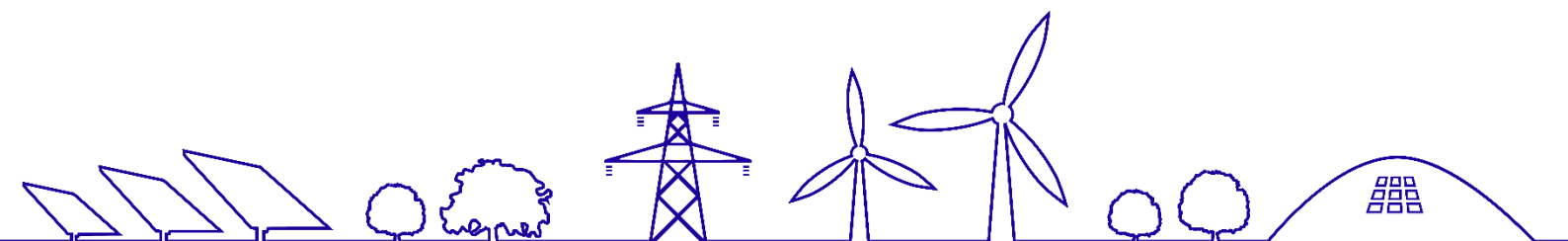


Kommunale Wärmeplanung der Stadt Todtnau

Ergebnisbericht zum Fachgutachten
April 2025



Auftraggeberin: Stadt Todtnau
Rathausplatz 1
79670 Todtnau

Erstellt durch: badenovaNETZE GmbH
Tullastraße 61
79108 Freiburg



Projektteam: Marc Krecher (Projektleiter)
Daniel Baumann

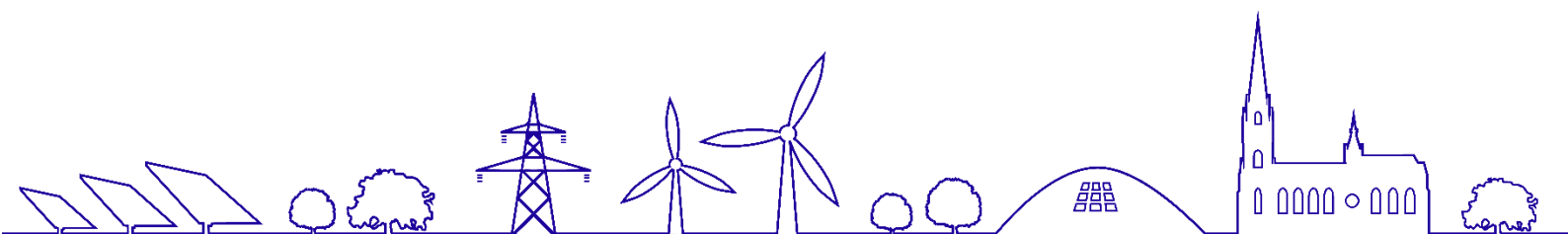
Smart Geomatics Informationssysteme GmbH
Ebertstraße 8
76137 Karlsruhe



Freiburg, 02. April 2025

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in diesem Bericht auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Begleitend und parallel zum Ergebnisbericht werden im Methodenbericht die Vorgehensweisen und Datenquellen beschrieben. Die Kapitelnummerierung stimmt in beiden Berichten überein.



Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	III
TABELLENVERZEICHNIS	V
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
ZIELSETZUNG UND VORGEHEN DER KOMMUNALEN WÄRMEPLANUNG	1
1. BESTANDSANALYSE	3
1.1 STRUKTUR DER STADT TODTNAU	3
1.2 ERFASSUNG DES GEBÄUDEBESTANDS	4
1.3 AKTUELLE VERSORGUNGSSTRUKTUR	8
1.4 WÄRMEBEDARF DER GEBÄUDE	13
1.5 ENDENERGIEVERBRAUCH WÄRME	14
1.6 SEKTORENKOPPLUNG UND STROMBEDARFSDECKUNG	20
1.7 ERNEUERBARE GASE	21
1.8 KENNZAHLEN DER BESTANDSANALYSE	22
2. POTENZIALANALYSE	24
2.1 ENERGIEEINSPARUNG	24
2.2 STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	24
2.3 ERNEUERBARE ENERGIEEN FÜR DIE WÄRMEVERSORGUNG	28
2.4 ERNEUERBARE ENERGIEEN FÜR DIE STROMERZEUGUNG	33
2.5 ERNEUERBARE GASE	37
2.6 ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE	37
3. ZIELSZENARIO KLIMANEUTRALER GEBÄUDEBESTAND 2040	42
3.1 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN DES ZIELSZENARIOS	42
3.2 ZUKÜNFTIGER WÄRMEBEDARF 2030 UND 2040	43
3.3 DECKUNG DES ZUKÜNFTIGEN WÄRMEBEDARFS NACH ENERGIETRÄGERN	44
3.4 ENTWICKLUNG DER WÄRMEBEDINGTEN THG-EMISSIONEN IM ZIELSZENARIO	48
3.5 STROMBEDARFSDECKUNG IM ZIELSZENARIO	48
3.6 ZUKÜNFTIGE VERSORGUNGSSTRUKTUR 2030 UND 2040	50
3.7 SZENARIO ZUR ZUKÜNFTIGEN ENTWICKLUNG DER LADEINFRASTRUKTUR FÜR ELEKTROAUTOS	51
3.8 TRANSFORMATION DES ERDGASNETZES	52
3.9 SENKEN FÜR RESTEMISSIONEN	52
3.10 KENNWERTE DES ZIELBILDES	53
4. KOMMUNALE WÄRMEWENDESTRATEGIE	57
4.1 KOMMUNALE HANDLUNGSFELDER FÜR DIE WÄRMEWENDE	57
4.2 MAßNAHMEN DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS 2024	59

5. AKTEURSBETEILIGUNG	65
5.1 AKTEURSANALYSE	65
5.2 BETEILIGUNGSKONZEPT	65
6. FORTSCHREIBUNG UND AUSBLICK.....	67
6.1 FORTSCHREIBUNG DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS	67
6.2 AUSBLICK	67
7. ENERGIE- UND TREIBHAUSGAS BILANZ.....	69
8. GLOSSAR	70
9. LITERATURVERZEICHNIS	74
10. ANHANG.....	77
10.1 STECKBRIEFE DER ORTSTEILE.....	77
10.2 GEBÄUDESTECKBRIEFE FÜR MUSTERSANIERUNGEN	102

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung des kommunalen Wärmeplans der Stadt Todtnau.....	2
Abbildung 2 – Gliederung der Stadt Todtnau (Hintergrundkarte: TopPlus-Web-Open/copyright)	3
Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Todtnau	5
Abbildung 4 – Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024).....	6
Abbildung 5 – Verteilung der Gebäudearten in Todtnau	7
Abbildung 6 – Wohngebäudestruktur in Todtnau (Quelle: Smart Geomatics GmbH, 2024)	8
Abbildung 7 – Gasnetzinfrastruktur von Todtnau und Schlechnau (Quelle: badenovaNETZE GmbH, 2024)	9
Abbildung 8 – Energieträgerverteilung der Heizanlagen und Fernwärmeanteil in Todtnau	10
Abbildung 9 – Einbaujahr der Zentralheizanlagen in Todtnau nach Energieträger (Datengrundlage: Schornsteinfegerstatistik).....	11
Abbildung 10 – Durchschnittliches Heizungsalter auf Baublockebene (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024).....	12
Abbildung 11 – Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024).....	13
Abbildung 12 – Wärmebedarf von Todtnau auf Baublockebene (Smart Geomatics GmbH, 2024)	14
Abbildung 13 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Sektoren (2021)	15
Abbildung 14 – Endenergieverbrauch für Wärme in Todtnau (2021)	15
Abbildung 15 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (2021)	17
Abbildung 16 – Kommunale Liegenschaften der Stadt Todtnau mit dem höchsten Wärmeverbrauch	18
Abbildung 17 – Endenergiebedarfsdichte von Todtnau (Smart Geomatics GmbH, 2024).....	19
Abbildung 18 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger.....	20
Abbildung 19 – Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK im Vergleich zum Stromverbrauch im Jahr 2021.....	21
Abbildung 20 – Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024)	26
Abbildung 21 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial	27
Abbildung 22 – Geologische Karte und Profilabfolgen bis 100 m Tiefe bei Todtnau - nach LGRB.....	30
Abbildung 23 – Erdwärmepotenzialkarte für das Szenario-Jahr 2040	31
Abbildung 24: Windvorranggebiete des Regionalverbands	34
Abbildung 25: Installierbare PV-Leistung auf Dachflächen	35
Abbildung 26 – Potenzialflächen für Freiflächen PV-Anlagen (Datenquelle: Regionalverband).....	36
Abbildung 27 – Stromerzeugungspotenziale mit Photovoltaik in Todtnau	36
Abbildung 28 – Schema der geplanten Wasserstoff-Infrastruktur in Südwestdeutschland (Quelle: RWE)	37
Abbildung 29 – Erneuerbare Strompotenziale in Todtnau.....	38

Abbildung 30 – Erneuerbare Wärmepotenziale in Todtnau	39
Abbildung 31 – Entwicklung des Energieverbrauchs für die Wärme nach Sektoren im Zielszenario	43
Abbildung 32 – Entwicklung der Energieträgerverteilung zentralen Wärmeversorgung (Fernwärme) in Todtnau im Zielszenario	44
Abbildung 33 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Energieträger im Zielszenario	45
Abbildung 34 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Erzeugungsart im Zielszenario	46
Abbildung 35 – Wärmeverbrauch nach Sektor und Energieträger im Jahr 2030	47
Abbildung 36 – Wärmeverbrauch nach Sektor und Energieträger im Jahr 2040	47
Abbildung 37 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario bis zum Jahr 2040	48
Abbildung 38 – Stromverbrauch im Zielszenario im Vergleich zum lokalen Stromerzeugungspotenzial	49
Abbildung 39 – Fernwärme-Eignungsgebiet der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Todtnau (Quelle: badenovaNETZE GmbH 2024)	50
Abbildung 40: Simulierte Anzahl Wallboxen in Todtnau im Jahr 2025	51
Abbildung 41 – European Hydrogen Backbone 2040 (European Hydrogen Backbone, 2023)	52
Abbildung 42 – Fernwärme-Eignungsgebiet und dezentrale Versorgung in der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Todtnau (Quelle: badenovaNETZE GmbH 2024)	77

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Endenergieverbrauch für Wärme der Stadt Todtnau nach Energieträger in Zahlen (2021).....	16
Tabelle 2 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse.....	23
Tabelle 3 – Energetisches Potenzial einiger landwirtschaftlichen Reststoffe in der Stadt Todtnau	29
Tabelle 4 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien in Todtnau	41
Tabelle 5 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2021	53
Tabelle 6 – Szenario Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2030	54
Tabelle 7 – Szenario Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2040	55
Tabelle 8 – Energieträgerverteilung der zentralen Wärmeversorgung über Wärmenetze	56

Abkürzungsverzeichnis

BlmSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
CCS	Carbon Capture and Storage
CO _{2e}	CO ₂ -Äquivalente
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EU	Europäische Union
FFÖ-VO	Freiflächenöffnungsverordnung
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GIS	Geographisches Informationssystem
GWP	Global Warming Potential
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH
ISONG-BW	Informationssystem für oberflächennahe Geothermie Baden-Württemberg
ITG	Institut für technische Gebäudeausrüstung
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
JAZ	Jahresarbeitszahl
KEA-BW	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LQS EWS	Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden
LUBW	Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg
MWh	Megawattstunde
PtG	Power-to-Gas
SCOP	Seasonal Coefficient of Performance
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
THG	Treibhausgas
TWW	Trinkwarmwasser
WSchV	Wärmeschutzverordnung

Zielsetzung und Vorgehen der kommunalen Wärmeplanung

Die Abmilderung des Klimawandels ist in Deutschland und in Baden-Württemberg seit 2011 zu einem prioritären Ziel ausgerufen worden. Für die als „Große Transformation“ bezeichnete nationale Politik ist vor allem die Dekarbonisierung der Energieversorgung von zentraler Bedeutung (WBGU, 2011). Während im Elektrizitätssektor durch den Ausbau der erneuerbaren Stromquellen, wie z.B. Windenergie und Photovoltaik bereits wesentliche Fortschritte gemacht wurden, wird sich nun auf die ebenso notwendige Wärmewende fokussiert. Im Jahr 2021 wurden rund 85 % der Wärme in Baden-Württemberg mit fossilen Wärmequellen, wie z.B. Heizöl und Erdgas erzeugt (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2022). Gleichzeitig sinkt der Wärmebedarf der Bestandsgebäude nur langsam, da energetische Sanierungen hohe Investitionskosten verursachen können.

Das Land Baden-Württemberg hat im Jahr 2020 den notwendigen Maßnahmen im Wärmesektor mit einer Novellierung des Landes-Klimaschutzgesetzes Rechnung getragen und für alle großen Kreisstädte im Land eine verpflichtende kommunale Wärmeplanung (KWP) festgesetzt. Kreisstädte sind seit der Verabschiedung des neuen Gesetzes verpflichtet, einen kommunalen Wärmeplan bis zum 31.12.2023 vorzulegen. Städte und Gemeinden, die keine Kreisstädte sind, können diesen, nach dem aktuellen Bundesgesetz, bis zum 30.06.2028 erstellen. Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist, dass die Kommunen eine Strategie für die Wärmeversorgung entwickeln, um einen klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2040 zu erreichen. Der kommunale Wärmeplan besteht aus den folgenden vier Arbeitspaketen, nach denen sich auch dieses Fachgutachten gliedert:

1. Bestandsanalyse

Die Energie- und Gebäudeinfrastruktur sowie der Energieverbrauch und die damit entstehenden Treibhausgasemissionen (THG) werden für das Stadtgebiet möglichst gebäudescharf erfasst und ein sogenannter digitaler Zwilling der jeweiligen Kommune wird erstellt.

2. Potenzialanalyse

Die lokalen Potenziale zur Versorgung der Stadt mit erneuerbaren Energien werden erhoben. Dabei fließt die Betrachtung erneuerbarer Wärmequellen (Solarthermie, Geothermie, Biomasse etc.), erneuerbarer Stromquellen (Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft etc.) und Abwärme (Industrie, Abwasser, Rechenzentren etc.) mit ein. Zudem wird das Potenzial steigender Energieeffizienz berechnet, sodass die Menge an benötigter erneuerbarer Energie im Jahr 2040 minimiert wird.

3. Zielszenario

Auf Basis der Bestands- und Potenzialanalyse wird ein energetisches Zielszenario für das Jahr 2040 mit Zwischenziel 2030 erstellt. Dieses soll die zukünftige (klimaneutrale) Energieinfrastruktur unter Einbindung der ermittelten Potenziale darstellen. Dabei werden auch sogenannte Eignungsgebiete beschrieben, in welchen zukünftig die Wärmeversorgung zentral über Wärmenetze oder dezentral erfolgen soll.

4. Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

Mit der Wärmewendestrategie soll das erstellte Zielszenario erreicht werden. Ein Maßnahmenkatalog führt auf, wie die Kommune mit verschiedenen Maßnahmen in ihrer Gesamtheit die klimaneutrale Wärmeversorgung erreichen kann. Von diesen Maßnahmen müssen fünf Maßnahmen bereits in den ersten fünf Jahren nach Erstellung in die Umsetzung kommen. Der kommunale Wärmeplan soll alle sieben Jahre fortgeschrieben werden.

Der kommunale Wärmeplan der Stadt Todtnau wurde in enger Abstimmung mit der kommunalen Verwaltung seit März 2024 erstellt und unter Beteiligung der relevanten Akteure vor Ort erarbeitet. Dazu gehören neben der Verwaltung besonders die Energieversorger, die politischen Gremien, die Bürgerinnen und Bürger, Akteursgruppen sowie örtliche Industriebetriebe. Im Rahmen des Beteiligungsprozesses wurden unterschiedliche Informations- und Workshopveranstaltungen durchgeführt. Abbildung 1 gibt einen Überblick über den Ablauf des kommunalen Wärmeplans und die Akteursbeteiligung, die in der Stadt Todtnau durchgeführt wurde.

Beteiligungs- und Ablaufplan bis Frühjahr 2025

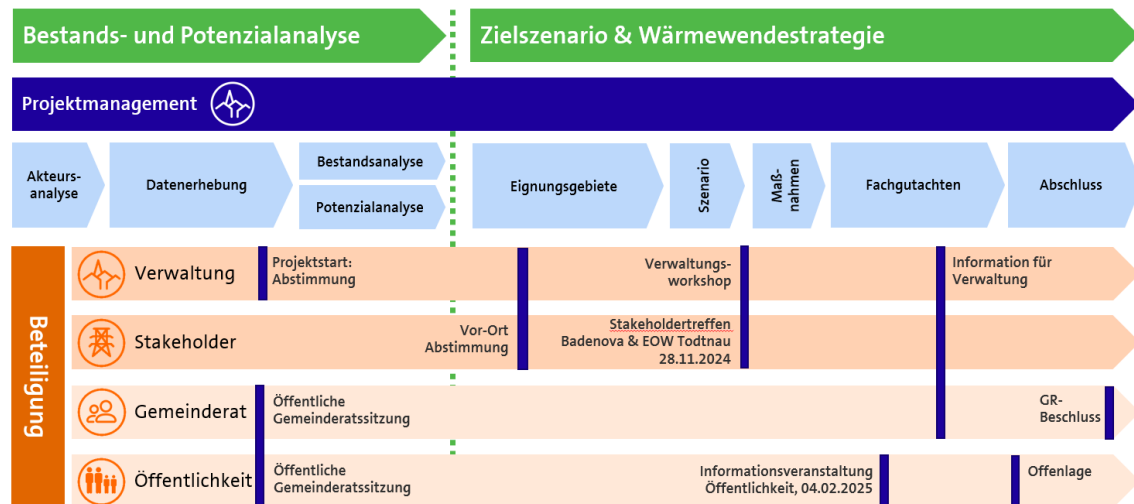


Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung des kommunalen Wärmeplans der Stadt Todtnau

Im Auftrag der Stadt Todtnau stellt das folgende Gutachten die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung mit dem Stand April 2025 dar. Parallel zum vorliegenden Ergebnisbericht können das methodische Vorgehen und die Datengrundlagen im Methodenbericht eingesehen werden.

