einzelnen Akteure erfolgen. Muss.

Die VG nimmt dabei eine unterstützende Rolle ein.

Erwarteter Aufwand

Für die Koordination des Austauschs werden laufende Personalkosten in Höhe von **0,05 VZÄ** angenommen. Die Kosten sind durch die VG zu erbringen.

Projektplan

Für den Abgleich der Gas- und Stromnetzentwicklung ist ein Austausch mit den Netzbetreibern und regelmäßiger Dialog zur Ertüchtigungs- und Ausbaustrategie als zentraler Meilenstein (mind. jährlich) mit den Netzbetreibern vorgesehen.

Implementierung der Wärmeplanung in den Verwaltungsablauf

Kategorie
Organisatorische Maßnahme

Verortung
VG Annweiler am Trifels

Kurzbeschreibung

Die Implementierung der kommunalen Wärmeplanung sieht die Einbindung politischer Entscheidungsträger sowie die Schaffung fester Prozesse, etwa durch die Integration in bestehende Steuerungsrunden, Ausschüsse oder Verwaltungsabläufe. Auch die langfristige personelle und finanzielle Absicherung, z. B. durch die Einrichtung einer Stelle für Wärmewende-Management, unterstützt eine wirkungsvolle Umsetzung und spätere Fortschreibung der Wärmeplanung.

Die vorzunehmende **Maßnahme** definiert sich durch die weitere Abstimmung der Wärmeplanung innerhalb der Verbandsgemeindeverwaltung im Austausch mit den verschiedenen Ämtern und dem Verwaltungsapparat. Hierzu können Abstimmungen aus der Maßnahme „Interkommunale Zusammenarbeit" genutzt werden, um die eigenen Abläufe mit denen der Nachbarverbandsgemeinden abzugleichen und voneinander zu lernen. Dazu gehören regelmäßige Besprechungen der Verbandsgemeindeverwaltungen.

Die VG nimmt dabei eine koordinierende Rolle ein.

Erwarteter Aufwand

Für die Implementierung der Wärmeplanung in den Verwaltungsablauf werden laufende Personalkosten in Höhe von **0,1 VZÄ** angenommen. Die Kosten sind durch die VG zu erbringen.

Projektplan

Zur Implementierung der kommunalen Wärmeplanung in die Verbandsgemeindeverwaltung ist der Abgleich vorhandener Konzepte und darauf basierend der Aufbau struktureller und organisatorischer Verankerung innerhalb der Verwaltung vorgesehen. Durch die Koordination, Kommunikation und Verstetigung mit allen relevanten Akteuren können die Maßnahmenentwicklung, -umsetzung und Planabgleich durch kontinuierliche Weiterentwicklung über den Verlauf der Wärmewende sichergestellt werden.

Priorisierte Maßnahme: Prüfung kommunaler Förderung von Bürgerschaft und Vereinen

Kategorie
Kommunikative Maßnahme

Verortung
VG Annweiler am Trifels

Kurzbeschreibung

Ein kommunaler Fördertopf für Bürgerinnen und Bürger sowie Vereine kann die Umsetzung der Wärmewende im privaten Bereich gezielt unterstützen. Durch unkomplizierten Zugang zu finanzieller Förderung für Sanierungsmaßnahmen, effiziente Heizsysteme oder erneuerbare Energien werden individuelle Investitionen erleichtert. Ergänzt durch klare Informationen zu Antragsverfahren und technischen Möglichkeiten sowie begleitende Kommunikationsangebote – etwa Plattformen zum Austausch mit Handwerk, Energieberatern oder anderen Engagierten – wird ein niedrigschwelliger Anreiz geschaffen, aktiv zur Wärmewende beizutragen.

Die vorzunehmende **Maßnahme** definiert sich durch die Prüfung für einen Aufbau eines Fördertopfes für Sanierungsmaßnahmen, Austausch alter Geräte usw. Ziel ist die Erhöhung der Umsetzung an Sanierungsmaßnahmen. Als ein Beispiel könnte die Balkonkraftwerkförderung, die im Zusammenhang mit der KIPKI-Förderung angeboten wurde, herangezogen werden

Die VG nimmt dabei eine koordinierende und unterstützende Rolle ein

Erwarteter Aufwand

Für die Durchführung der Maßnahme werden laufende Personalkosten in Höhe von **0,1 VZÄ** angenommen. Die Kosten sind durch die VG zu erbringen.

Projektplan

Zur Etablierung Fördertopfes ist neben dem Aufbau ein stetiges Betreiben notwendig, inkl. der fortlaufenden Aktualisierung der zu fördernde Projekte, die Entwicklung einer Förderrichtlinie sowie die Aktivierung von Bürgerinnen und Bürgern durch gezielte Bewerbung. Darüber hinaus müssen eingehende Förderanträge geprüft und genehmigt werden.

Aufklärung der Bürgerinnen und Bürger

Kategorie
Kommunikative Maßnahme

Verortung
VG Annweiler am Trifels

Kurzbeschreibung

Private Haushalte stellen in der Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels den mit Abstand größten Sektor dar. Die Aufklärung und Mobilisierung der Bevölkerung nimmt daher eine wesentliche Rolle im Gelingen der Wärmewende ein. Nur durch die ausreichende Motivation zu privaten Heizungstauschprojekten und Gebäudesanierungen kann der Weg hin zu einer treibhausgasneutralen Verbandsgemeinde gelingen. Dafür sollte eine zentrale Anlaufstelle zur Beantwortung von Fragen und zur Aufklärung von Fördermitteln eingerichtet werden. Ggf. kann eine Verknüpfung mit dem bestehenden Angebot der Energieberatungen über die Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz erfolgen.

Die **Maßnahme** zielt darauf ab, durch Informationsmaterial und –formate, wie zum Beispiel Fachvorträge, über die Wärmewende aufzuklären. Dadurch soll eine Entscheidungshilfe gegeben werden. Durch ergänzende Beratungsangebote soll die Unterstützung bei der Umsetzung eigener Maßnahmen gewährleistet werden. Die VG nimmt dabei eine koordinative Rolle ein

Erwarteter Aufwand

Für die Durchführung der Maßnahme werden laufende Personalkosten in Höhe von **0,1 VZÄ** angenommen. Die Kosten sind durch die VG zu erbringen.