Beim Wärmeplan sind die geografisch zugeordneten Daten des Wärmeverbrauchs (der sogenannte digitale Zwilling), der Potenziale und der perspektivischen Infrastruktur wichtige Ergebnisse. Diese werden der Stadt zur weiteren Bearbeitung übergeben, damit diese fortlaufend angepasst und bearbeitet werden können. Spätestens in sieben Jahren, bei der Fortschreibung des Wärmeplans der Stadt Todtnau, werden diese Daten eine wichtige Grundlage für die Beurteilung des bisherigen Fortschritts sein und sie werden Grundlage für die Ausarbeitung neuer Maßnahmen zur Erreichung des Ziels eines klimaneutralen Gebäudebestands sein.

Der kommunale Wärmeplan richtet sich zunächst an das Wirkungsfeld der Kommune. Ziel ist es, Maßnahmen zu definieren, die von der Stadt direkt umgesetzt werden können. Gleichzeitig ist klar, dass der Zielzustand eines klimaneutralen Gebäudebestands für die Stadt Todtnau nur durch ein Mitwirken auf verschiedenen politischen Ebenen und mit großen Anstrengungen der lokalen Akteure und der Bürgerinnen und Bürger der Stadt gelingen wird. In den kommenden Monaten und Jahren wird es für die Stadt Todtnau zunächst wichtig sein, strategische und organisatorische Maßnahmen umzusetzen, um den Wärmeplan und dessen langfristige Ziele in der Verwaltung und in den politischen Gremien zu festigen.

1. Bestandsanalyse

1.1 Struktur der Stadt Todtnau

Todtnau ist eine Stadt im Süden Baden-Württembergs. Sie liegt im Südschwarzwald, im Landkreis Lörrach, etwa 20 km Luftlinie südöstlich von Freiburg und ca. 30 km Luftlinie vom Waldshuter Zentrum und von Rheinfelden am Hochrhein entfernt. Östlich folgt die Gemarkung Bernau im Schwarzwald, nach Westen und Süden schließen sich die Gemarkungen Wieden, Schöna u und Utzenfeld an. Im Norden liegt Oberried. Todtnau ist ein wichtiges städtisches Zentrum und spielt eine große Rolle im Schwarzwald-Tourismus.

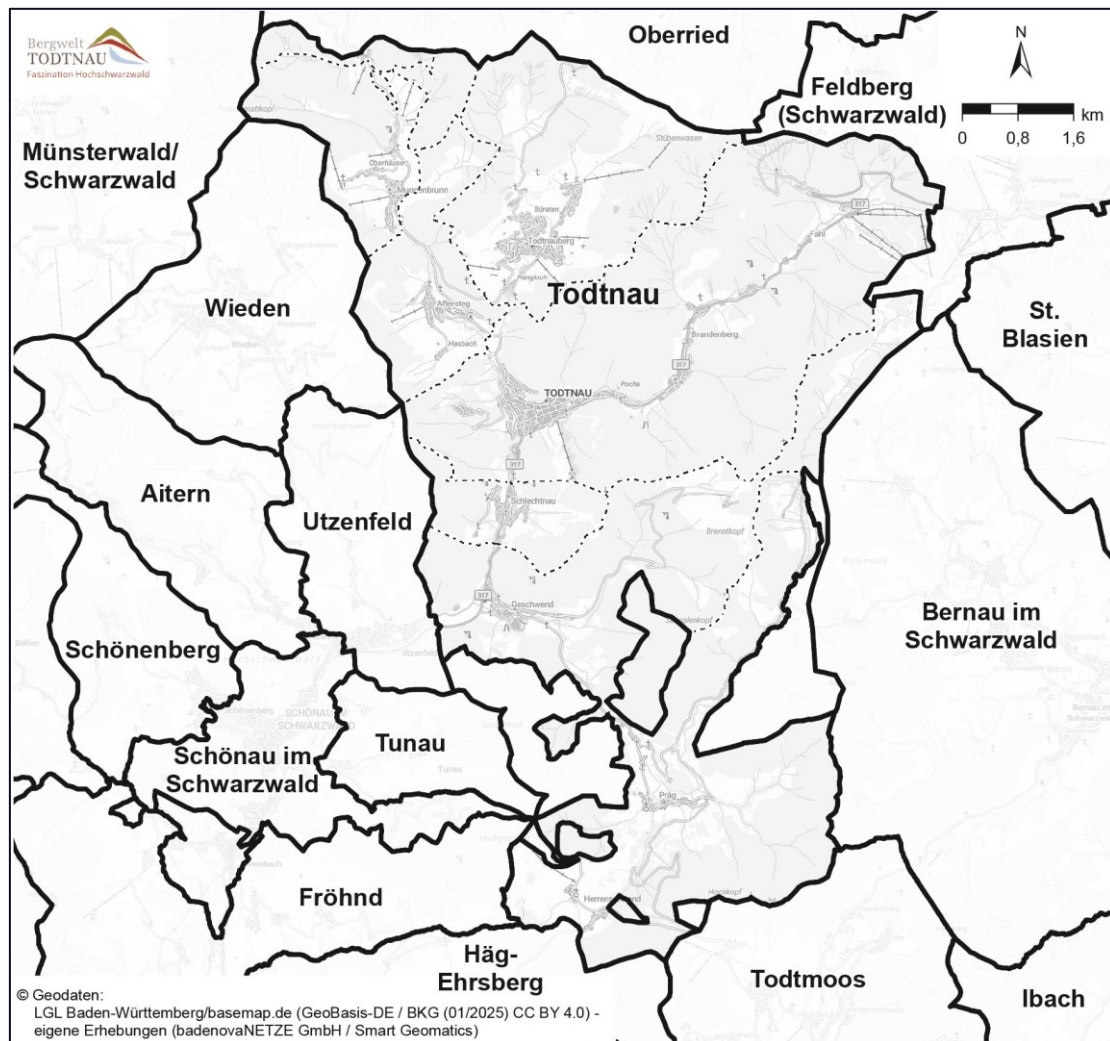


Abbildung 2 – Gliederung der Stadt Todtnau (Hintergrundkarte: TopPlus-Web-Open/copyright)

Die Gemarkungsfläche umfasst ca. 6.975 ha. Davon entfallen Stand 2021 ca. 4.897 ha auf Wald, und 1.597 ha auf Landwirtschaftsfläche. Die Höhe des Ortes wird mit ca. 660 m bis 1386 m ü. NN angegeben. In Todtnau leben 4.804 Menschen (Stand 2021), wobei die Bevölkerungsentwicklung einen zunehmend abgeschwächten Zuwachs aufweist und sich die Zahl der Einwohner ab 2030 vermutlich auf ca. 4.880 einpendeln wird. Die Gemarkung Todtnau umfasst weitere Teilortschaften (Abbildung 2). Dazu gehören von Nord nach Süd Muggenbrunn, Aftersteg, Todtnauberg, Todtnau-Stadt, Brandenburg, Fahl, Schlechtnau, Geschwend, Präg und Herrenschwand.

Todtnau ist ein attraktiver Wirtschaftsstandort in der Region, mit einer Vielzahl von Betrieben und fast 1.600 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (Stand 2021) in verschiedenen Branchen. Zahlreiche Gewerbeunternehmen sind in der Holzverarbeitung tätig, wozu auch traditionell viele Bürstenfabriken gehören. Größeres Gewerbe ist überwiegend in Todtnau-Stadt ansässig. Die beiden größten Unternehmen dort sind die Kunststoff-/Garnverarbeitung der Firma Beratex und die Bürstenfabrik Keller. Weitere Unternehmen von relevanter Größe sind Speditions- und Baustoffunternehmen, sowie diverse Handwerksfirmen.

Todtnau-Stadt hat ein Wärmenetz von ca. 4,5 km Länge, welches vom Energiewerk Oberes Wiesental (EOW) betrieben wird. Seit dem 01.01.2016 pachtet die Naturenergie Netze GmbH das Stromnetz der Stadt Todtnau und der Todtnauer Ortsteile von der EOW GmbH. Diese Übergabe bezieht sich auf die Strom-Netzanlagen und den Strom-Netzbetrieb.

Neben den Gewerbebetrieben bietet die Touristik eine der wichtigsten Einnahmequellen. Gut 90 Hotels und Pensionen beherbergen über das ganze Jahr hinweg Urlauber aus aller Welt. Neuer Anziehungspunkt ist seit kurzem die Black Forest Line: eine 450 m lange und 120 m hohe Hängebrücke, die direkt über die Todtnauer Wasserfälle hinwegführt. Auch die Landwirtschaft spielt eine Rolle in Todtnau. Es gibt ca. 49 landwirtschaftliche Betriebe, davon sechs der Betriebe mit einer Fläche von > 50 ha. Nur sechs Bauern betreiben ihren Hof laut Statistischem Landesamt Baden-Württemberg hauptberuflich, 38 im Nebenerwerb.

Todtnau verfügt über eine mäßig gute Verkehrsanbindung über die L126 nach Freiburg (40 min.) und über die B317 in Richtung Lörrach/A98 (47 min.).

1.2 Erfassung des Gebäudebestands

1.2.1 Baualtersklassen

Die Methodik zur Erfassung des Gebäudebestands ist im Methodenbericht auf S. 7 beschrieben. In Abbildung 3 sind die Anzahl der Wohngebäude in der Stadt Todtnau nach Baualter dargestellt. Demnach sind 83 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) vor Inkrafttreten der zweiten Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen bei diesen Gebäuden besonders hoch ist.

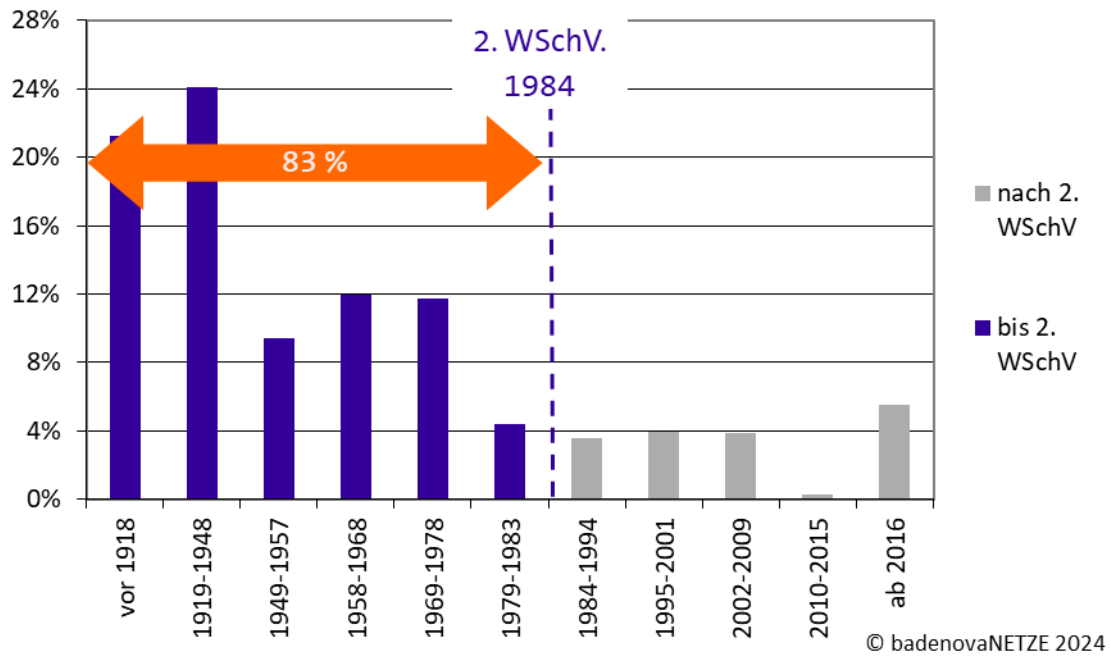


Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Todtnau

Abbildung 4 zeigt die räumliche Verteilung der Gebäude nach den Baualterklassen, bezogen auf Baublöcke.

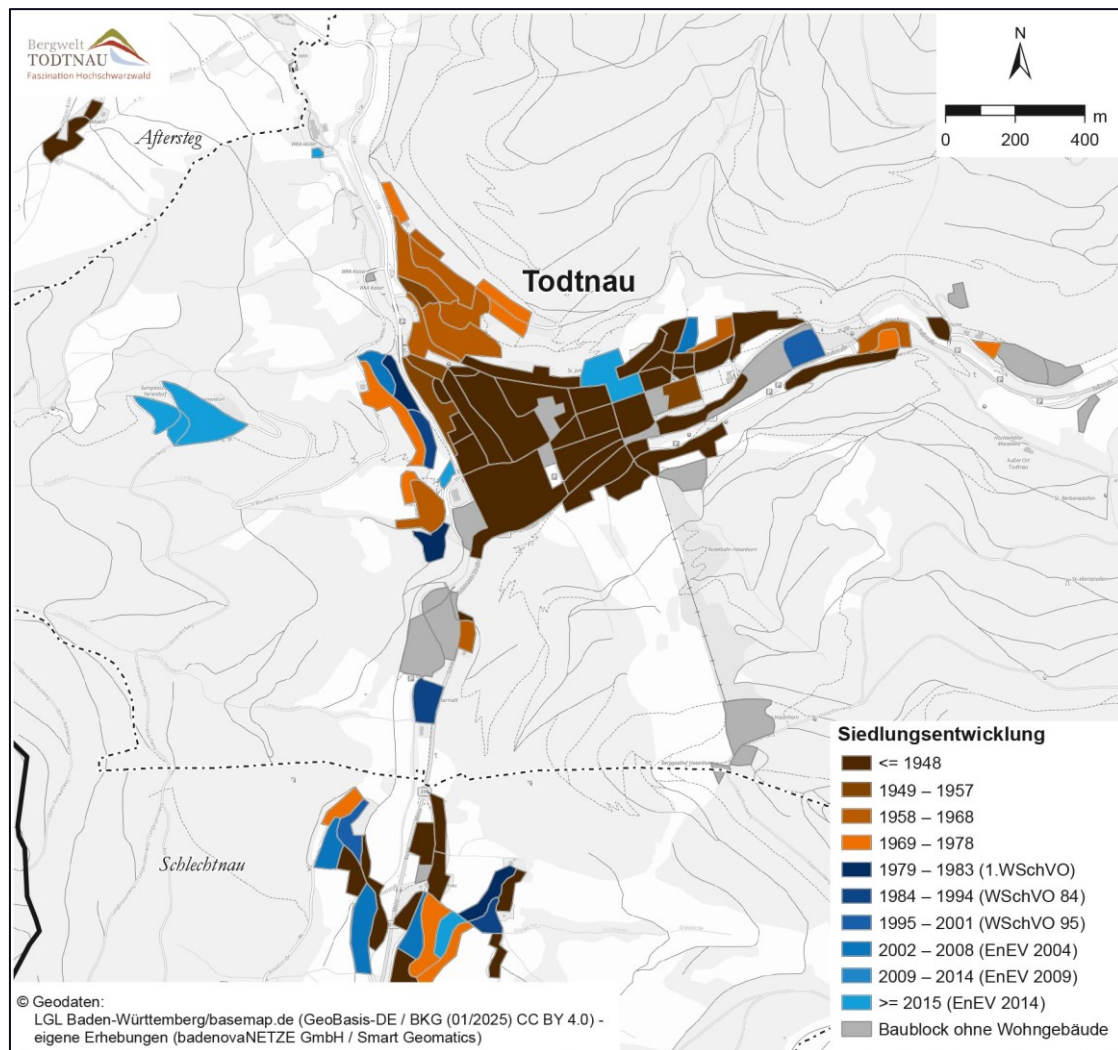


Abbildung 4 – Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024)

In Todtnau befinden sich zahlreiche Gebäude, die noch vor oder zwischen den beiden Weltkriegen erbaut wurden. Deutlich wird außerdem, dass besonders in den 1960er und 1970er Jahren neue Wohngebäude errichtet wurden. Immer wieder sind in der Stadt auch neue Gebäude als Nachverdichtung hinzugekommen. Insgesamt betrachtet weist der Gebäudebestand aber ein ausgesprochen hohes Alter auf. Aufgrund der räumlich geringen Ausdehnungsmöglichkeiten war das Wachstum der Stadt äußerst begrenzt.

Die Siedlungsstruktur in Todtnau teilt sich in 41 % Einfamilienhäuser, 21 % Reihenhäuser und Doppelhaushälften sowie 25 % Mehrfamilienhäuser auf (vgl. Abbildung 5). Abbildung 6 zeigt die räumliche Verteilung der Wohngebäudetypen.