Projektplan

Zur Durchführung der Maßnahme müssen passende Informationsmaterialien und -formate ausgearbeitet werden. Diese sollten für die Bürgerinnen und Bürger leicht zugänglich sein. Bei der Ausarbeitung ist auf eine Aktualität der vermittelten Inhalte zu achten und diese ggf. zu aktualisieren. Ein regelmäßiger Austausch in Form von Diskussionsrunden trägt zur Auseinandersetzung von Bürgeranliegen bei und unterstützt die Auswahl geeigneter Inhalte.

Öffentlich-Private Partnerschaften und Kooperation

Kategorie
Kommunikative Maßnahme

Verortung
VG Annweiler am Trifels

Kurzbeschreibung

Öffentlich-Private Partnerschaften ermöglichen es Kommunen, Projekte der Strom- und Wärmeversorgung gemeinsam mit privaten Unternehmen umzusetzen. Ziel ist es, privates Know-how, Investitionsmittel und Betriebserfahrung mit der kommunalen Steuerungs- und Planungshoheit zu verbinden. Für die Kommune bedeutet dies eine Möglichkeit, komplexe Infrastrukturprojekte im Rahmen der Wärmewende wirtschaftlich effizient, risikoarm und mit klar geregelten Verantwortlichkeiten umzusetzen. Durch eine ÖPP können finanzielle Belastungen verteilt, Umsetzungszeiten verkürzt und technische Innovationen schneller realisiert werden.

Die **Maßnahme** definiert sich durch die strukturierte Vorbereitung, Ausgestaltung und Umsetzung von Projekten der Strom- und Wärmeversorgung in Form von Öffentlich-Privaten Partnerschaften, bei denen Aufgaben, Investitionen und Risiken zwischen Kommune und privaten Akteuren klar geregelt werden.

Erwarteter Aufwand

Für die Durchführung der Maßnahme werden laufende Personalkosten in Höhe von **0,25 VZÄ** angenommen. Die Kosten sind durch die Verbandsgemeinde zu erbringen.

Projektplan

Der Projektplan zur Umsetzung einer solchen Maßnahme startet mit der Auswahl eines geeigneten Projekts und der Definition kommunaler Zielsetzungen. Darauf folgt die Konzept- und Machbarkeitsphase, in der technische, wirtschaftliche und rechtliche Anforderungen geprüft und konkretisiert werden. Parallel werden politische Beschlüsse vorbereitet und der rechtliche Rahmen für die Partnerschaft geschaffen. Anschließend erfolgt die Suche nach privaten Partnern inklusive Angebotsphase und Auswahlverfahren. Auf dieser Basis werden die Verträge (Rollen, Vergütung, Risiken) finalisiert und die Umsetzung bis zur Inbetriebnahme der Strom- und Wärmeversorgungsanlagen gesteuert.

Identifikation von drei Fokusgebieten

Im Rahmen eines Priorisierungsworkshops wurde nach der Vorstellung der Wärmewendestrategie und der Maßnahmensteckbriefe eine detaillierte Priorisierung der Maßnahmen mit der Steuerungsgruppe vorgenommen. Gemäß § 20 Absatz 1 des Wärmeplanungsgesetzes (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz & Bundesamt für Justiz 2023) ist der Verbandsgemeinderat verpflichtet, relevante Maßnahmen aus 2-3 Fokusgebieten zu beschließen und deren Umsetzung innerhalb von fünf Jahren nach Beschlussbeginn zu starten. Diese Maßnahmen können sowohl konkrete Bauvorhaben mit klar quantifizierbarer Treibhausgas-Einsparung umfassen als auch „weiche“ Maßnahmen, beispielsweise im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit.

In die Bewertung der Kriterien zur Auswahl der relevantesten Maßnahmen wurden quantitative Faktoren wie CO_2-Einsparung und Kosten sowie qualitative Kriterien wie Partizipationsmöglichkeiten mit einbezogen. Zusätzlich wurden technische Aspekte, wie mögliche Umsetzungshürden und die Dringlichkeit einzelner Maßnahmen zur Schaffung eines soliden Rahmens für die Wärmewende, berücksichtigt.

Aus den priorisierten Maßnahmen, die innerhalb der VG Annweiler am Trifels näher betrachtet werden sollen, lassen sich drei Fokusgebiete ableiten sowie weitere Prüfgebiete für Mikronetze. Außerdem wurden weitere Maßnahmen im Workshop priorisiert:

- **Fokusgebiet 1:** Wärmenetzprüfgebiet „VG-Verwaltung und Stadtkern“ in der Stadt Annweiler am Trifels
- **Fokusgebiet 2:** Wärmenetzprüfgebiet „Neubaugebiet am Ohlsbach“ in Ramberg
- **Fokusgebiet 3:** Wärmenetzprüfgebiet „Schule, Löwensteinhalle und Wohngebiet“ in Albersweiler
- Prüfgebiet Mikronetz „An der Kanalstraße“ in Albersweiler
- Prüfgebiet Mikronetz „Neukastellstraße 2-16“ in der Stadt Annweiler am Trifels
- Prüfgebiet Mikronetz „Ramburghalle und Feuerwehr“ in Ramberg
- Energetische Sanierung im privaten Bereich
- PV-Aufdachanlagen
- Prüfung kommunaler Förderung von Bürgern und Vereinen

Die neben den Fokusgebieten identifizierten weiteren Prüfgebiete für Wärmenetze und Mikronetze können bis zum Zieljahr 2040 relevant werden, werden allerdings zunächst nicht in den kommenden fünf Jahren als priorisierte Maßnahmen betrachtet.

Im Bereich der organisatorischen Maßnahmen wurden folgende Maßnahmen im Workshop zur Verstetigungsstrategie priorisiert:

- Energiemanagement für kommunale Liegenschaften
- Interkommunale Zusammenarbeit
- Aufbau Flächenmanagement (insbesondere in Anbetracht benötigter Flächen für die Stromnetzentwicklung)

Entwicklung eines Transformationspfads

Nach Priorisierung der Maßnahmen wurden diese ebenfalls in einem partizipativen Prozess auf einen Zeitstrahl über die nächsten fünf Jahre gelegt. Dabei flossen Überlegungen zu einer sinnvollen Abfolge und der Umsetzbarkeit der Maßnahmen in die Einordnung ein. Die Ergebnisse zeigen die Schritte auf dem Transformationspfad zum Erreichen des Zielszenarios.