1.2.2 Gebäudetypen

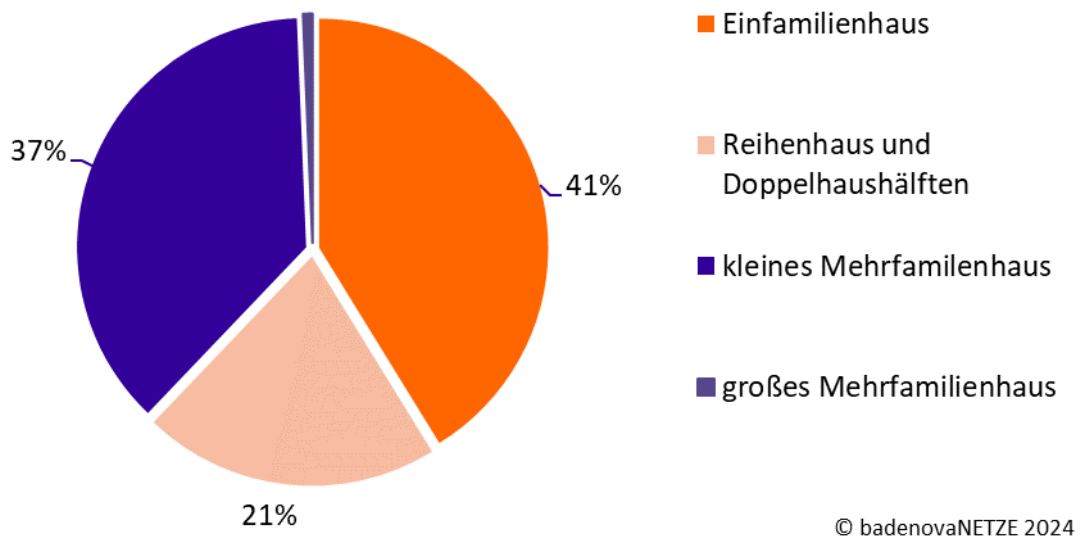


Abbildung 5 – Verteilung der Gebäudearten in Todtnau

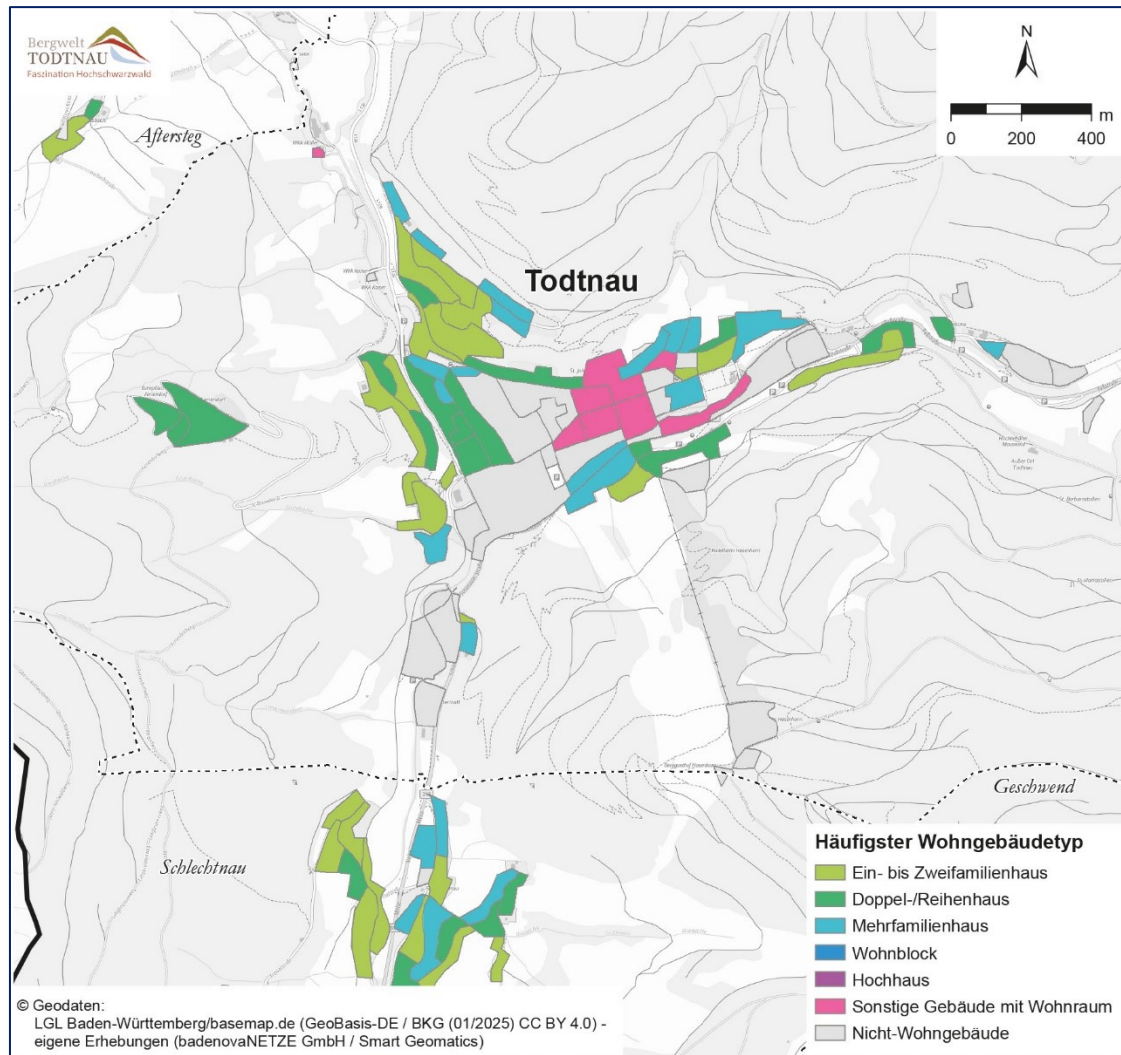


Abbildung 6 – Wohngebäudestruktur in Todtnau (Quelle: Smart Geomatics GmbH, 2024)

1.3 Aktuelle Versorgungsstruktur

1.3.1 Gasinfrastruktur, Wärmenetze und Sektorkopplung

Das Gasnetz ist ein zentraler Bestandteil der lokalen Wärmeversorgungsinfrastruktur in Todtnau-Stadt, Schlechttnau und Geschwend. In allen anderen Ortsteilen wurde keine leitungsgebundene Gasversorgung errichtet.

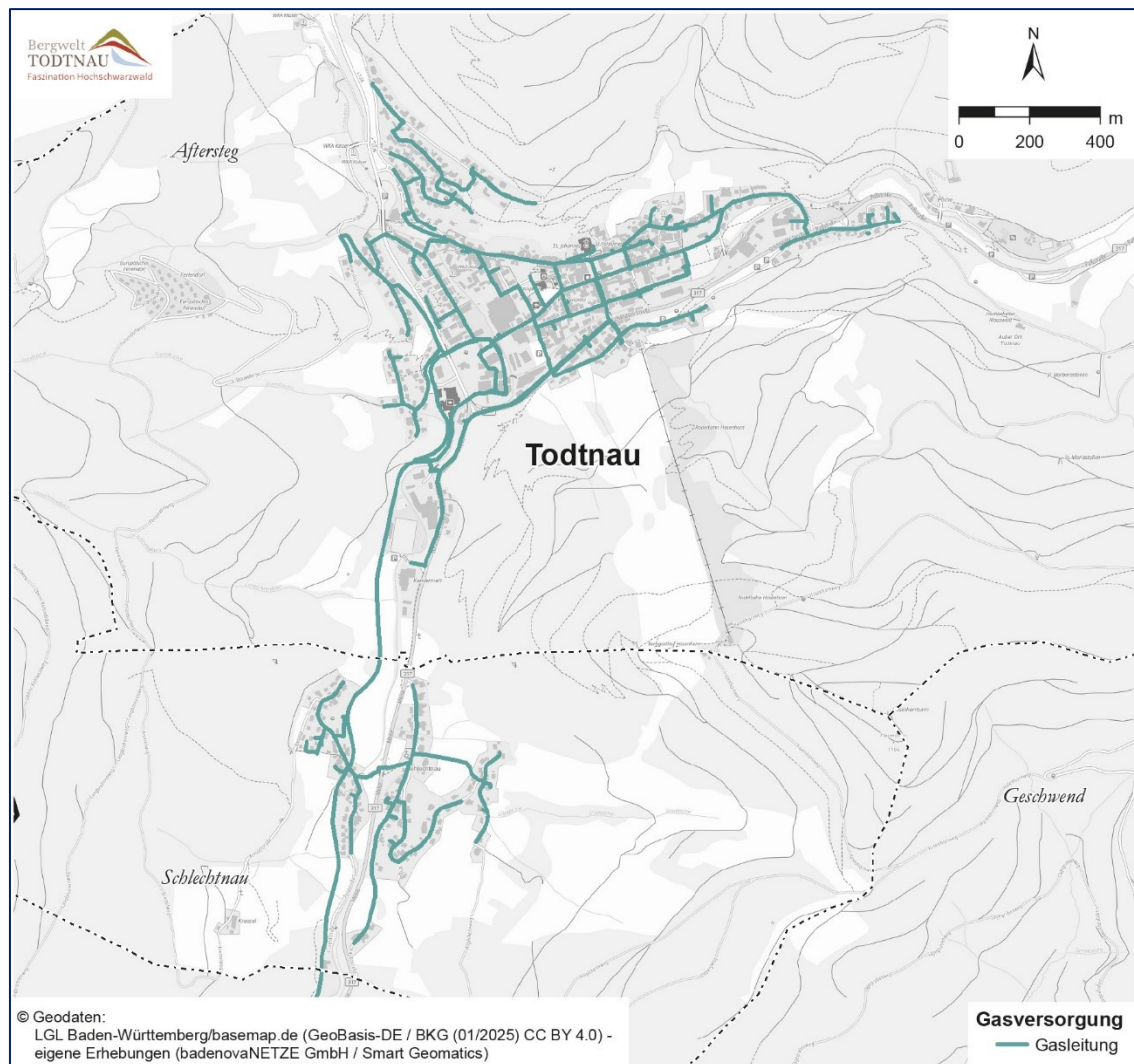


Abbildung 7 – Gasnetzinfrastruktur von Todtnau und Schlechtan (Quelle: badenovaNETZE GmbH, 2024)

Erdgas hat daher nur einen Anteil von ca. 34 % an allen Energieträgern, die zur Wärmeenerzeugung in der Stadt dienen. In Todtnau-Stadt sind die Gewerbe und Wohngebiete zu großen Teilen entweder mit dem Wärmenetz oder mit dem Erdgasnetz erschlossen. Abbildung 7 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastruktur.

In Todtnau-Stadt versorgt das Wärmenetz die Grund- und Gemeinschaftsschulen, das Rathaus, das Kultur- und Gemeinschaftshaus und den Turnverein Todtnau e.V., außerdem mehrere Gewerbebetriebe und zahlreiche Wohnimmobilien. Dazu wird ein 700 kW Holzkessel gepaart mit zwei Spitzenlast-Erdgas-Kessel im Haus des Gastes betrieben.

In der Stadt Todtnau stehen mindestens zwei öffentliche Elektroladesäulen zur Verfügung. Nur ca. 0,8 % des Wärmeverbrauchs der Stadt werden mit Umweltwärme (Wärmepumpen) gedeckt.

1.3.2 Breitbandinfrastruktur

Aktuell findet in Todtnau der Ausbau des Breitbandnetzes statt. In Todtnau-Stadt werden gerade mehrere Wohnblocks angeschlossen. Die Arbeiten werden laut Planung bis Mitte 2026 fortgesetzt. In allen anderen Teilorten konnte das Glasfasernetz bereits verlegt werden. Partner beim Ausbau des Netzes ist die Firma Stiegeler.

Da ein möglicher Ausbau des bestehenden Wärmenetzes in Todtnau nicht in den nächsten zwei Jahren begonnen wird, kann es großflächig sicher nicht zu einer zeitlichen Überlappung beider Projekte kommen. Im Einzelfall muss dann geprüft werden, welche Ausbaubereiche zeitgleich gestaltet und welche Synergieeffekte genutzt werden könnten.

1.3.3 Erzeugungsanlagen

Auf Grundlage der Heizanlagenstatistik der Schornsteinfeger wird ein Drittel der Heizanlagen in Todtnau mit Erdgas (34 %), Holz (24 %) und Heizöl (32 %) betrieben. Holz wird außerdem häufig in Kaminöfen genutzt. Ca. 7 % der Wärmeversorgung erfolgt über Strom- und Nachtspeicherheizungen, 1 % über Wärmepumpen (vgl. Abbildung 8). Fernwärmeanschlüsse machen derzeit nur ca. 3 % aller Zentralheizungsanlagen aus.

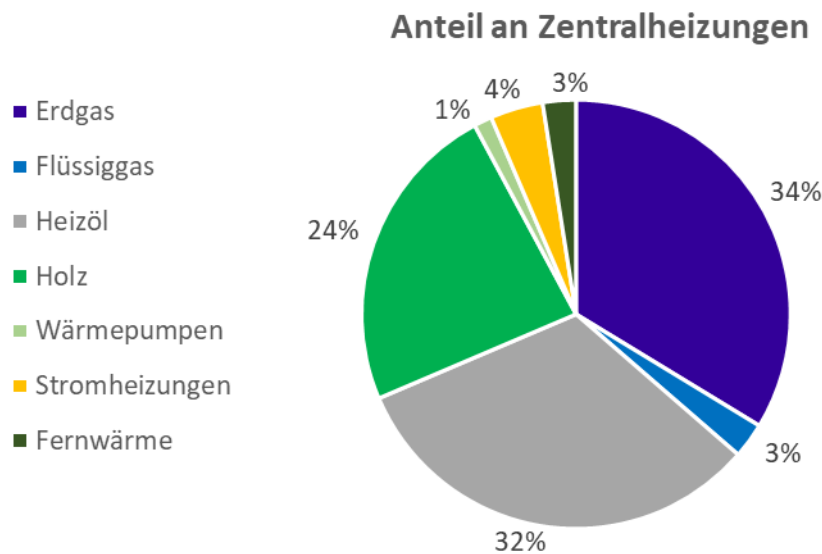


Abbildung 8 – Energieträgerverteilung der Heizanlagen und Fernwärmeanteil in Todtnau

Die Auswertung des Einbaujahrs der Heizanlagen zeigt, dass etwa 37 % von 1699 zentralen Heizanlagen bereits vor dem Jahr 2001 eingebaut wurden und damit ihre technische Nutzungsdauer überschritten haben (vgl. Abbildung 9).

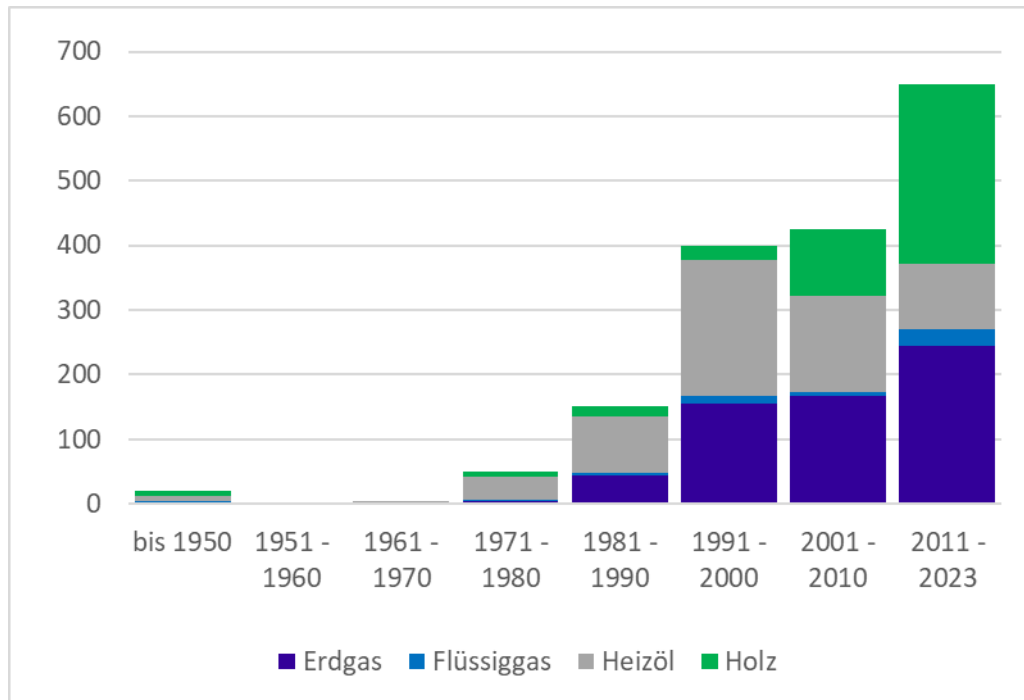


Abbildung 9 – Einbaujahr der Zentralheizanlagen in Todtnau nach Energieträger (Datengrundlage: Schornsteinfegerstatistik)

Abbildung 10 stellt das vorwiegende Alter der installierten Heizanlagen auf Baublockebene räumlich dar.