Dies stellt sicher, dass die ausgewählten Maßnahmen nicht nur effektiv zur Reduktion der Treibhausgasemissionen beitragen, sondern auch von der Verbandsgemeinde getragen und festgesetzt werden, indem sie in einer logischen Reihenfolge festgehalten werden. So wird ein strukturierter und zielgerichteter Ansatz für die kommenden fünf Jahre gewährleistet.

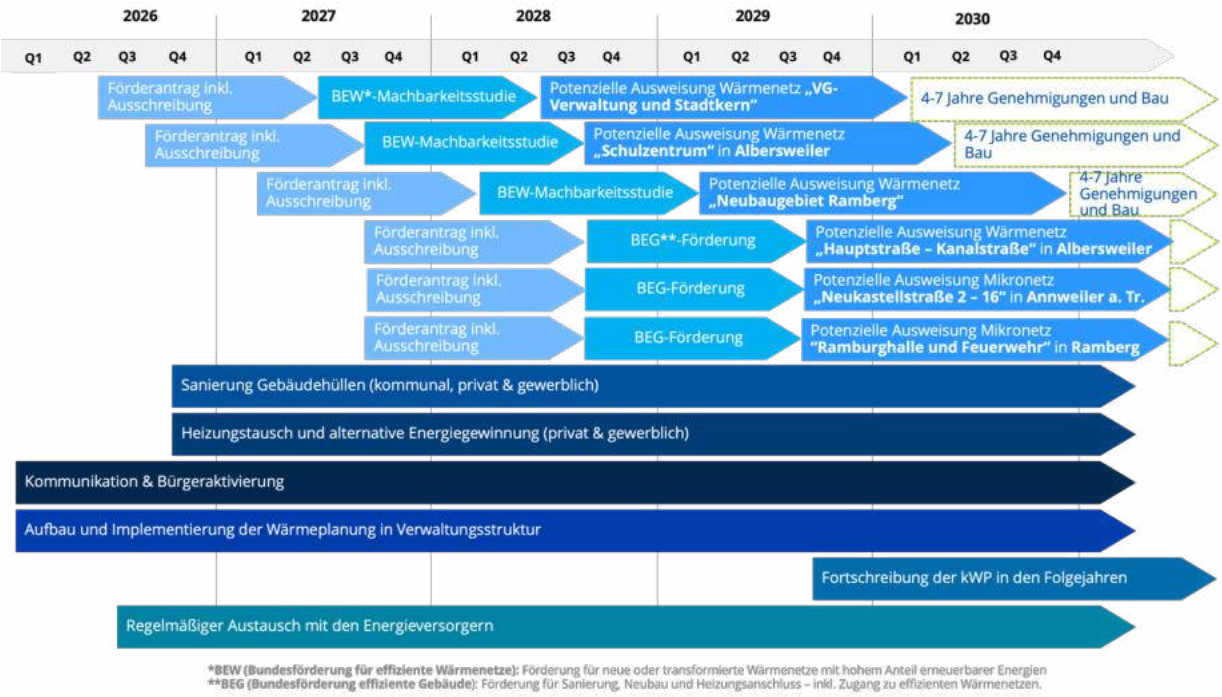


Abbildung 54: Transformationspfad der VG Annweiler am Trifels bis 2030

Im Anschluss an die Verabschiedung des kommunalen Wärmeplans sollte demnach ab Q1 2026 mit der Umsetzung kommunikativer Maßnahmen und der Bürgeraktivierung begonnen werden. Dazu zählt auch die Vorbereitung entsprechender Maßnahmen. In der VG Annweiler am Trifels liegt die Priorität in diesem Bereich bei den Maßnahmen zur Aktivierung der Bürgerschaft in den Bereichen der Sanierung und der erneuerbaren Energien (z.B. PV-Aufdachanlagen) und der Prüfung kommunaler Förderungen für Bürgerinnen und Vereine.

Ebenfalls sollte ab dem Beschluss des Wärmeplans die Verstetigung der Inhalte des Wärmeplans in die Verwaltungsstruktur erfolgen, bzw. vertieft werden. Ab Q3 2026 sollten Maßnahmen zur Sanierung von Gebäuden und dem Heizungstausch vorbereitet werden, sodass spätestens in Q4 2026 mit der Umsetzung gestartet werden kann. Hier sind innerhalb der Verbandsgemeinde zunächst die kommunalen Gebäude anzugehen, um ihre Vorbildfunktion zu stärken. Die Aktivierung privater Haushalte ist bereits in den kommunikativen Maßnahmen inbegriffen.

Während der Umsetzung sollte ein regelmäßiger Austausch mit den regionalen Energieversorgern stattfinden, um sich bezüglich der Netzentwicklung und der Wärmewende abzustimmen. Diesen Austausch gilt es bereits im Jahr 2026 zu initiieren und in regelmäßigen Abschnitten (ein bis zwei Treffen im Jahr) zu vertiefen.

Spätestens nach fünf Jahren ist der kommunale Wärmeplan einer Kommune fortzuschreiben. Da die Erstellung des Wärmeplans im Jahr 2025 durchgeführt wurde, wird diese Fortschreibung zum Jahr 2030 fällig. Bei der Fortschreibung ist der Wärmeplan sind Kennwerte wie die Energie- und Treibhausgasbilanz des Wärmebereichs zu aktualisieren, sowie die bestehenden Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog zu prüfen. Änderungen in den rechtlichen Rahmenbedingungen sowie Innovationen und technologischer Fortschritt können zu Änderungen der im Maßnahmenkatalog aufgeführten Projekte führen.

Mit der Antragsstellung für die Förderung von Machbarkeitsstudien für die identifizierten Wärmenetzprüfgebiete und Prüfgebiete für Mikronetze sollte Ende Q2 2026 für das Fokusgebiet „VG-Verwaltung und Stadtkern“ in der Stadt Annweiler am Trifels gestartet werden. Zeitgleich sollte die Förderantragsstellung für das Fokusgebiet „Schulzentrum“ in der Ortsgemeinde Albersweiler gestartet werden, sodass hier Ende Q3 2026 in die Antragsstellung gestartet werden kann. Je nach der Entwicklung des Neubaugebiets in der Ortsgemeinde Ramberg, das ebenfalls als ein Fokusgebiet ausgewiesen wurde, wird davon ausgegangen, dass mit der Förderantragsstellung der Machbarkeitsstudie in Q1 2027 erfolgen kann. Alle weiteren Prüfgebiete für Wärmenetze und Mikronetze sollten etwa in Q3 2027 in die Förderantragsstellung gehen, damit eine Umsetzung innerhalb der kommenden fünf Jahre gestartet werden kann. Wichtig anzumerken ist, dass während der Prüfung der Gebiete erst die Wirtschaftlichkeit der Wärmenetze und Mikronetze überprüft wird. Die Priorisierung dieser Maßnahmen aus dem Wärmeplan ist lediglich eine Empfehlung zur Prüfung der weiteren Schritte und somit nicht rechtlich bindend.