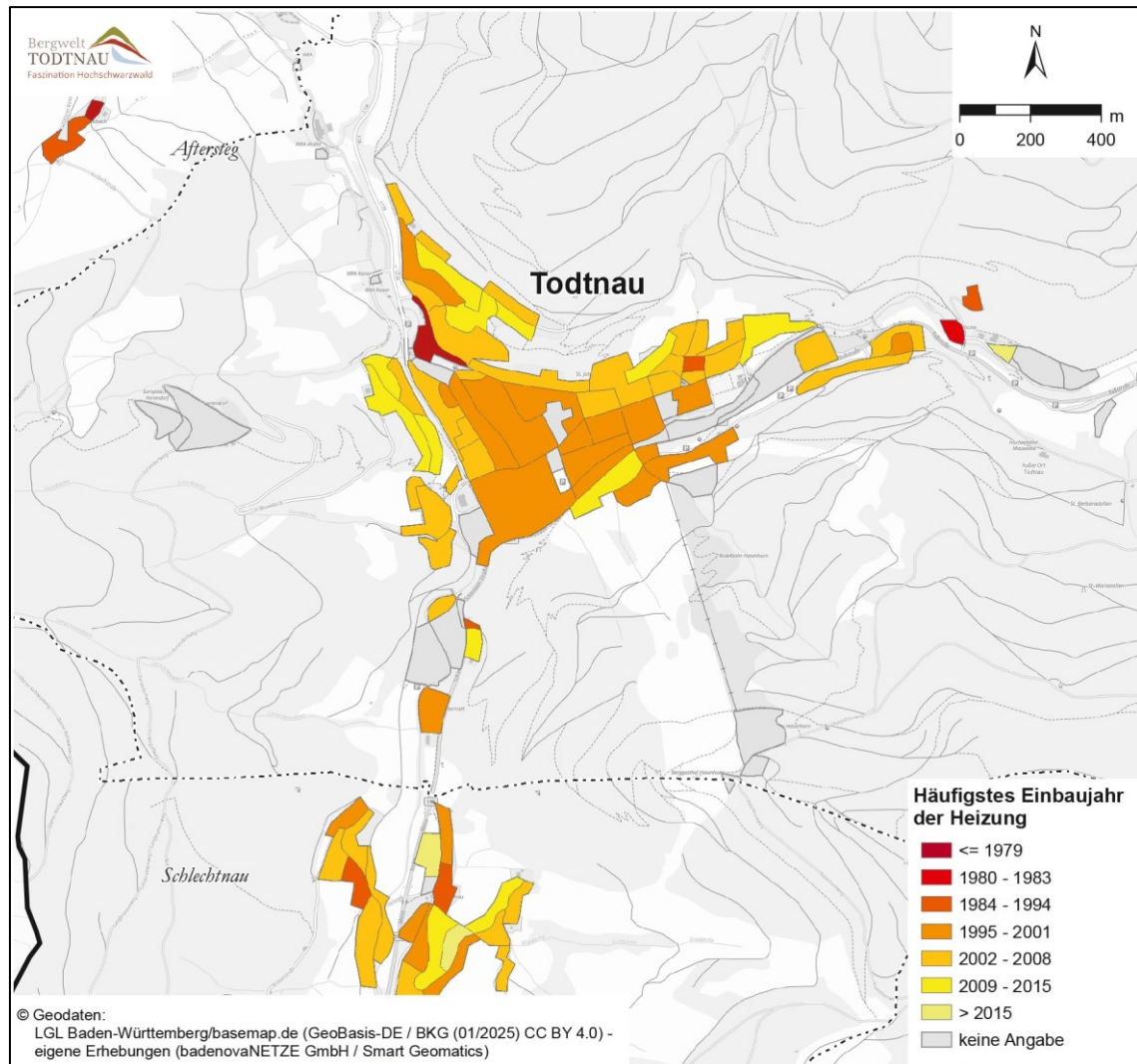


Abbildung 10 – Durchschnittliches Heizungsalter auf Baublockebene (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024)

Abbildung 11 veranschaulicht die vorwiegenden Energieträger der Zentralheizanlagen auf Baublockebene. Es wird sichtbar, dass die Energieversorgungsstruktur in Todtnau-Stadt sehr homogen ist, da die Stadt größtenteils durch das Erdgasnetz erschlossen ist. Dagegen werden in den meisten anderen Teilorten vor allem Heizöl und Holz als Brennstoffe genutzt, weniger Stromheizungen. Die wenigen Wärmepumpenheizungen verteilen sich über alle Siedlungsgebiete hinweg.

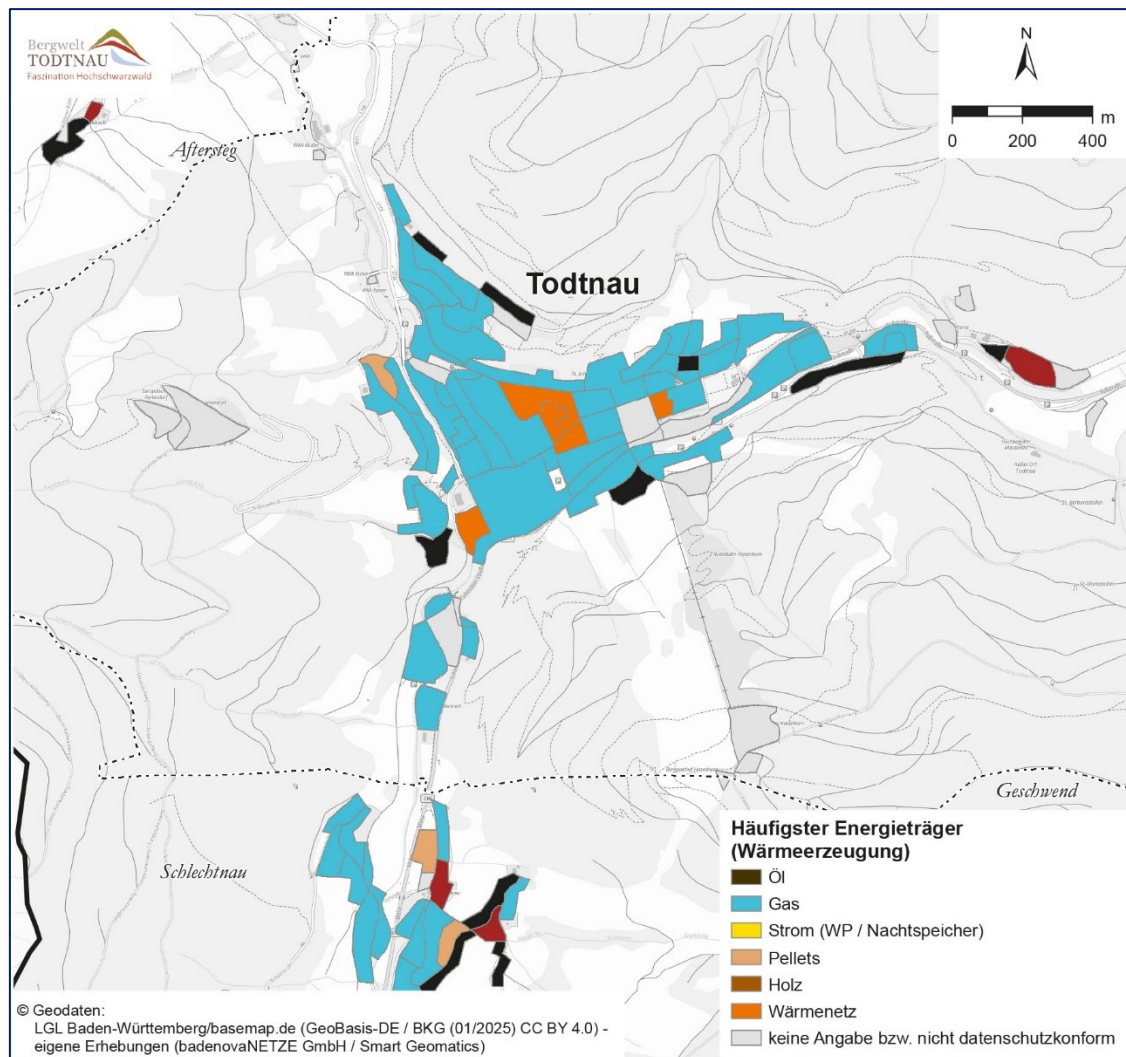


Abbildung 11 – Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024)

1.4 Wärmebedarf der Gebäude

Die Abbildung 12 bildet den Wärmebedarf der Wohngebäude auf Baublockebene ab. Dieser rechnerisch ermittelte, gebäudespezifische Bedarf an Wärme bildet die Berechnungsgrundlage für die Wärmedichte im Straßenzug, mit der die Einschätzung für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes erfolgt. In der Abbildung ist der absolute, auf den Baublock akkumulierte Gebäudewärmebedarf angegeben. Dieser vermittelt eine Wärmedichte, die für die Anwendung der zentralen Wärmeversorgung wesentlich ist, wenn auch nicht hinreichend. Weitere Faktoren wie das Gebäudealter, die verfügbaren erneuerbaren Energiepotenziale oder der Platzbedarf für die Wärmezentrale spielen ebenfalls eine wichtige Rolle in der Entscheidung für den Bau eines Wärmenetzes.

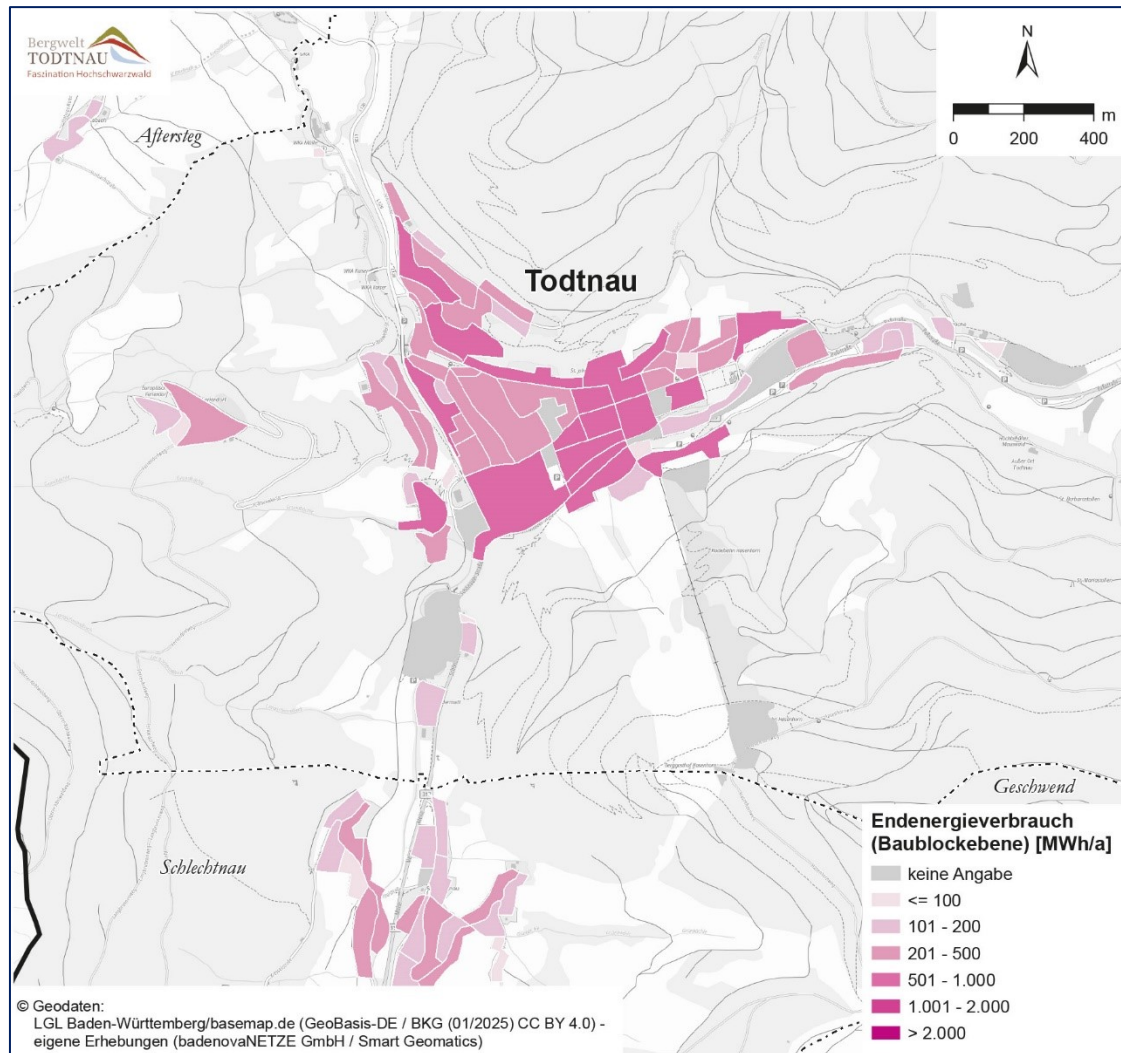


Abbildung 12 – Wärmebedarf von Todtnau auf Baublockebene (Smart Geomatics GmbH, 2024)

1.5 Endenergieverbrauch Wärme

1.5.1 Datenquellen Endenergieverbrauch Wärme

Siehe Methodenbericht auf Seite 10.

1.5.2 Gesamtendenergieverbrauch Wärme

Nach dem Ergebnis der Energie- und THG-Bilanz betrug der Gesamtendenergieverbrauch für Wärme in Todtnau ca. 44.638 MWh im Jahr 2021. Aufgeteilt auf die Sektoren hatte der Wärmeverbrauch der privaten Haushalte mit 72 % den mit Abstand höchsten Anteil am Wärmeverbrauch der Stadt. Gemeinsam mit der benötigten Raumwärme ergibt sich ein Anteil von nur etwa 3,3 % allein für das verarbeitende Gewerbe in Todtnau. Auch der Anteil des sonstigen Gewerbes ist mit 19 % des Gesamtwärmeverbrauchs relativ niedrig. Die kommunalen Liegenschaften haben einen Anteil von ca. 5,4 % (vgl. Abbildung 13).

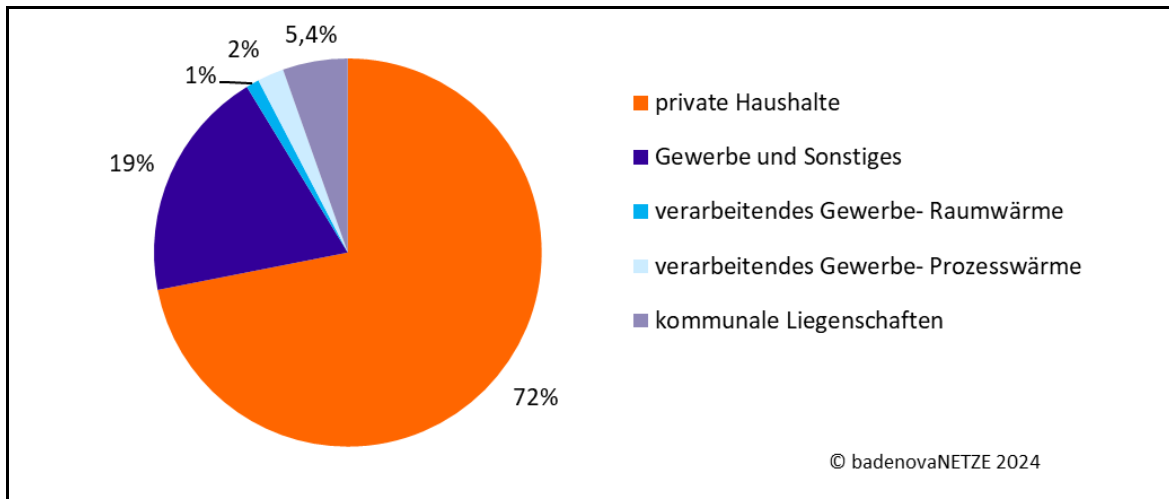


Abbildung 13 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Sektoren (2021)

Nach den vorliegenden Informationen wurden zur Deckung des Wärmeverbrauchs im Jahr 2021 in Todtnau ca. 62 % fossile Energieträger eingesetzt, darunter vorrangig Erdgas und Heizöl (vgl. Abbildung 8).

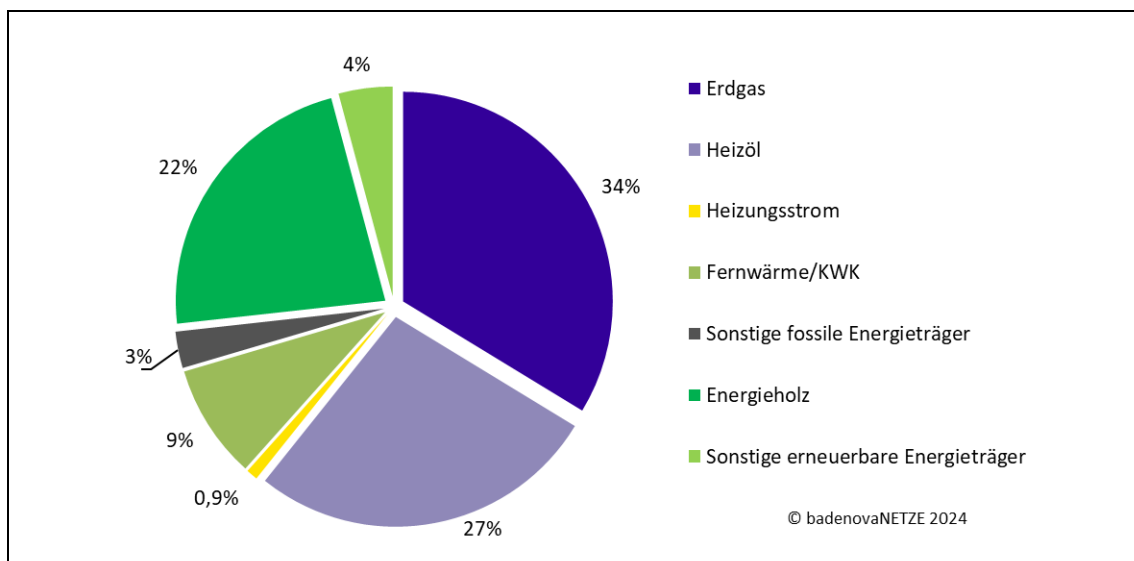


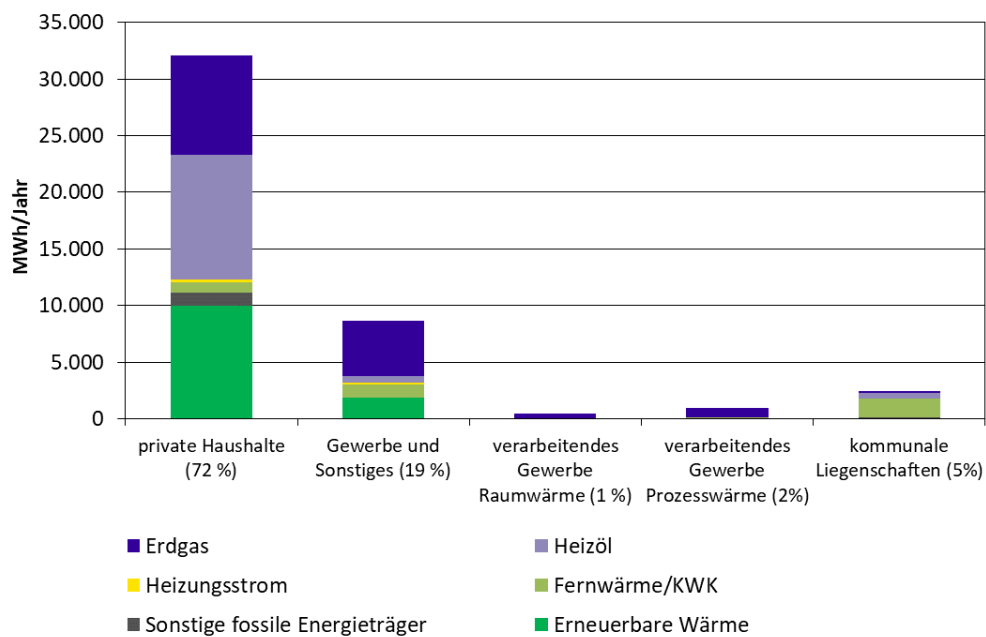
Abbildung 14 – Endenergieverbrauch für Wärme in Todtnau (2021)