Zusammenfassung der Wärmewendestrategie

Die Wärmewendestrategie bietet einen Ansatz zur Dekarbonisierung des Wärmesektors, unterteilt in kurzfristige (innerhalb von fünf Jahren) und langfristige Ziele (innerhalb von zehn Jahren oder bis zum Zieljahr), und dient als Leitfaden für nachhaltige Wärmelösungen zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung.

Die Wärmewendestrategie in der VG Annweiler am Trifels fokussiert sich auf fünf Säulen:

1. **Wärmenetzprüfgebiete:** Prüfung des Auf- und Ausbaus der Wärmenetze und Mikrowärmenetze
2. **Sanierung Gebäudehüllen:** Sanierungsmaßnahmen von mind. 1,6 % der Gebäude pro Jahr zur Reduzierung des Energieverbrauchs
3. **Heizungstausch:** Umstellung von Heizungssystemen und Hybridlösungen auf klimafreundliche Anlagen
4. **Organisatorische Maßnahmen:** Integration der kommunalen Wärmeplanung in den Verwaltungsablauf und Zusammenarbeit mit relevanten Akteuren
5. **Aufklärung der Bürger:** Unterstützung und Informierung zur Umstellung auf klimafreundliche, dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen

Im Anschluss an die Entwicklung der Strategie wurden Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und Dekarbonisierung der Wärmeversorgung abgeleitet und in Maßnahmensteckbriefen ausformuliert. Danach erfolgte eine Priorisierung der Maßnahmen und eine Festlegung von Fokusgebieten sowie die Überführung der Maßnahmen auf einen Transformationspfad.

Die daraus abgeleiteten priorisierten Maßnahmen der VG Annweiler am Trifels sind folgende:

- **Fokusgebiet 1:** Wärmenetzprüfgebiet „VG-Verwaltung und Stadtkern“ in der Stadt Annweiler am Trifels
- **Fokusgebiet 2:** Wärmenetzprüfgebiet „Schulzentrum“ in Albersweiler
- **Fokusgebiet 3:** Wärmenetzprüfgebiet „Neubaugebiet Ramberg“ in Ramberg
- Wärmenetzprüfgebiet „Hauptstraße – Kanalstraße“ in Albersweiler
- Prüfgebiet Mikronetz „Neukastellstraße 2 – 16“ in der Stadt Annweiler am Trifels
- Prüfgebiet Mikronetz „Ramburghalle und Feuerwehr“ in Ramberg
- Energetsiche Sanierung im privaten Bereich
- PV-Aufdachanlagen (Bürger)
- Prüfung kommunaler Förderung von Bürgern und Vereinen

Darüber hinaus wurden für die organisatorischen Maßnahmen der VG Annweiler am Trifels folgende priorisiert:

- Energiemanagement für kommunale Liegenschaften
- Interkommunale Zusammenarbeit
- Aufbau Flächenmanagement (insbesondere auch mit den Energieversorgern)

Die Umsetzung der priorisierten Maßnahmen in der kommunalen Wärmeplanung ist von entscheidender Bedeutung, um die Energieeffizienz zu steigern und die Klimaziele der VG Annweiler am Trifels zu erreichen. Durch gezielte Maßnahmen können Gemeinden ihren CO_2-Ausstoß reduzieren und die Lebensqualität ihrer Bürgerinnen und Bürger verbessern. Um diesen Prozess zu unterstützen, ist es unerlässlich, die identifizierten und priorisierten Maßnahmen gezielt voranzutreiben. Damit werden alle Verantwortlichen und Entscheidungsträger aufgerufen, die Dringlichkeit zu erkennen und konkrete Schritte für eine nachhaltige Wärmeversorgung in Ihrer Verbandsgemeinde voranzutreiben. Handeln Sie jetzt und gestalten Sie eine klimafreundliche Zukunft für die Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels!

4. Controlling und Verstetigung

4.1.1. Systematik des Controlling-Konzepts

Ein wirksames Controlling-Konzept bildet einen zentralen Bestandteil der strategischen Umsetzung des kommunalen Wärmeplans. Es dient der systematischen Steuerung, Überwachung und Evaluation der definierten Maßnahmen sowie der kontinuierlichen Fortschrittskontrolle hinsichtlich der gesetzten Ziele zur Umsetzung des Wärmeplans. Dabei stellt es sicher, dass die Maßnahmen der kommunalen Wärmewendestrategie effizient und fristgerecht realisiert werden. Das Controlling schafft zudem eine belastbare Grundlage für die Fortschreibung der Planungen und ermöglicht eine zielgerichtete Rückkopplung in verwaltungsinterne und politische Entscheidungsprozesse.

Grundsätzlich unterscheidet das Controlling-Konzept der Wärmeplanung der VG Annweiler am Trifels zwei Herangehensweisen, die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung als komplementär anzusehen sind: der sogenannte Top-Down- und der Bottom-Up-Ansatz. Das Top-Down-Controlling ist strategisch ausgerichtet und basiert auf übergeordneten Zielvorgaben – bspw. den im Wärmeplanungsgesetz oder Klimaschutzgesetz verankerten Treibhausgas-Minderungszielen. Es überprüft, inwieweit die auf kommunaler Ebene entwickelten Maßnahmen zur Erreichung dieser Vorgaben beitragen. Die Steuerung erfolgt hierbei zentral durch eine zuständige Stelle in der Verbandsgemeinde. Demgegenüber steht das operativ orientierte Bottom-Up-Controlling, das einzelne Maßnahmen, lokale Entwicklungen und Projektfortschritte erfasst. Es beruht auf Rückmeldungen aus der Projektumsetzung, etwa durch Vorhabenträger, Energieberaterinnen und -berater oder durch digitale Monitoringinstrumente wie Wärmekataster, Bürgerumfragen oder Energieberichte.