Erneuerbare Energieträger decken insgesamt ca. 27 % des Wärmeverbrauchs der Stadt. Diese beinhalten die erneuerbaren Energien Energieholz, Solarthermie und Umweltwärme. Die Aufteilung und eingesetzten Energiemengen sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1 – Endenergieverbrauch für Wärme der Stadt Todtnau nach Energieträger in Zahlen (2021)

Energieträger	Wärmeverbrauch (MWh im Jahr 2021)	Anteil am Gesamt- wärmeverbrauch
Erdgas	15.045	34 %
Heizöl	12.064	27 %
Heizungsstrom	396	0,3 %
Kohle	139	0,3 %
KWK	0	0 %
Flüssiggas	1.060	2,4 %
Sonstige fossile Energieträger	58	0,1 %
Energieholz	10.083	23 %
Solarthermie	1.518	3 %
Umweltwärme	335	0,8 %
Erneuerbare Energien in der Industrie	4	0,01 %
Gesamt	44.638	

Abbildung 15 zeigt nochmals detailliert die Aufteilung der Energieträger auf den Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und kommunale Liegenschaften. Hierbei wurde der Wirtschaftssektor zum einen nach Gewerbe, Handel und Dienstleistung („Gewerbe und Sonstiges“) sowie zum anderen nach der Industrie („verarbeitendes Gewerbe“) aufgeteilt. Der Sektor verarbeitendes Gewerbe wurde zudem in Raum- und Prozesswärme unterteilt. Aufgrund der Tatsache, dass es nur wenige große Unternehmen in Todtnau gibt, ist der Anteil des Wärmeverbrauchs im verarbeitenden Sektor klein. Der Anteil an erneuerbaren Energien zur Wärmeversorgung ist in allen vier Sektoren, insbesondere aber bei den kommunalen Gebäuden (ca. 70 %) und auch im privaten Sektor (> 31 %) sehr hoch, wenn zusätzlich der Anteil erneuerbarer Energien im Fernwärmeverbrauch berücksichtigt wird.



© badenovaNETZE 2024

Abbildung 15 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (2021)

1.5.3 Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften

Für die kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2021 ca. 2.422 MWh Energie für die Wärmeversorgung benötigt. 165 MWh davon sind dem Erdgasverbrauch, 420 MWh dem Heizöl zuzuordnen. Mit Fernwärme werden 1.650 MWh des Wärmebedarfs gedeckt. Sonstige fossile Energieträger (v.a. Flüssiggas) tragen mit 58 MWh bei und Energieholz in dezentralen Anlagen mit 101 MWh.

Eine Aufteilung der beheizten kommunalen Gebäude ist der Abbildung 16 zu entnehmen.

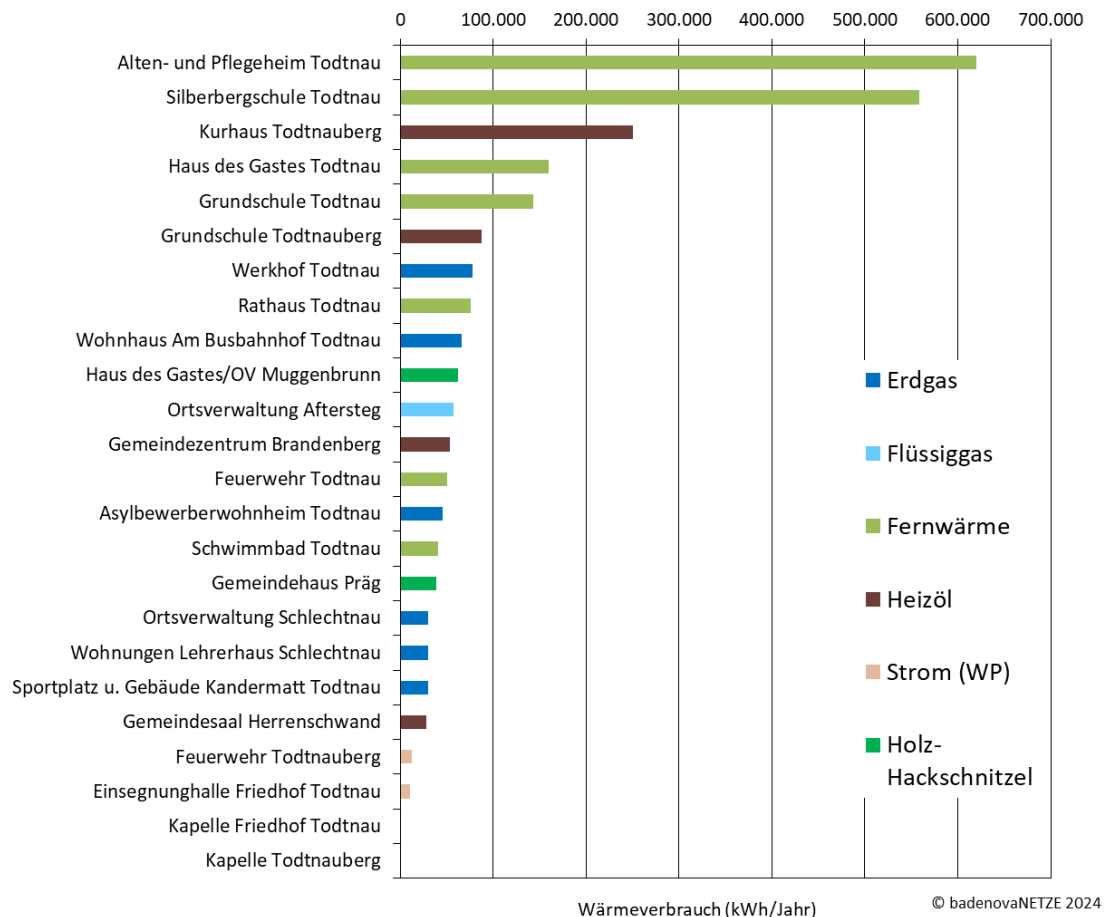


Abbildung 16 – Kommunale Liegenschaften der Stadt Todtnau mit dem höchsten Wärmeverbrauch

1.5.4 Endenergieverbrauch für Prozesswärme/-kälte

In Todtnau sind Unternehmen unterschiedlichster Branchen vertreten. Neben zahlreichen Gewerbebetrieben aus den Branchen Einzelhandel und Logistik sind bei relevanten Industrieunternehmen, welche einen hohen Wärmebedarf aufweisen, vor allem die Holz- und Holz-Utensilien-Industrie zu nennen. Da nicht von allen Betrieben in Todtnau Daten vorliegen und eine Zuordnung des Wärmebedarfs auf die Prozesswärme bzw. -kälte mit den vorhandenen Daten nicht möglich ist, wurde der Prozesswärmeverbrauch mithilfe einer statistischen Auswertung der Ergebnisse der Energiebilanz, ergänzt durch lokale Informationen einzelner Betriebe, berechnet¹. Demnach lag der Prozesswärmeverbrauch in der Stadt Todtnau im Jahr 2021 statistisch betrachtet mindestens bei ca. 983 MWh und machte somit mindestens 2,2 % des Gesamtwärmeverbrauchs auf der Gemarkung aus.

Abwärmerelevante Produktionsunternehmen konnten in Todtnau nicht ausfindig gemacht werden, zumal die - potenziell - Abwärme erzeugenden Unternehmen weit über die Gemarkung verstreut liegen (vgl. 2.3.6.1) und in potenzieller Wärmenetznähe kein Unternehmen diesbezüglich von Relevanz wäre.

¹ Der Anteil der Prozesswärme und -kälte am Endenergieverbrauch der Industrie betrug in Deutschland im Jahr 2017 68,6 % (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2022)

1.5.5 Räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs

Abbildung 17 bildet den Endwärmeverbrauch der Gebäude ab, der hier als Endenergiebedarfsdichte, also aggregiert auf Baublockebene, angezeigt wird. Insgesamt ist erkennbar, dass die Wärmeverbräuche sehr heterogen verteilt sind. Hohe Wärmedichten sind in Todtnau nur im Bereich der Stadt und in Todtnauberg vorzufinden. Letzterer Ortsteil weist jedoch ein erhebliches Relief auf, was die Verlegung und den Betrieb eines Wärmenetzes teilweise unmöglich und zudem sehr teuer machen würde. Relevant sind daher nur die Stadtbereiche selber.

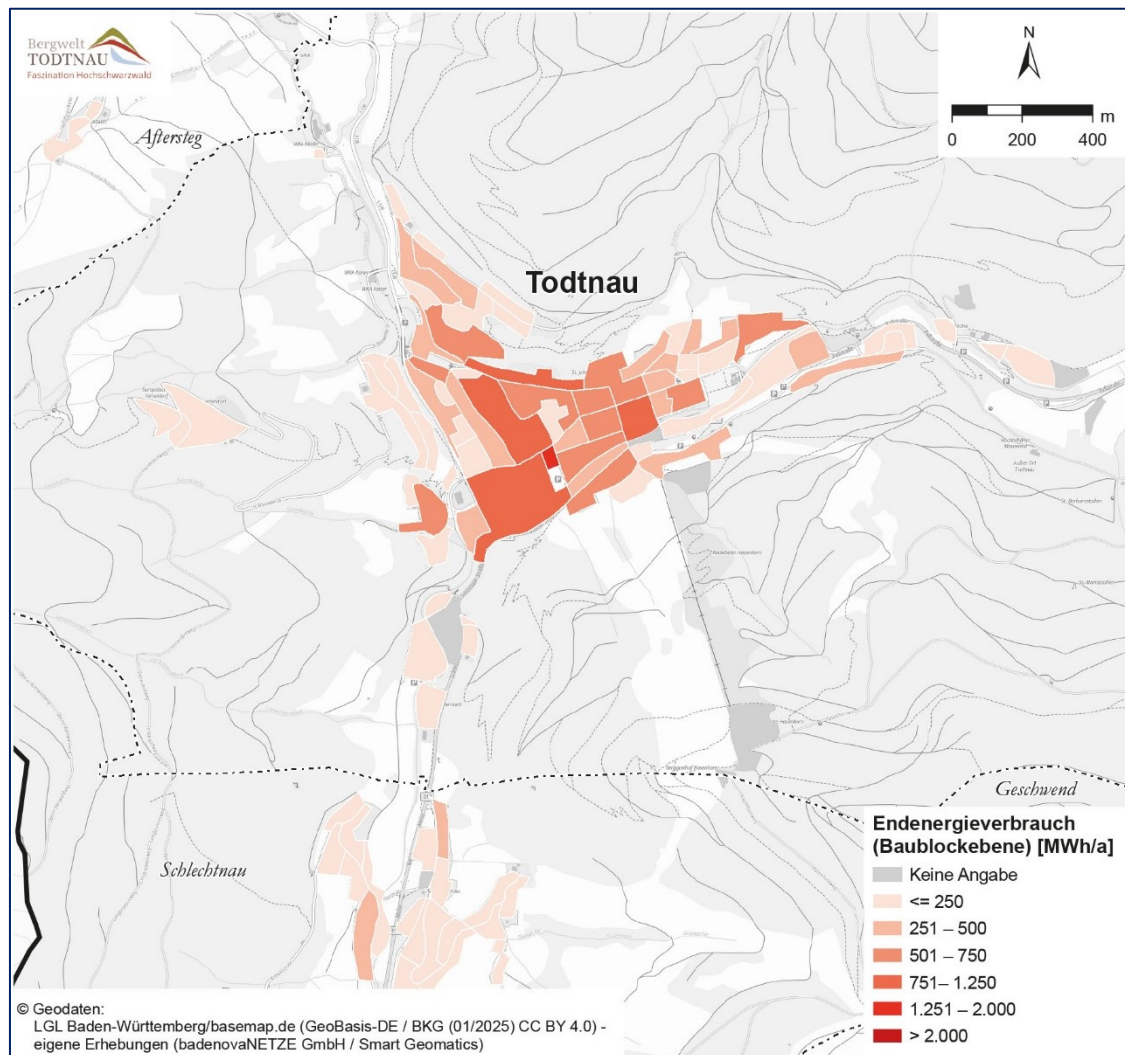


Abbildung 17 – Endenergiebedarfsdichte von Todtnau (Smart Geomatics GmbH, 2024)

1.5.6 Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung

Die Deckung des Wärmeverbrauchs der Stadt Todtnau führte demnach im Jahr 2021 zu THG-Emissionen in Höhe von ca. 8.889 t CO_{2e}. Der überwiegende Anteil ist den fossilen Energieträgern Erdgas (42 %), Heizöl (43 %) und Strom (2 %) sowie weiteren fossilen Energieträgern wie zum Beispiel Kohle (in Summe 0,7 %) zuzuordnen. Die kommunalen Liegenschaften waren mit ihrem Wärmeverbrauch für ca. 407 t CO_{2e} im Jahr 2021 verantwortlich (5 %). Abbildung 18 zeigt die Aufteilung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Sektor und Energieträger.

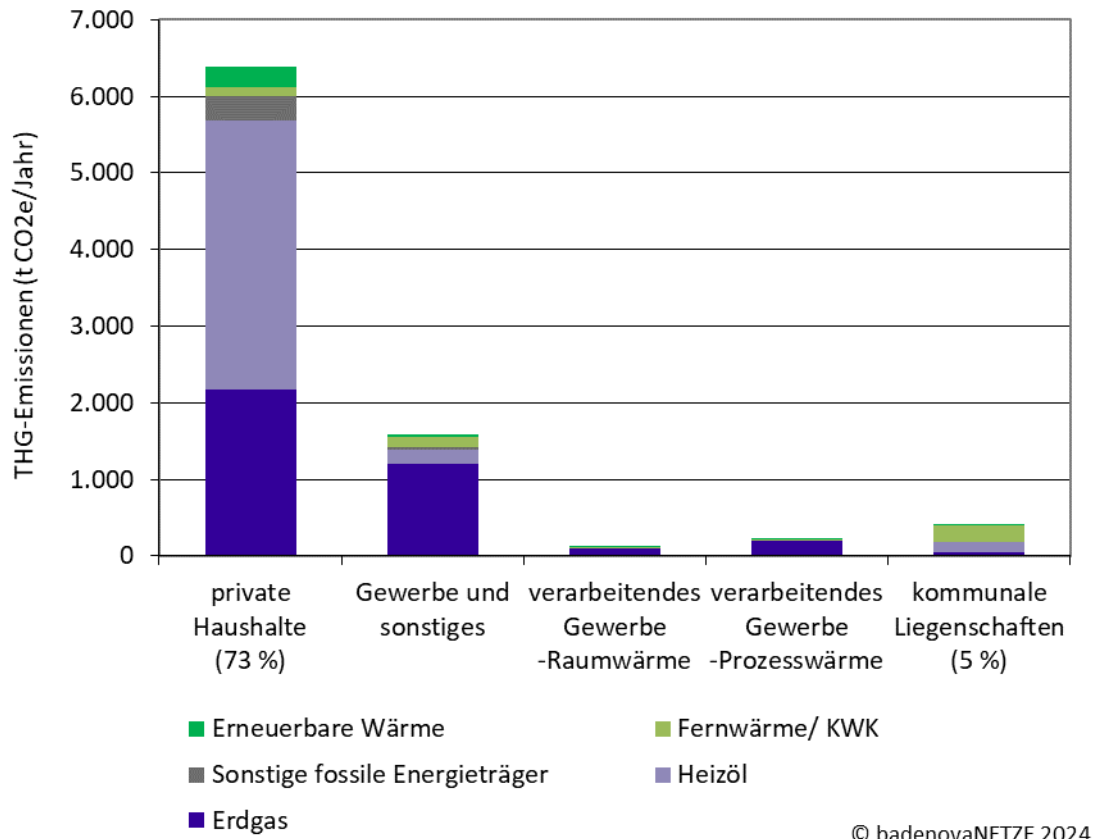


Abbildung 18 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger

1.6 Sektorenkopplung und Strombedarfsdeckung

Folgende Strommengen wurden in der Stadt Todtnau im Jahr 2021 lokal erzeugt (Abbildung 19):

- Photovoltaik-Anlagen erzeugten ca. 1.449 MWh Strom.
- KWK-Anlagen erzeugten ca. 0 MWh Strom.

Der Stromverbrauch der Stadt Todtnau lag 2021 bei 15.116 MWh, inkl. Wärmepumpenstrom (ohne WP-Strom: 15.025). Insgesamt wurden im Jahr 2021 ca. 10.548 MWh Strom mit Anlagen auf der Gemarkung Todtnau erzeugt. Der Anteil an erneuerbaren Energien (EE) am gesamten Stromverbrauch der Stadt im Jahr 2021 beträgt ca. 70 %. Zum Vergleich: Im Jahr 2021 wurden in Baden-Württemberg 30 % des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien erzeugt. Damit liegt Todtnau weit über dem Durchschnitt.

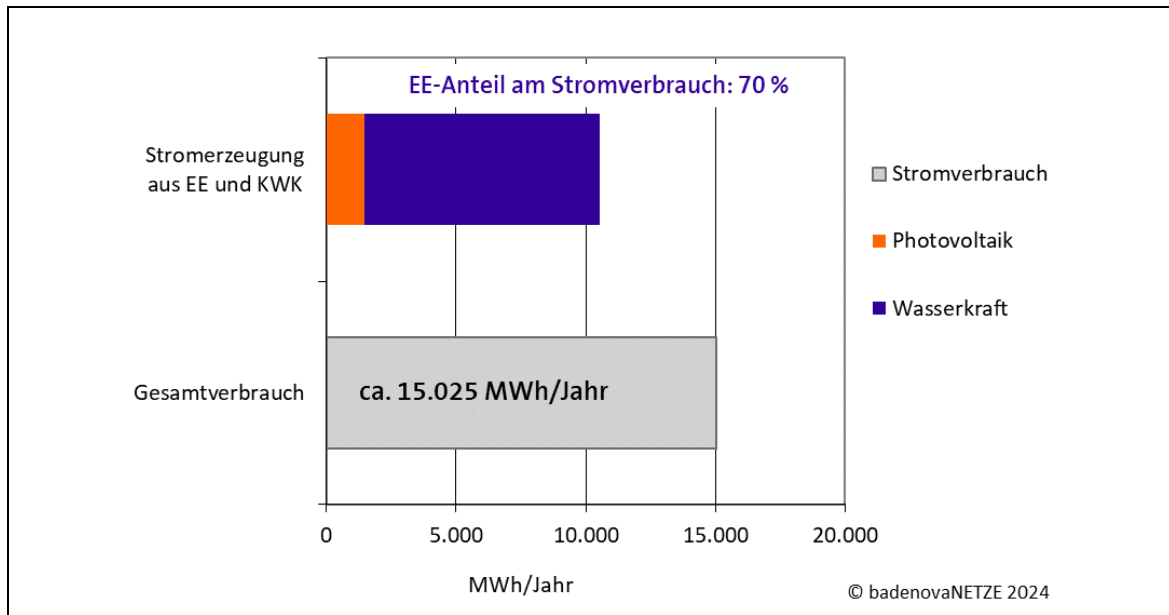


Abbildung 19 – Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK im Vergleich zum Stromverbrauch im Jahr 2021

1.7 Erneuerbare Gase

Siehe den Methodikbericht auf Seite 11 sowie zusätzlich auch das Kapitel 2.5 im vorliegenden Ergebnisbericht. Erneuerbare Gase spielen in Todtnau zurzeit noch keine Rolle.

1.8 Kennzahlen der Bestandsanalyse

In Tabelle 2 sind die wesentlichen Kennzahlen und Ergebnisse der Bestandsanalyse festgehalten.

Beschreibung Kennwert	Wert	Einheit	Bezugsjahr	Datenquelle
Endenergieverbrauch für Wärme der Haushalte	8,23	MWh/gem. Person	2021	Energie- und THG-Bilanz
THG-Emissionen für Wärmeverbrauch der Haushalte	2,08	t CO _{2e} /gem. Person	2021	Energie- und THG-Bilanz
Endenergieverbrauch für Wärme der kommunalen Liegenschaften	0,13	MWh/gem. Person	2021	Energie- und THG-Bilanz
THG-Emissionen für Wärme der kommunalen Liegenschaften	0,17	t CO _{2e} /gem. Person	2021	Energie- und THG-Bilanz
Endenergiebedarf Wärme für Wohngebäude	0,13	MWh/m ² Wohnfläche	2021	Energie- und THG-Bilanz
Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte	0,07	MWh/gem. Person	2021	Energie- und THG-Bilanz
Endenergieverbrauch in GHD und Industrie	3,40	MWh/gem. Person	2021	Energie- und THG-Bilanz
THG-Emissionen in GHD und Industrie	1,02	t CO _{2e} /gem. Person	2021	Energie- und THG-Bilanz
Einsatz erneuerbarer Energien nach Energieträgern				
• Energieholz	2,1	MWh/gem. Person	2021	Energie- und THG-Bilanz
• Solarthermie	0,32	MWh/gem. Person	2021	Energie- und THG-Bilanz
• Umweltwärme	0,07	MWh/gem. Person	2021	Energie- und THG-Bilanz
• Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0,00	MWh/gem. Person	2021	Energie- und THG-Bilanz
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Stromerzeugung	100	%	2021	Energie- und THG-Bilanz
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Wärmeerzeugung	26,75	%	2021	Energie- und THG-Bilanz
Anteil erneuerbarer Energien Strombedarf	70,21	%	2021	Energie- und THG-Bilanz
Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf	26,75	%	2021	Energie- und THG-Bilanz

Beschreibung Kennwert	Wert	Einheit	Bezugsjahr	Datenquelle
Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX)	-	MWh/gem. Person	2021	
Stromverbrauch für die Wärmebereitstellung	487	MWh	2021	Energie- und THG-Bilanz
Fläche solarthermischer Anlagen	0,40	m ² /gem. Person	2021	Energie- und THG-Bilanz
Fläche PV-Anlagen	0,02	m ² /gem. Person	2021	²
Stromerzeugung KWK pro Kopf	0,0	MWh/gem. Person	2021	Energie- und THG-Bilanz
Wärmeerzeugung KWK pro Kopf	0,0	MWh/gem. Person	2021	Energie- und THG-Bilanz
Installierte Speicherkapazität Strom	k.A.	kW		
Installierte Speicherkapazität Wärme	k.A.			
Hausanschlüsse in Gasnetzen	422	Anzahl	2023	badenovaNETZE
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gasnetzen	61.000	m	2023	badenovaNETZE
Hausanschlüsse in Wärmenetzen	46	Anzahl	2024	Stadt Todtnau
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Wärmenetzen	Ca. 4.563	m	2024	Stadt Todtnau

Tabelle 2 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse

² Berechnet anhand der Installierten Leistung für PV- Anlagen (Datenquellen: Stromnetzbetreiber Überlandwerk Mittelbaden) und Annahmen zu PV-Modulgröße und Leistung nach dem Energieatlas-BW.

2. Potenzialanalyse

Siehe Methodikbericht S. 14.

2.1 Energieeinsparung

Siehe Methodikbericht S. 14.

2.1.1 Senkung des Wärmebedarfs durch Nutzerverhalten

Eine der effektivsten Maßnahmen zur Reduktion des Wärmebedarfs ist das Absenken der Raumtemperatur. Für jedes Grad der Absenkung sinkt der Energieverbrauch um 6 %. Zusätzlich kann ein zonenweises Heizen bei geschlossenen Zimmertüren ca. 1-3 % Energie einsparen. Das korrekte Lüften in Form von Stoßlüften reduziert Wärmeverluste, allerdings lassen sich die erreichbaren Einsparungen nur schwer abschätzen, weil das Ergebnis sehr vom individuellen Nutzerverhalten abhängig ist. Die Umsetzung solcher Maßnahmen kann zudem durch diverse technische Lösungen erleichtert werden, bspw. mit programmierbaren, digitalen und/oder ferngesteuerten Heizreglern. Einige Sensoren erkennen auch offene Fenster und schalten beim Lüften die Heizung selbstständig aus. Wassersparende Duschbrausen und Armaturen können bis zu 20 % des Energiebedarfs für die Warmwasserbereitung einsparen und mit einem bewussten und sparsamen Verbrauchsverhalten mit Warmwasser können bis zu 10 % Energie eingespart werden (Rehmann, et al., 2022).

Mit Hilfe von organisatorischen Veränderungen bei der Gebäudenutzung (z.B. beim mobilen Arbeiten) lassen sich bei geringer Auslastung und entsprechender Umverteilung der Mitarbeitenden einzelne Gebäudegeschosse teilweise mit abgesenkter Raumtemperatur betreiben und somit unter normalen Randbedingungen bis zu 10 % Energie einsparen. Je größer die Fläche ist, die mit abgesenkten Raumtemperaturen betrieben wird, desto größer kann die Energieeinsparung ausfallen (Rehmann, et al., 2022).

2.2 Steigerung der Energieeffizienz

2.2.1 Effizienz der Heizungssysteme

Eine Studie des Instituts für technische Gebäudeausrüstung (ITG) Dresden hat verschiedene Optionen zur Steigerung der Effizienz von Heizsysteme kombiniert und kommt insgesamt auf ein Einsparpotenzial von durchschnittlich 8-15 % (Rehmann, et al., 2022). Durch die Absenkung der Vorlauftemperatur mittels Einstellung von Anlagenparametern zur Steigerung der Effizienz durch Reduktion von Wärmeverlusten kann eine Energieeinsparung von bis zu 5 % erzielt werden. Auch mit Hilfe einer Nachtabsenkung können die Temperaturen im Gebäude gesenkt und somit eine Energieeinsparung zwischen 4- 10 % erreicht werden. Infolge einer Überprüfung und Berücksichtigung der Anwesenheitszeiten und der anschließenden Anpassung von Zeitplänen, lassen sich bis zu 10 % der Endenergie einsparen. Der hydraulische Abgleich ist erforderlich, damit durch alle Heizkörper die notwendige Wassermenge fließen kann. Ist der hydraulische Abgleich durchgeführt worden, lassen sich bis zu 3 % Energie einsparen. Alle diese Maßnahmen sind vor allem auch für einen effizienten Betrieb von Wärmepumpen in Bestandsgebäuden unverzichtbar. Die Vergrößerung von Heizflächen durch neue und größenangepasste Heizkörper kann in manchen Fällen ausreichen, um auch ältere Gebäude für einen Betrieb von Wärmepumpen zu ertüchtigen. Teilweise wird diese Maßnahme gar nicht nötig sein, da gerade in alten Gebäuden die Heizkörper bereits überdimensioniert sind, so dass sie jetzt schon für den Wärmepumpenbetrieb geeignet sind.

2.2.2 Monitoring und Optimierung der technischen Anlagen

Bei Nichtwohngebäuden (Gewerbe, verarbeitendes Gewerbe oder öffentliche Liegenschaften) kann die Effizienz und Funktionsweise von technischen Anlagen mit Hilfe eines Monitorings durch engmaschige Kontrollen überprüft und mit geeigneten Gegenmaßnahmen bis zu 10 % Energie eingespart werden. Die Nutzung einer Gebäudeautomation ermöglicht es die vorhandenen Informationen zur tatsächlichen Nutzung des Gebäudes heranzuziehen und den Energieverbrauch um ca. 10-30 % zu senken. Beispielsweise lässt sich mit Hilfe von Sensoren die Anwesenheit in Räumen erfassen und somit eine bedarfsgerechte Beleuchtung ermöglichen. Darüber hinaus kann mit Hilfe von Temperaturfühlern die Heizung Außentemperaturgeführt betrieben werden. Durch die Nutzung einer automatischen Einzelraumregelung unter Verwendung von programmierbaren elektronischen Thermostatventilen sind Einsparungen zwischen 9-15 % möglich (Rehmann, et al., 2022).

2.2.3 Energetische Sanierung der Wohngebäude und Nichtwohngebäude

Die energetische Sanierung von Gebäuden bietet einen großen Hebel, um den Raumwärmebedarf der Gebäude zu senken. In der Stadt Todtnau wurden 83 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutzverordnung 1984 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte. Anhand der Klassifizierung der Gebäude in Gebäudetypen (Gebäudealtersklasse und Gebäudeart) wurde das Potenzial durch die energetische Sanierung berechnet. Konkret heißt das, dass im digitalen Zwilling für jedes Gebäude das Einsparpotenzial berechnet wurde. Dabei wurden den einzelnen Bauteilen (Dach, Fenster, Außenwand und Keller) gängige Dämmmaßnahmen der jeweiligen Gebäudetypen hinterlegt und der Wärmebedarf nach einer Sanierung anhand üblicher Bauteilflächen des Gebäudetyps ermittelt. Abbildung 20 zeigt ausgehend vom Gebäudewärmebedarf die Einsparpotenziale durch energetische Sanierung am Beispiel der Stadt Todtnau.

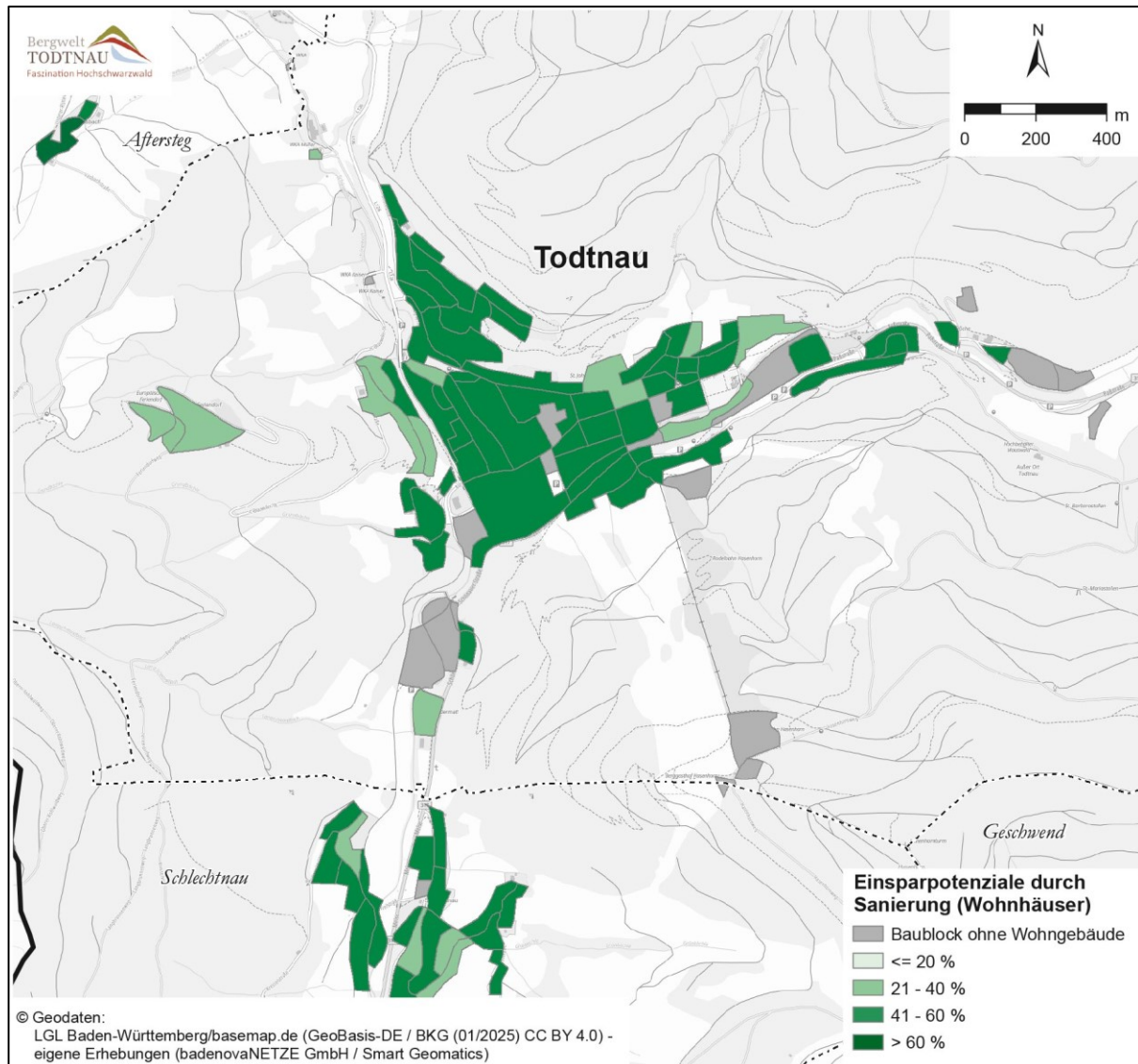


Abbildung 20 – Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024)

In Summe könnten 54 % des aktuellen Wärmebedarfs der Wohngebäude eingespart werden, wenn alle Wohngebäude auf den aktuellen Stand des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) von 2024 modernisiert werden. In der folgenden Abbildung 21 ist das mögliche Einsparpotenzial (rechts) nochmals für die gesamte Stadt Todtnau grafisch zusammengefasst. Durch die Sanierung der Wohngebäude und der damit einhergehenden Energieeinsparung, könnte die Stadt Todtnau die THG-Emissionen um 1.651 t CO_{2e} jährlich senken. Das sind 21 % der wärmebedingten, aber nur 10 % der gesamten THG-Emissionen der Stadt im Jahr 2021. Vor dem Hintergrund der hohen Kosten für eine Gebäudesanierung und der Alterspyramide der Bevölkerung im Allgemeinen ist diese Emissionsminderung zu gering. Damit wird folglich auch die Bedeutung des Baus von Wärmenetzen hervorgehoben, wenn das Ziel der Klimaneutralität erreicht werden soll.