Jede im Zuge der Wärmewendestrategie entwickelten Maßnahmen wurde systematisch den Top-Down- und Bottom-Up-Kategorien zugeordnet und die zu kontrollierenden Kennzahlen festgelegt. So sind bspw. die regelmäßige CO_2-Bilanzierung, der Aufbau eines kommunalen Flächenmanagements sowie das Monitoring des Endenergieverbrauchs kommunaler Liegenschaften dem Top-Down-Controlling zuzuordnen. Dagegen fallen die Fortschrittsdokumentation bei der Umsetzung der Wärmenetze, Rückmeldungen zur Gebäudeenergieberatung oder die Bewertung der Sanierungsquote in Quartieren in den Bereich des Bottom-Up-Controllings.

M 6 Energiemanagementsystem kommunaler Liegenschaften	
Controlling-Ansatz	Top-Down
Ziel	Reduktion des Wärmebedarfs bis 2045 um 26 %
Relevante Kennzahlen	Energieverbrauch je m², Kosten, CO_2-Bilanz
Involvierte Akteure	Gebäudemanagement, Energiecontrolling
Erfolgsfaktoren	Politischer Rückhalt und gesicherte Finanzierung, Integration in langfristige Gebäudestrategie, Fachkundige Projektsteuerung und Baubegleitung, Nutzung von Förderprogrammen (z. B. KfW, BEG)
Erfassung	Energiemonitoring-Software, Verbrauchsanalysen, Energieberichte
Zuständigkeit	Energiemanagement

Abbildung 55: Beispiel des Controllings an einer Einzelmaßnahme

4.1.2. Herausforderungen im Controlling

Die Implementierung eines wirkungsvollen Controlling-Konzepts in der kommunalen Wärmeplanung ist mit einer Reihe praktischer und organisatorischer Herausforderungen verbunden, die es im Rahmen der Verstetigungsstrategie (siehe Kapitel 4.1.3) gezielt zu adressieren gilt.

Ein zentrales Hemmnis stellt der Zugang zu relevanten Daten dar. In vielen Fällen liegen Verbrauchsdaten nicht in ausreichender Qualität oder Aktualität vor. Unterschiedliche Erhebungsformate, uneinheitliche Datenquellen und nicht standardisierte Schnittstellen können die Widerspruchsfreiheit der Auswertung erschweren. Zudem ist im Umgang mit personenbezogenen oder gebäudebezogenen Daten die Einhaltung der Datenschutzvorgaben sicherzustellen, was zusätzliche technische und rechtliche Anforderungen mit sich bringt.

Ein weiteres Problem besteht in der schwierigen Messbarkeit des Beitrags einzelner Maßnahmen zur Treibhausgasminderung. Insbesondere sogenannte „weiche“ Maßnahmen, wie Informationskampagnen, Beratungsangebote oder Beteiligungsformate, sind hinsichtlich ihrer messbaren Wirkung nur bedingt erfassbar. Dies erschwert die Bewertung ihrer Effektivität und kann zu Unsicherheiten bei der Priorisierung und Fortschrittskontrolle führen.

Den Herausforderungen der Messbarkeit, kann mit der zielgerichteten Auswahl geeigneter Indikatoren und Kennzahlen begegnet werden, die regelmäßig erfasst werden und eine transparente Bewertung des Fortschritts ermöglichen. Besonders geeignet sind dafür Maßnahmen, die quantifizierbar sind, wie der Ausbau erneuerbarer Energien, die Entwicklung des Endenergieverbrauchs, die Reduktion der CO_2-Emissionen sowie die Sanierungsaktivitäten im Gebäudebestand. Auch der Fortschritt beim Ausbau erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung sollte als zentrale Maßnahme der kommunalen Wärmeplanung systematisch überwacht werden. Relevante Indikatoren umfassen die Brennstoffverteilung zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser, den Anteil fossiler Energieträger sowie die damit verbundenen CO_2-Emissionen. Ebenso wird die Entwicklung des Endenergieverbrauchs in den verschiedenen Sektoren – Wohnen, Gewerbe und Industrie – beobachtet, um Einsparpotenziale zu identifizieren. Hierzu zählen insbesondere die jährlichen Verbräuche für Raumwärme, Warmwasser und Strom. Zur Bewertung der Treibhausgasreduktionen werden sowohl die absoluten CO_2-Emissionen (in Tonnen CO_2-Äquivalent) als auch die spezifischen Emissionen pro Kopf und pro Quadratmeter Nutzfläche herangezogen. Ergänzend dient die Sanierungsrate und -tiefe als Indikator für den Fortschritt der energetischen Gebäudesanierung. Hierbei werden die Anzahl und Art der umgesetzten Maßnahmen, die sanierten Nutzflächen sowie die daraus resultierenden Energiekennzahlen berücksichtigt. Darüber hinaus ermöglichen Analysen nach Baualtersklassen ein differenziertes Bild der erzielten Fortschritte innerhalb des Gebäudebestands.

Eine weitere Herausforderung stellt eine unzureichende Kommunikation zwischen den beteiligten Akteuren – sowohl intern innerhalb der Verwaltung als auch extern mit Dienstleistern, Netzbetreibern oder der Zivilgesellschaft –dar. Fehlende Schnittstellen, mangelnder Informationsaustausch und unterschiedliche Erwartungshaltungen können zu Reibungsverlusten führen und die Wirksamkeit der Maßnahmen beeinträchtigen. Darüber hinaus sind Verantwortlichkeiten für die Datenpflege und die Berichterstattung innerhalb der Verwaltung häufig nicht eindeutig zugewiesen. Dies betrifft insbesondere die regelmäßige Fortschreibung von Kennzahlen, die Pflege von Monitoring-Tools sowie die strukturierte Aufbereitung von Informationen für Politik und Öffentlichkeit. Ohne klare organisatorische Zuständigkeiten besteht das Risiko von Informationslücken und Verzögerungen im Controlling-Prozess. Hierzu ist fachlich

geeignetes Personal mit passenden zeitlichen Ressourcen entsprechend zu der jeweiligen Dringlichkeit der Aufgaben notwendig.

Um diesen Kommunikationsdefiziten vorzubeugen, empfiehlt sich die Etablierung eines strukturierten Energiemanagementansatzes. Ein solches Konzept ermöglicht die systematische Identifikation und Priorisierung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienz. Insbesondere die regelmäßige Organisation von Workshops und Schulungen für alle Beteiligten – darunter Verwaltungsmitarbeitende, lokale Unternehmen, politische Mandatsträger und interessierte Bürger – fördert das Bewusstsein für energieeffiziente Maßnahmen und stärkt die Akzeptanz der Wärmewende vor Ort. Gleichzeitig wird durch den gezielten Wissensaustausch die praktische Umsetzung der Wärmeplanung verbessert. Eine zentrale Koordinationsstelle, wie beispielsweise das Klimaschutzmanagement ist entscheidend für die erfolgreiche Steuerung und Überwachung des Wärmeplans. Diese fungiert als Schnittstelle zwischen Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Bürgerschaft und trägt wesentlich zu einer kohärenten Umsetzung der Ziele bei. Darüber hinaus bieten Zertifizierungssysteme wie der European Energy Award (EEA) oder die Zertifizierung für nachhaltige Quartiere der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) wertvolle Unterstützung. Diese Auszeichnungen dienen nicht nur der Qualitätssicherung und Zielkontrolle, sondern erhöhen auch die Glaubwürdigkeit und Motivation aller Beteiligten. Der European Energy Award ermöglicht etwa eine systematische Bewertung der Fortschritte in der kommunalen Energiepolitik und bietet praxisnahe Orientierungshilfen zur weiteren Optimierung. Durch die Integration solcher Instrumente kann die VG Annweiler am Trifels ihren Weg hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung sichtbarer, strukturierter und effektiver gestalten. Es wird empfohlen, diese Management- und Zertifizierungsmöglichkeiten kontinuierlich zu evaluieren und an die spezifischen Bedürfnisse der Kommune anzupassen.

Zur Inspiration und Orientierung für die kommunale Wärmeplanung in der VG Annweiler am Trifels dient beispielsweise die Auszeichnung der Verbandsgemeinde Wörrstadt mit dem European Energy Award. Die Verbandsgemeinde Wörrstadt erhielt den Preis 2017 als erste Verbandsgemeinde Deutschlands. Innerhalb von nur 20 Monaten etablierte sie ein integriertes Energiemanagementsystem, das Energieeffizienz, erneuerbare Energien und Klimaschutz organisatorisch verankert. Ein bereichsübergreifendes Energieteam koordinierte die Maßnahmen, unterstützt durch eine fest verankerte Zuständigkeit im Verwaltungsstellenplan – ein Beispiel für strukturelle Innovation im kommunalen Klimaschutz. Die VG führte systematische Prozesse zur Bewertung, Steuerung und Fortschrittskontrolle ein. Geplant und umgesetzt wurden u. a. der Ausbau der Ladeinfrastruktur, die Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED, die Optimierung des Gebäudemanagements sowie Quartierskonzepte mit Bürgerbeteiligung. Das Projekt zeigt, dass eine starke Integration eines Controlling-Konzepts in bestehende Verwaltungsprozesse und Fachsysteme wesentlich dazu beitragen kann, die Wirkung des Instruments zu erhöhen und die Wärmewendeziele gezielt zu unterstützen. Eine enge funktionale Verknüpfung mit der Haushaltsplanung, der Liegenschaftsverwaltung und dem Bauplanungswesen fördert die institutionelle Verankerung der Klimaschutzziele in der kommunalen Gesamtstrategie und schafft damit eine solide Grundlage für eine langfristig wirksame Umsetzung. Gleichzeitig erfordert die kommunale Wärmeplanung eine ausgewogene Betrachtung von Investitionsaufwand und langfristigem Nutzen: Maßnahmen wie der Ausbau erneuerbarer Energien, der Aufbau von Wärmenetzen oder die energetische Sanierung von Gebäuden gehen zwar mit hohen Anfangskosten einher, bieten jedoch erhebliche ökologische und ökonomische Vorteile. Durch die Reduktion des Endenergieverbrauchs können Energiekosten nachhaltig gesenkt und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern verringert werden, während die Kommune eine Vorreiterrolle im kommunalen Klimaschutz einnimmt. Darüber hinaus stärkt die Einbindung regionaler Unternehmen die lokale Wertschöpfung und unterstützt die wirtschaftliche Entwicklung vor Ort. Förderprogramme auf Landes- und Bundesebene, wie die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), helfen, finanzielle Belastungen für Kommune und Bürger zu mindern. Eine

transparente Darstellung der Kosten-Nutzen-Verhältnisse in regelmäßigen Fortschrittsberichten oder Re-Evaluierungen (mindestens alle fünf Jahre gemäß Wärmeplanungsgesetz) schafft zusätzlich Vertrauen, verdeutlicht die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen und wird durch die zentrale Koordinierungsstelle im Klimaschutzmanagement verantwortet.

Zur erfolgreichen Umsetzung des Controlling-Konzepts sind daher klare Zuständigkeiten, standardisierte Datenprozesse, eine stringente Systemintegration sowie ein kontinuierlicher, strukturierter Dialog zwischen allen relevanten Akteuren erforderlich. Die genannten Erfolgsfaktoren wurden in der Verwaltungsspitze der Verbandsgemeinde thematisiert. Die Verwaltung möchte die Herausforderungen des Controllings beachten und entsprechende Maßnahmen treffen, um das Controlling bestmöglich zu gewährleisten.

4.1.3. Verstetigung

Die erfolgreiche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung erfordert nicht nur eine initiale Strategieentwicklung, sondern insbesondere auch eine dauerhafte Verankerung in den laufenden Verwaltungsprozessen. Ziel ist es, die Wärmewende als kontinuierliche kommunale Aufgabe zu institutionalisieren und durch geeignete Strukturen, Routinen und digitale Werkzeuge langfristig wirksam zu gestalten.

Ein zentraler Baustein ist die fortlaufende Pflege und Weiterentwicklung des digitalen Zwillings der VG Annweiler am Trifels. Dieser dient als dynamisches Abbild der konstruierten Umwelt und bildet die Grundlage für eine fakten- und datenbasiert Planung, Steuerung und Visualisierung von Maßnahmen. Die kontinuierliche Aktualisierung des Modells ermöglicht eine präzise Fortschreibung des Wärmeplans und eine koordinierte Integration mit anderen Fachplanungen, insbesondere der Stadtentwicklung.

Zur operativen Maßnahmenverfolgung werden die im Wärmeplan definierten Maßnahmen systematisch in das Projektmanagement-Tool „Monday“ überführt. Dies erlaubt eine klare Zuordnung von Verantwortlichkeiten auch mit externen Partnern, Terminen und Umsetzungsständen. Durch die Kopplung mit bestehenden Aufgaben der Stadtentwicklungsplanung können Synergien genutzt und Zielkonflikte frühzeitig erkannt werden. Die transparente Dokumentation der Ergebnisse für alle relevanten Beteiligten erfolgt über die genutzte Softwareumgebung. Dadurch wird ein gemeinsames Lagebild geschaffen, das sowohl verwaltungsintern als auch gegenüber externen Akteuren eine einheitliche Informationsgrundlage bietet.