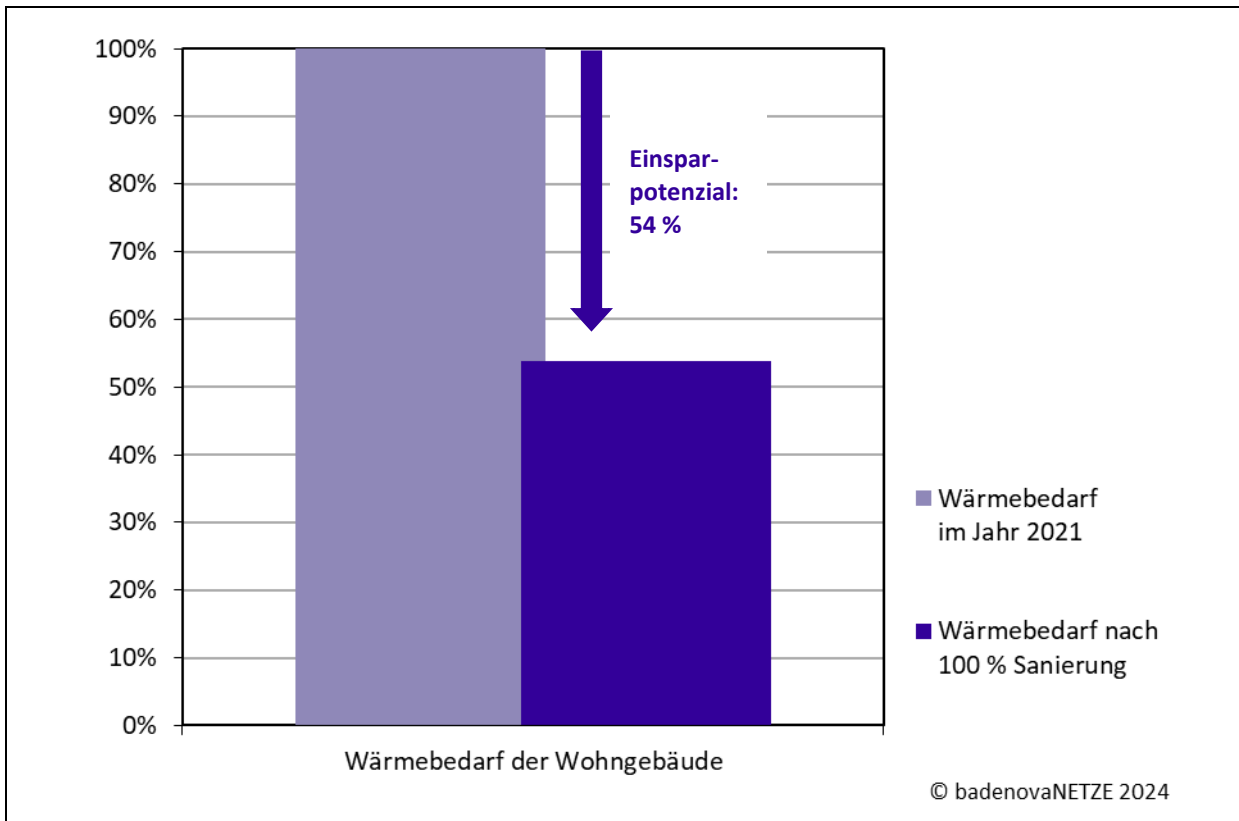


Abbildung 21 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

2.2.4 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Die häufigsten Gebäudetypen der Wohngebäude in Todtnau sind:

- 1) Einfamilienhaus Baualtersklasse B (Baujahr vor 1918)
- 2) Einfamilienhaus Baualtersklasse C (Baujahr zw. 1919 – 1948)
- 3) Einfamilienhaus Baualtersklasse D (Baujahr zw. 1949 – 1957)
- 4) Einfamilienhaus Baualtersklasse E (Baujahr zw. 1958 – 1968)
- 5) Einfamilienhaus Baualtersklasse F (Baujahr zw. 1969 – 1978)
- 6) Einfamilienhaus Baualtersklasse I (Baujahr zw. 1995 – 2001)
- 7) Reihenhaushaus Baualtersklasse B (Baujahr vor 1918)
- 8) Reihenhaushaus Baualtersklasse C (Baujahr zw. 1919 – 1948)
- 9) Reihenhaushaus Baualtersklasse D (Baujahr zw. 1949 – 1957)
- 10) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse B (Baujahr vor 1918)
- 11) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse C (Baujahr zw. 1919 – 1948)
- 12) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse D (Baujahr zw. 1949 – 1957)
- 13) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse E (Baujahr zw. 1958 – 1968)
- 14) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse F (Baujahr zw. 1969 – 1978)
- 15) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse G (Baujahr zw. 1979 – 1983)

Die oben genannten Wohngebäudetypen decken insgesamt ca. 74 % des Wohngebäudebestands in Todtnau ab. Ca. 10 % der Wohngebäude wurden in Todtnau nach 2001 errichtet und werden in den nächsten Jahren keine größere Sanierungsnotwendigkeit an der Gebäudehülle aufweisen.

Im Anhang 10.2 ist beispielhaft der Gebäudesteckbrief für ein Einfamilienhaus mit einem Baualter zwischen 1958 und 1968 (Baualtersklasse E) abgebildet. Alle 14 im Rahmen des kommunalen Wärmeplans der Stadt Todtnau erarbeiteten Gebäudesteckbriefe werden der Stadt Todtnau digital zur Verfügung gestellt. So können diese auf der Homepage der Stadt veröffentlicht oder im Rahmen von Veranstaltungen und Sanierungskampagnen verwendet werden.

2.2.5 Raumwärme der kommunalen Liegenschaften

Die Energie- und Treibhausgasbilanz der Stadt Todtnau weist einen Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften von ca. 2.422 MWh/a aus. Unter Anwendung der Studie des Instituts für technische Gebäudeausrüstung Dresden zur Steigerung der Effizienz von Heizsystemen kann ein Einsparpotenzial von durchschnittlich 8-15 % (Rehmann, et al., 2022) angesetzt werden, so dass ohne Gebäudesanierungen der Verbrauch zwischen 194 und 363 MWh/a gesenkt werden kann.

2.2.6 Prozesswärme

Wesentliche Effizienzpotenziale bieten bei der Prozesswärme diverse Modernisierungs- und Optimierungsmaßnahmen, durch die der Energieverbrauch um bis zu 15 % gesenkt werden kann. Der Einsatz von energieeffizienten Anlagenkomponenten wie drehzahlgeregelte Pumpen und Ventilatoren, regelbarer Brenner und großer Wärmeübertragungsflächen stellen schnelle und wirksame Maßnahmen dar. Zudem können Wärme- und Dampferzeugungsanlagen modernisiert werden. Immerhin sind 80 % der industriellen Wärmeanlagen in Deutschland älter als zehn Jahre und entsprechen nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik.

Weitere Potenziale bietet die Wärmerückgewinnung. Bei der industriellen Wärmeerzeugung werden durchschnittlich 40 % der Abwärme an die Umgebung abgegeben. Die bisher ungenutzte Abwärme kann für das Heizen von Gebäuden, das Aufbereiten von Warmwasser oder zur Vorwärmung von Verbrennungs- und Trocknungsluft verwendet werden. Kann die Wärme nicht im Betrieb genutzt werden, kann sie zudem ausgekoppelt und über ein Wärmenetz weitere Gebäude beheizen (siehe auch Abschnitt 2.3.6).

Eine weitere Senkung des Energieverbrauchs gelingt durch den Umstieg auf effiziente Umwandlungs- und Erzeugertechnologien. Ein Blockheizkraftwerk folgt beispielsweise dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung und erzeugt gleichzeitig Wärme und Strom. Dadurch wird die Abwärme nicht ungenutzt an die Umwelt abgegeben, sondern direkt genutzt. Auch mit Hilfe moderner Wärmepumpen, Wärmespeicher oder Solarthermie kann vorhandene Energie effizienter genutzt werden.

Die Potenziale zur Senkung des Prozesswärmebedarfs lassen sich nur durch eine Untersuchung der bestehenden Anlagen und Prozesse der jeweiligen Betriebe genau beziffern. Eine solche Erhebung übersteigt den Rahmen des kommunalen Wärmeplans.

2.3 Erneuerbare Energien für die Wärmeversorgung

Im folgenden Abschnitt werden die in der Stadt Todtnau verfügbaren Potenziale zur Wärmeerzeugung aus den folgenden erneuerbaren Quellen beschrieben: Biomasse, oberflächennahe und Tiefengeothermie, Umweltwärme, Solarthermie und Abwärme aus Gewerbe und Abwasser.

2.3.1 Biomasse

In den folgenden Abschnitten werden die in der Stadt Todtnau lokal verfügbaren Potenziale zur Erzeugung von Biogas und zur energetischen Verwertung fester Biomasse (Energieholz) quantifiziert.

2.3.1.1 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Landwirtschaft

Laut dem Statistischen Landesamt wurde im Jahr 2021 in der Stadt Todtnau eine Fläche von 1.597 ha landwirtschaftlich genutzt (STALA (2022)). Bei der Bewirtschaftung dieser Flächen entstehen unterschiedliche Reststoffe, die sich für den Betrieb einer Biogasanlage eignen. Tabelle 3 gibt eine Übersicht dieser Reststoffe und deren energetischen Potenziale in der Stadt Todtnau.

Die von dem statistischen Landesamt angegebenen Tierbestände in der Stadt Todtnau ergeben ein berechnetes energetisches Potenzial der tierischen Exkremente von ca. 733 MWh/Jahr.

Das Energiepotenzial der Ackerpflanzen verteilt sich in Todtnau auf 6 Haupterwerbslandwirte und 38 Nebenerwerbslandwirte.

Reststoffquelle	Anbaufläche (ha) Quelle: STALA 2020	Energetisches Potenzial (MWh/Jahr)
Ackerpflanzen	k.A.	k.A.
Dauergrünlandflächen	k.A.	k.A.
Obstanbau	k.A.	k.A.
Tierexkremente	-	733

Tabelle 3 – Energetisches Potenzial einiger landwirtschaftlichen Reststoffe in der Stadt Todtnau

2.3.1.2 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen

Die Hausmüllabfälle der Stadt Todtnau werden vom Eigenbetrieb Abfallwirtschaft des Landkreises Waldshut entsorgt.

2.3.1.3 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

Ausgehend von den vor Ort erzeugten organischen Reststoffen (Tabelle 3), ergibt sich ein der landwirtschaftlichen Biogasproduktion hinzuaddiertes technisches Potenzial für die Stadt Todtnau von 733 MWh/Jahr, was im Rahmen einer Stromerzeugung einem elektrischen Erzeugungspotenzial von ca. 278 MWh/Jahr und einer Leistung mit ca. 10 kW_{el} sowie einem Nettowärmepotenzial von ca. 239 MWh/Jahr entsprechen würde. Wesentlicher Reststoff ist Rindergülle.

2.3.1.4 Energieholz

In der Stadt Todtnau beläuft sich die Waldfläche auf 5.003 ha. Das eingeschlagene Holz wird teilweise energetisch genutzt und als Hackschnitzel (2.700 fm/Jahr) und Brennholz (1.590 fm/Jahr) verwendet. Zusätzlich werden 28.735 fm/Jahr stofflich genutzt. Auf Grundlage der Informationen des zuständigen Forstamtes kann festgestellt werden, dass der ungenutzte Zuwachs sich zu ca. 1.020 fm/Jahr berechnet, davon aber 570 fm/Jahr auf Privatflächen liegen. Ansonsten wird die Waldfläche in Todtnau nachhaltig bewirtschaftet und ein Großteil des ungenutzten Zuwachses unterliegt dem Wiederaufforstungsprogramm. Die zusätzlichen energetischen Potenziale liegen insgesamt bei ca. 1.944 MWh/a, mit denen noch ca. 138 Wohngebäude beheizt werden könnten. Tatsächlich steht dieses Potenzial aber nur beschränkt zur Verfügung.

2.3.2 Oberflächennahe Geothermie

Auf der Gemarkung Todtnau sind keine Wasserschutz-zonen im Siedlungs- oder Gewerbebereich ausgewiesen. Es sind zugleich auch keine relevanten Grundwasserpotenziale vorhanden. Der tiefere Untergrund besteht über die gesamte Gemarkung hinweg wesentlich aus Kristallingesteinen (Granit und Gneis) sowie aus den karbonischen Sediment- und Vulkanitgesteinen des Grundgebirges. Insgesamt bestehen sehr gute Bedingungen zum Abteufen von Erdwärmesondenbohrungen (Abbildung 22). Erdwärme kann daher auf der gesamten Gemarkung mit Erdwärmesonden genutzt werden. Das Vorgehen zur Potenzialbemessung ist im Methodenbericht auf S. 17 ff. beschrieben.

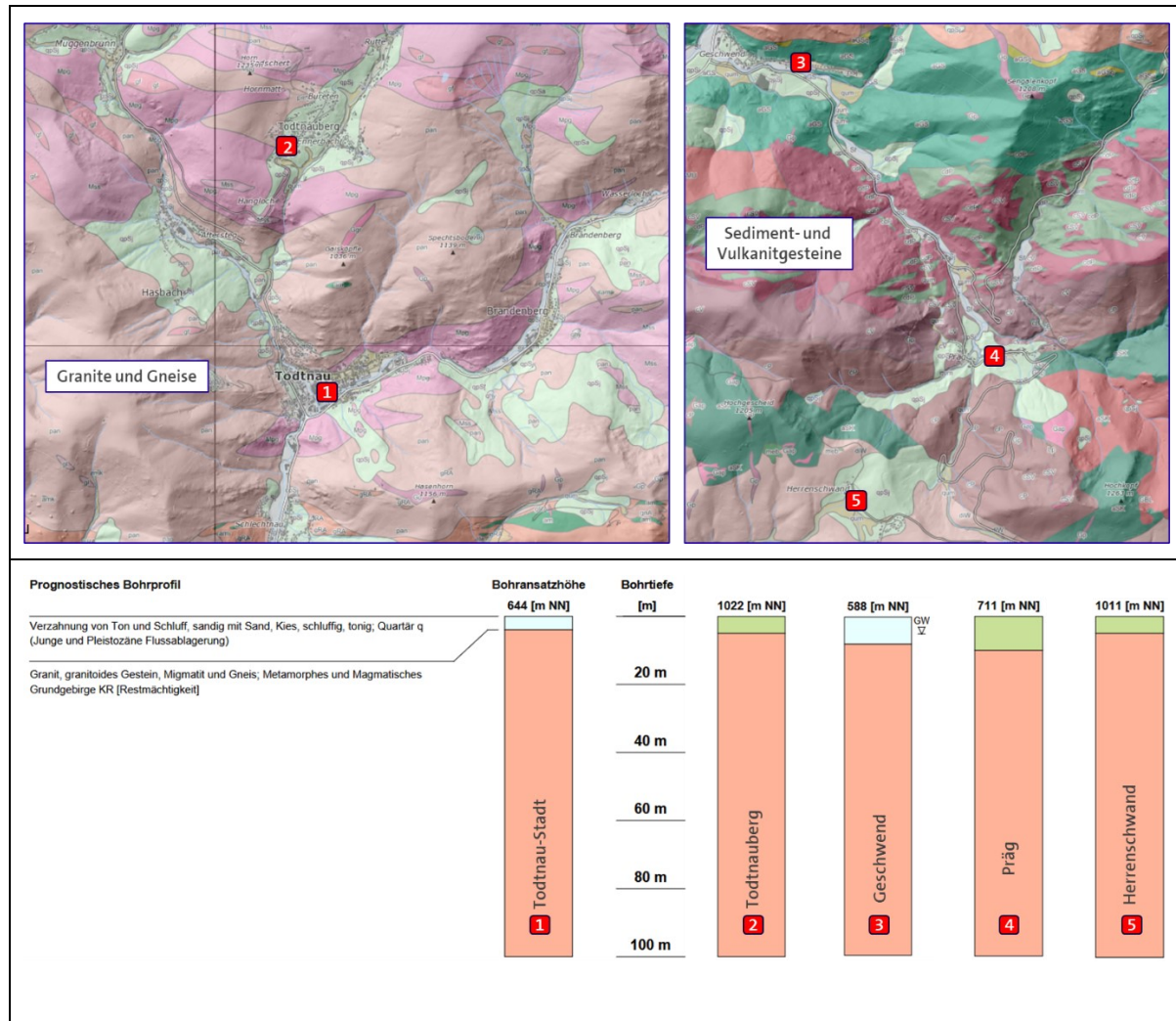


Abbildung 22 – Geologische Karte und Profilabfolgen bis 100 m Tiefe bei Todtnau - nach LGRB.

2.3.2.1 Erdwärmesonden

Geologisch betrachtet bietet der Untergrund bei Todtnau ein hohes Potenzial für die Anwendung von Erdwärmesonden. Die Wärmeleitfähigkeiten des oberflächennahen Untergrundes und die geologisch bedingten thermischen Entzugsleistungen von Sonden, so wie sie von dem Informationssystem für oberflächennahe Geothermie Baden-Württemberg (ISONG-BW) angegeben werden, liegen fast vollständig im sehr gut geeigneten Bereich. Im Allgemeinen ist der Untergrund in Todtnau für die Abteufung von Erdwärmesonden sehr gut geeignet und mit sehr wenig Risiko behaftet.

Da Todtnau auf zwischen 580 m und 1100 m Höhe liegt, sind die Jahresmitteltemperaturen zwischen 3 und 6°C nach DIN 4710 sehr niedrig. Das hat eine relativ geringe Effizienz der Sole/Wasser-Erdwärmepumpen zur Folge, die aber dennoch deutlich besser ist als bei Luft/Wasser-Wärmepumpen.