Zur Verstetigung des Austauschs findet mindestens einmal jährlich ein strukturiertes Treffen zwischen der Verbandsgemeindeverwaltung, lokalen Versorgungsunternehmen, dem Netzbetreiber und der Wirtschaft in der VG Annweiler am Trifels statt. Ziel dieses Formats ist es, Fortschritte zu evaluieren, Schnittstellen zu identifizieren und Handlungsbedarfe frühzeitig zu adressieren. Ergänzt wird dies durch die regelmäßige Begleitung einer öffentlichen Wärmeplanungsveranstaltung, die der Information und Aktivierung der Gesellschaft dient. Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung erfolgen je nach Maßnahme veranlasst durch und in enger Abstimmung mit dem Klimaschutzmanagement der Verbandsgemeinde und beinhalten auch Briefings für politische Vertreterinnen und Vertreter.

Ein zentrales Dokument der Verstetigung ist der jährliche Controlling-Bericht zur Umsetzung der Wärmeplanung. Dieser wird als Präsentation im zuständigen politischen Gremium vorgestellt, mit dem Klimaschutzmanagement abgestimmt und bei Bedarf durch eine mündliche Erläuterung

ergänzt. Zusätzlich erfolgt alle zwei Monate ein Jour fixe zur interdisziplinären Abstimmung über den Stand und die Weiterentwicklung der Maßnahmen im Kontext der Wärmewende mit den lokalen Energieversorgern.

Zur kommunikativen Einbindung relevanter Akteure, wird die Stakeholder-Liste regelmäßig aktualisiert und neu priorisiert. Dies ermöglicht eine zielgerichtete Ansprache und verbessert die Steuerungsfähigkeit. Die Dokumentation der Austausche und der Veranstaltungen wird transparent für die Verbandsgemeindespitze und Klimaschutzmanagement aufbereitet und fortlaufend gepflegt. Abschließend wird die Treibhausgas-Wärmebilanz fortgeschrieben. Hierfür werden aktuelle Daten der Energieversorger eingeholt, aufbereitet und in das digitale Controlling überführt. Dadurch wird sichergestellt, dass die VG Annweiler am Trifels über eine belastbare Datengrundlage zur Erfolgskontrolle und Nachjustierung der Strategie verfügt.

Literaturverzeichnis

Agora Energiewende, ifok, & BPIE. (2024). *Serielle Sanierung. Effektiver Klimaschutz in Gebäuden und neue Potenziale für die Bauwirtschaft*. Abgerufen am Juli 2025 von https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2023/2023-11_DE_Serielle_Sanierung/A-EW_323_Serielle_Sanierung_WEB.pdf?utm_source=chatgpt.com

Bundesanstalt für Gewässerkunde. (o.J.). *Geoportal der BfG*. Abgerufen am Juli 2025 von https://geoportal.bafg.de/ggina-portal/

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz & Bundesamt für Justiz. (16. 10 2023). *Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist*. Abgerufen am Juli 2025 von Gesetze im Internet: https://www.gesetze-im-internet.de/geg/

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz & Bundesamt für Justiz. (07. 2025 2023). *Bundesfernstraßengesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. Juni 2007 (BGBl. I S. 1206), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 22. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 409) geändert worden ist*. Abgerufen am Juli 2025 von Gesetze im Internet: https://www.gesetze-im-internet.de/fstrg/BJNR009030953.html

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz & Bundesamt für Justiz. (20. 12 2023). *Wärmeplanungsgesetz vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 | Nr. 394)*. Abgerufen am Juli 2025 von Gesetze im Internet: https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz & Bundesamt für Justiz. (20. 12 2023). *Wärmeplanungsgesetz vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 | Nr. 394)*. Abgerufen am Juli 2025 von Gesetze im Internet: https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz & Bundesamt für Justiz. (2025). *Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Februar 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 52) geändert worden ist*. Abgerufen am Juli 2025 von Gesetze im Internet: https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/

Bundesministerium der Justiz, Bundesamt für Justiz. (20. 12 2023). *Wärmeplanungsgesetz vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394)*. Abgerufen am 11. 11 2025 von https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) & Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) (Hrsg.). (2024). *Leitfaden Wärmeplanung. Empfehlungen zur methodischen Vorgehensweise für Kommunen und andere Planungsverantwortliche.* Abgerufen am Juli 2025 von kww-halle.de: https://api.kww-halle.de/fileadmin/PDFs/Leitfaden_Wärmeplanung_final_17.9.2024_geschützt.pdf

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. (18. 10 2022). *Technischer Annex der Kommunalrichtlinie: inhaltliche und technische Mindestanforderungen im Rahmen der Nationalen KLimaschutzinitiative (NKI) vom 22. November 2021 mit Änderung vom 18. Oktober 2022.* Abgerufen am Juli 2025 von klimaschutz.de: https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/20221101_NKI_Kommunalrichtlinie_Technischer-Annex.pdf

Energieagentur Rheinland-Pfalz. (2023). *Energiesteckbrief Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels 2023*. Abgerufen am Dezember 2025 von Energieatlas: https://www.energieatlas.rlp.de/earp/energiesteckbriefe/energiesteckbrief/0733701000/2023/

GeoNetwork opensource. (o.J.). *Geodatenkatalog*. Abgerufen am Juli 2025 von https://www.geodatenkatalog.de/gdi-de/srv/ger/catalog.search#/home

Groundwater Engineering Research Group. (o.J.). *G.POT Geothermal POTential*. Abgerufen am Juli 2025 von https://areeweb.polito.it/ricerca/groundwater/research/geothermal-energy/gpot/

ifeu. (November 2019). *BISKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal. Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland.*

Kurzfassung. Abgerufen am Juli 2025 von https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/BISKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf

KEA-BW. (2020). *Statusbericht kommunaler Klimaschutz in Baden-Württemberg. Erste Fortschreibung.* Abgerufen am Juli 2025 von https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Kommunaler_Klimaschutz/Wissensportal/Statusbericht_KKS/Statusbericht_kommunaler_Klimaschutz_2020.pdf

KommWis - Gesellschaft für Kommunikatio und Wissenstransfer mbH. (31. 12 2023). *Gemeindestatistik VG Annweiler am Trifels*. Abgerufen am 12 2025 von https://ewois.de/Statistik/user/htmlgen.php?stichtag=31.12.2023&ags=33701000&type=VG&linkags=0733701000

Kompetenzzentrum Nachhaltiger Konsum. (07. 04 2025). *Kohlenstoffdioxid-Fußabdruck pro Kopf in Deutschland*. Abgerufen am Juli 2025 von Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit: https://www.bundesumweltministerium.de/media/kohlenstoffdioxid-fussabdruck-pro-kopf-in-deutschland

Landkreis Mainz-Bingen. (o.J.). *Masterplan Klimaschutz im Landkreis Mainz-Bingen - Kurzbeschreibung.* Abgerufen am Juli 2025 von https://www.mainz-bingen.de/default-wAssets/docs/Bauen-Energie-Umwelt/Umwelt-und-Energieberatungszentrum/Klimaschutz/Masterplan/Berichte/230620_Kurzbeschreibung-Endbericht-LKMB.pdf#page=11

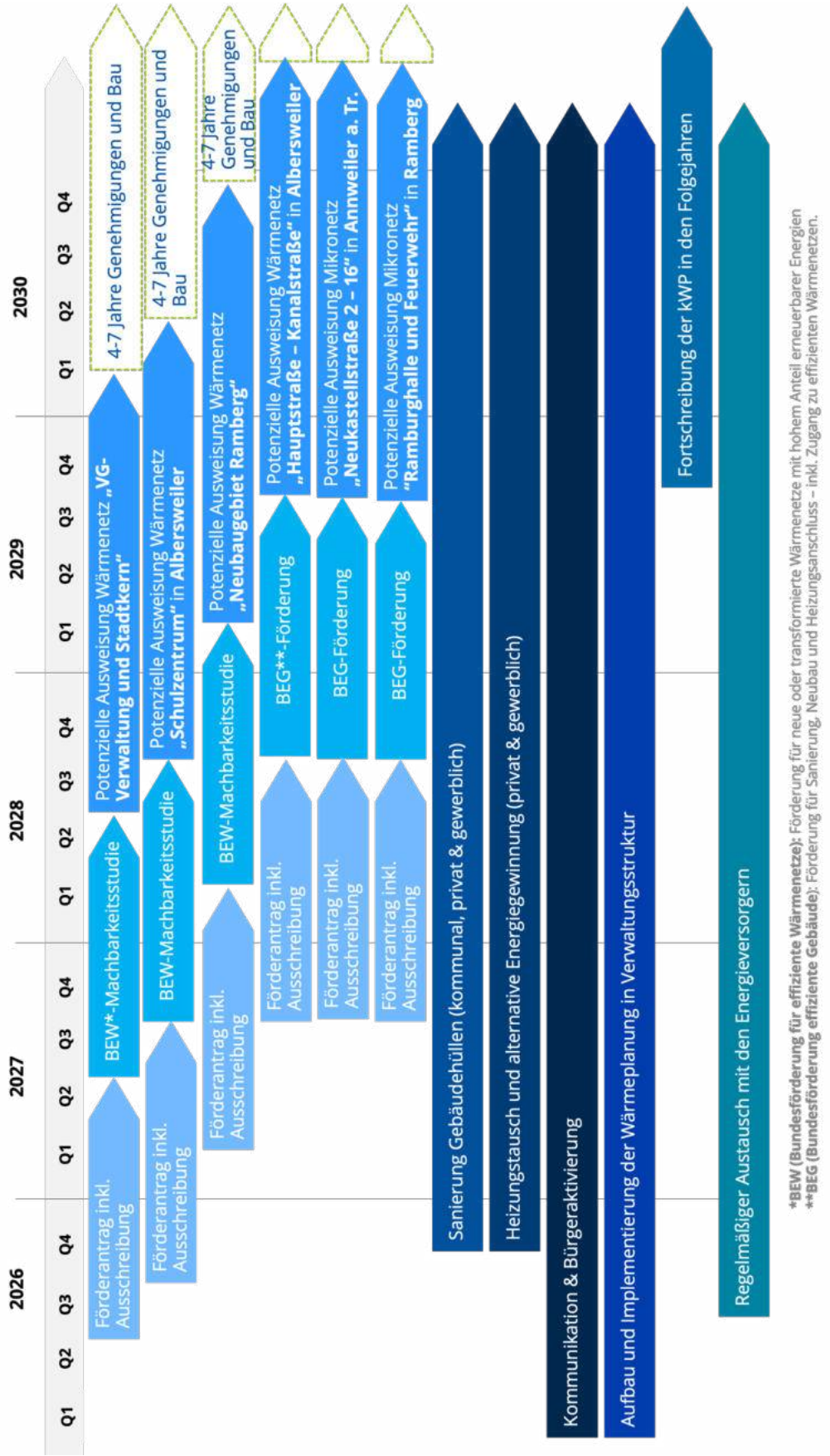
Langreder, N., Lettow, F., Sahnoun, M., Kreidelmeyer, S., Wünsch, A., Lengning, S., & et al. (2024). *Technikkatalog Wärmeplanung. Hg.v.ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbB, Prognos AG, et al., im Afutrag des BMWK.* Online verfügbar unter [https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung]: zuletzt geprüft am 30.07.2025.

LIAG-Institut für Angewandte Geophysik. (o.J.). *Geothermisches Informationssystem*. Abgerufen am Juli 2025 von https://www.geotis.de/homepage/references#gebietGeothermPot

Loga, T., Stein, B., Diefenbach, N., & Born, R. (2015). *Deutsche Wohngebäudetypolotgie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. Zweite Auflage.* (I. W. (IWU), Hrsg.) online unter: https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcope/2015_IWU_LogaEtAl_Deutsche-Wohngebäudetypologie.pdf. Abgerufen am 29.09.2025.

Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz. (2022). *Statistisches Jahrbuch 2022.* Abgerufen am Juli 2025 von https://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/jahrbuch/Jahrbuch_2022_Internet.pdf

Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz. (2023). *Verfügbares Einkommen 2021 steigt in nahezu allen Verwaltungsbezirken*. Abgerufen am August 2025 von https://www.statistik.rlp.de/nachrichten/nachichtendetailseite/verfuegbares-einkommen-2021-steigt-in-nahezu-allen-verwaltungsbezirken

Anhang

Anhang 2: Transformationspfad der Verbandsgemeinde Annweiler am Trifels bis 2040