Das technische Potenzial zur Deckung des Wärmeverbrauchs der Wohngebäude über Erdwärmesonden liegt in Todtnau bei ca. 4.691 MWh/Jahr, was nur ca. 15 % des Wärmebedarfs der Wohngebäude entspricht. Bis zum Jahr 2040 erhöht sich dieser Anteil aufgrund der angenommenen Gebäudesanierung (2 %/Jahr ab 2028) auf ca. 33 % des dann erwarteten Wärmebedarfs. Ein wesentlicher Grund für die geringen Deckungsanteile liegt im hohen Wärmebedarf der Wohngebäude, was oft drei bis vier Erdsonden benötigt (siehe Abbildung 23). Dies bedingt einen hohen Flächenbedarf, der oftmals nicht gegeben ist.

Eine geothermische Bedarfsdeckung konzentriert sich vor allem auf die Wohngebiete mit überwiegend Einfamilienbehausung. Abbildung 23 verzeichnet die Anzahl der Erdwärmesonden, die je Gebäude zur Deckung des technischen Wärmebedarfs benötigt werden. Dabei wird neben dem Gebäudewärmebedarf auch die zur Verfügung stehende Rest-Grundstücksfläche, der thermodynamisch notwendige Sondenabstand und die durchschnittliche Umgebungstemperatur im Schwarzwald berücksichtigt. Gebäude, die mehr als vier Erdwärmesonden benötigen, müssen mit anderen Energieträgern versorgt werden, da die Wirtschaftlichkeit einer Erdwärmeheizung dann voraussichtlich nicht gegeben ist.

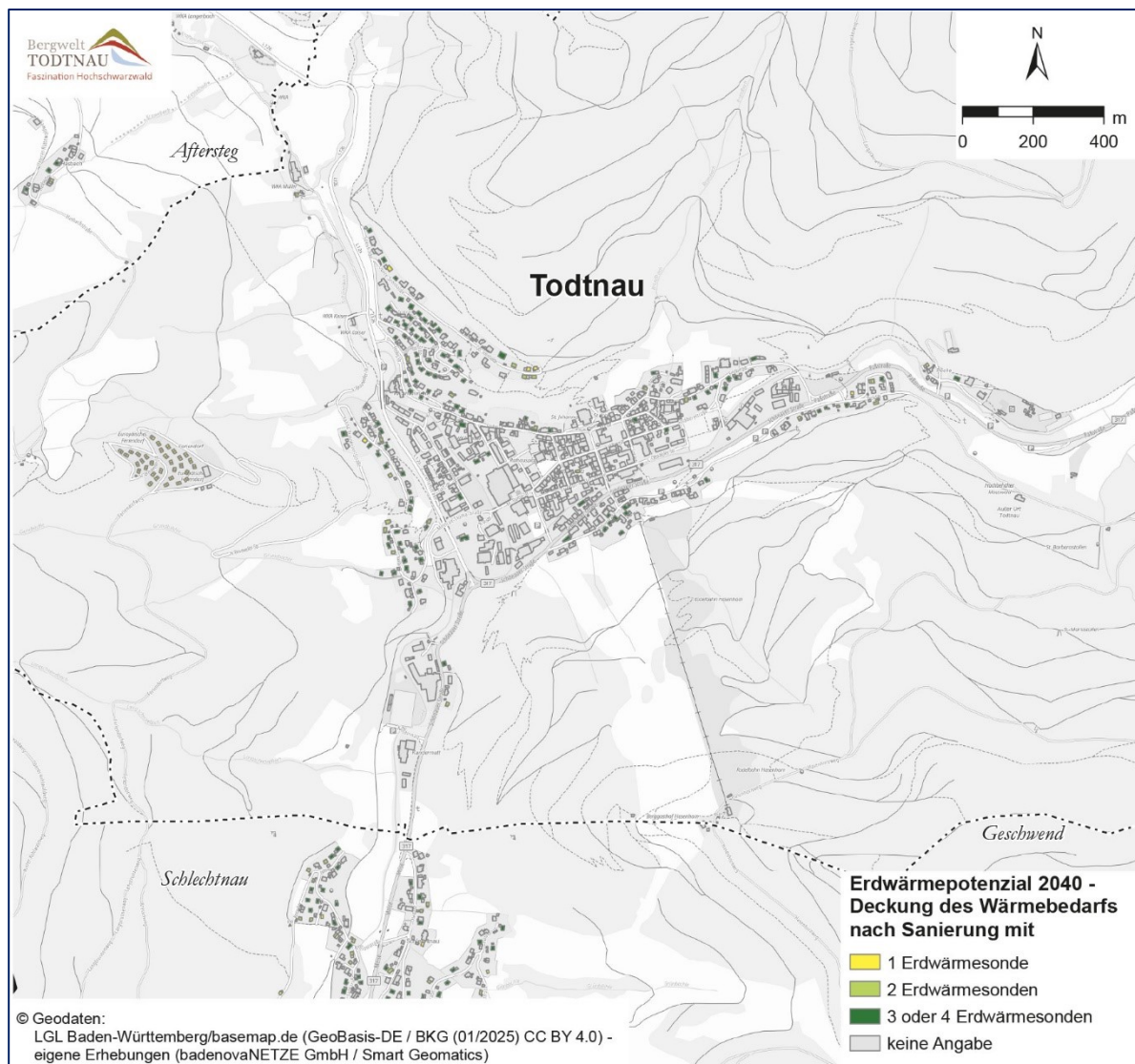


Abbildung 23 – Erdwärmepotenzialkarte für das Szenario-Jahr 2040

2.3.2.2 Grundwasser

Die oberflächennahe Geologie ist auf der Gemarkung Todtnau von einer wenige Meter mächtigen Lage schluffig-sandiger Decksedimente geprägt. Darunter liegt direkt das kristalline und sedimentäre Grundgebirge. Grundwasser ist lediglich in den Talniederungen vorhanden, dort aber auch nur in Schottern und Sanden der Gebirgsbäche, die eine geringe Mächtigkeit aufweisen.

Für die Nutzung des Grundwassers mittels Brunnenanlagen gibt es daher in Todtnau kein Potenzial. Für die Anwendung einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe, die zum Beispiel in Todtnau-Stadt mit dem Flusswasser der Wiese gespeist wird, hängt das Potenzial weitestgehend vom Bedarf und von der benötigten Anlagengröße ab. Die zu ermittelnde Mindest-Wasserführung der Wiese im Winter und die maximale Bedienung des Wärmebedarfs müssen entsprechend abgestimmt sein.

2.3.2.3 Risiken der Oberflächennahen Geothermie

Es werden folgende Bohrrisiken innerhalb der Gemarkung Todtnau angegeben:

- Artesisch gespanntes Grundwasser

Aufgrund der Lage der Stadt und einiger Teilorte in den Talsohlen, steht das Grundwasser dort unter Druck, so dass es bei Bohrungen zum Auslaufen des Grundwassers oder sogar zur Verwilderung des Grundwasserstromes kommen könnte.

Insgesamt sind aber keine relevanten Bohrrisiken zu erwarten. In den weitaus meisten Fällen sind diese technisch sicher handhabbar, falls sie doch auftreten sollten.

2.3.3 Tiefengeothermische Potenziale

Die potenziellen Thermalwasserhorizonte sind bei Todtnau nicht vorhanden bzw. vollständig erodiert, so dass die Anwendung der hydrothermalen Geothermie nicht in Frage kommt.

Todtnau liegt in der Erdbebenrisikozone II, in der mittlere bis stärkere Gebäudeschäden (nach EMS-Skala 7 bis 7,5) maximal auftreten können. Induzierte Mikrobeben, die im Rahmen von petrothermalen Erdwärmeexplorationen erzeugt werden, könnten natürliche Beben auslösen. Insgesamt ist eine petrothermale Exploration, nicht zuletzt auch wegen der hohen Investitionskosten, für Todtnau nicht zu empfehlen.

2.3.4 Umweltwärme

Das auf Basis eines Wärmepumpenkatasters der badenovaNETZE GmbH berechnete Gesamtpotenzial für Luft/Wasser-Wärmepumpen im Sektor Haushalte beträgt ca. 5.263 MWh/a bezogen auf den heutigen Gebäudewärmebedarf und auf den heutigen Sanierungsstand der Wohngebäude. Das entspricht einer potenziellen Abdeckung des Wohngebäude-Wärmeverbrauchs von nur ca. 16 %. Bis ins Jahr 2040 kann dieser Anteil aber durch die Gebäudesanierung auf ca. 15.038 MWh/a gesteigert werden, was dann einen Deckungsanteil von bis zu 47 % bedeuten könnte. Dabei werden nur Wärmepumpen berücksichtigt, die bei der Wärmeversorgung der bis zum Jahr 2040 teilsanierten Gebäude eine Jahresarbeitszahl von dann mindestens 2,8 erreichen, wodurch dann mindestens ein Drittel des Primärenergiebedarfs für die Wärmebereitstellung eingespart werden kann. Die Zahlen heben nochmals die Bedeutung der Gebäudesanierung hervor. Aktuell werden in Todtnau ca. 1 % des Wärmeverbrauchs der privaten Haushalte mit Wärmepumpen auf Basis von Umwelt- und Erdwärme gedeckt.

2.3.5 Solarthermie

Die Stadt Todtnau hat aufgrund der Verschattung in den Berg- und Tallagen des Schwarzwaldes trotz der hohen Globalstrahlung nur eine mäßige und tatsächlich nutzbare Solareinstrahlung. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche und ohne Berücksichtigung der Verschattung, bei 1.130 kWh/m² und damit über dem bundesdeutschen

Durchschnitt (LUBW, (2023)). Im Jahr 2021 wurden in Todtnau ca. 3,4 % des Wärmeverbrauchs der Stadt durch Solarthermieranlagen gedeckt.

2.3.5.1 Wärmeerzeugungspotenziale auf bestehende Dachflächen

Die Potenziale zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung durch Solarthermie belaufen sich zusätzlich zu den Bestandsanlagen (1.518 MWh) auf 2.805 MWh und damit auf insgesamt rund 9,7 % des Wärmeverbrauchs der Stadt Todtnau. Durch die Ausschöpfung des zusätzlichen Potenzials und der erhöhten Erzeugung von Solarwärme könnten, im Vergleich zum mittleren Emissionsfaktor des Wärmeverbrauchs, 664 t CO_{2e} /Jahr vermieden werden.

2.3.5.2 Wärmeerzeugungspotenziale auf Freiflächen

Ein Wärmeerzeugungspotenzial durch Solarthermie-Freiflächenanlagen in unmittelbarer Siedlungsnähe und zur Nutzung der Wärme für ein Wärmenetz ist in Todtnau nicht gegeben.

2.3.6 Abwärmepotenziale

2.3.6.1 Abwärmepotenziale im Gewerbe

In Todtnau konnten keine Unternehmen ausfindig gemacht werden, in denen ein technisch und räumlich nutzbares Abwärmepotenzial existiert.

2.3.6.2 Abwärmepotenziale aus dem Abwasser

Aufgrund der geringen Ausdehnung der Abwasserkanäle und des eher gering zu veranschlagenden Durchflusses steht in Todtnau kein relevantes und nutzbares Abwärmepotenzial aus Abwasser zur Verfügung.

2.4 Erneuerbare Energien für die Stromerzeugung

Im folgenden Abschnitt werden die Potenziale zur Stromerzeugung aus Wasserkraft, Windkraft und mit Photovoltaikanlagen auf Dachflächen, Freiflächen und Baggerseen dargestellt.

2.4.1 Wasserkraft

Aktuell werden laut den Angaben des Stromnetzbetreibers Naturenergie Netze GmbH 34 kleine Wasserkraftanlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von 3.409 kW in Todtnau betrieben. Damit werden bis zu 9.099 MWh Strom pro Jahr generiert (Angaben laut KEA BW in BiCO₂ BW, V. 3.1). Es besteht kein weiteres Ausbaupotenzial. Das im Energieatlas BW angegebene Gesamtpotenzial von 3.091 kW wird bereits mit dem vom Stromnetzbetreiber angegebenen Potenzial überschritten.

2.4.2 Windkraft

Für die Gemarkung Todtnau wurden vom Regionalverband Südlicher Oberrhein knapp 59 ha Fläche in zwei Vorranggebieten für Windkraftanlagen ausgewiesen. Die Prüfung dieser Flächen von Seiten der Stadt steht noch aus. Restriktionen für die Flächennutzung liegen im Bereich der Touristik. Theoretisch könnten auf diesen Flächen drei große Windkraftanlagen mit einer Gesamt-Stromerzeugung von ca. 30.000 MWh/a errichtet werden. Diesbezügliche Planungen oder offizielle Berechnungen bestehen nicht. Die theoretische Potenzialangabe ist daher nur als vorläufig zu betrachten.

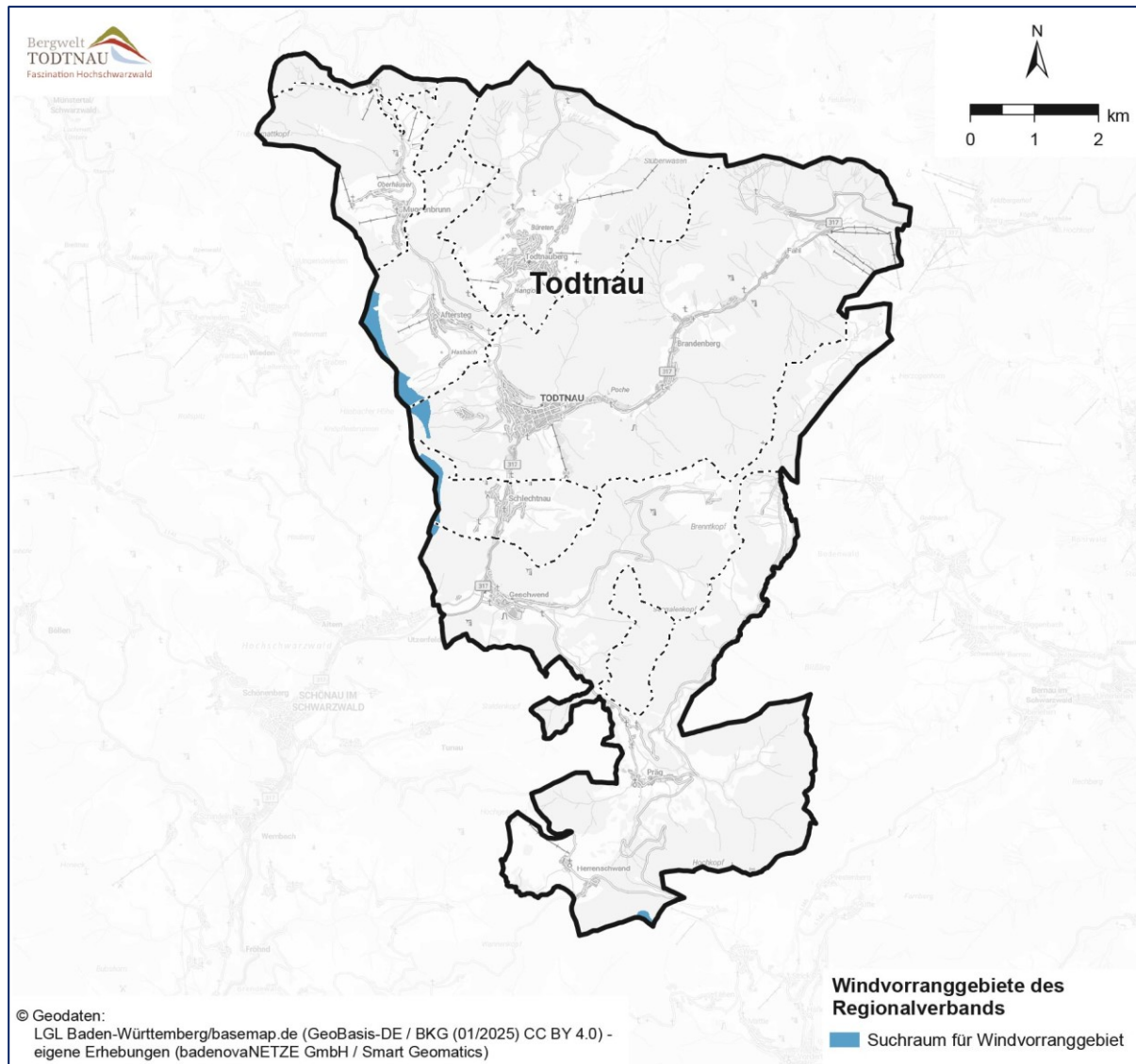


Abbildung 24: Windvorranggebiete des Regionalverbands

2.4.3 Photovoltaik

- **Stromerzeugungspotenzial auf bestehenden Dachflächen:** Durch die Ausschöpfung des Dachflächenpotenzials in Todtnau können nach diesen Berechnungen jährlich insgesamt 20.780 MWh Strom mit PV-Anlagen erzeugt werden. Dies entspricht 138 % des Stromverbrauchs im Jahr 2021. Die Abbildung 27 zeigt das Stromerzeugungspotenzial mit Photovoltaik auf Dachflächen und im Verhältnis zum Gesamtstromverbrauch der Stadt Todtnau im Jahr 2021.
- **Stromerzeugungspotenziale auf Freiflächen:** Für Todtnau ergeben sich laut vorläufigen Angaben und Berechnungen vier Flächen mit zusammen ca. 34,5 ha für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen (vgl. Abbildung 26). Die Ausschöpfung dieser Fläche ergibt ein Photovoltaik-Potenzial von ungefähr 40.742 MWh/a, was ca. 270 % des Stromverbrauchs in Todtnau entspricht.
- **Stromerzeugungspotenziale auf Seen:** Für Todtnau wird diesbezüglich vom LUBW kein Potenzial ausgewiesen.

Bei Ausschöpfung des Dachpotenzials und der nutzbaren Freifläche ergibt sich bis 2040 ein Stromerzeugungspotenzial von insgesamt ca. 61.522 MWh/a, was ungefähr 407 % des in Kapitel 3.5 dargestellten Strombedarfs bis 2040 entspricht.

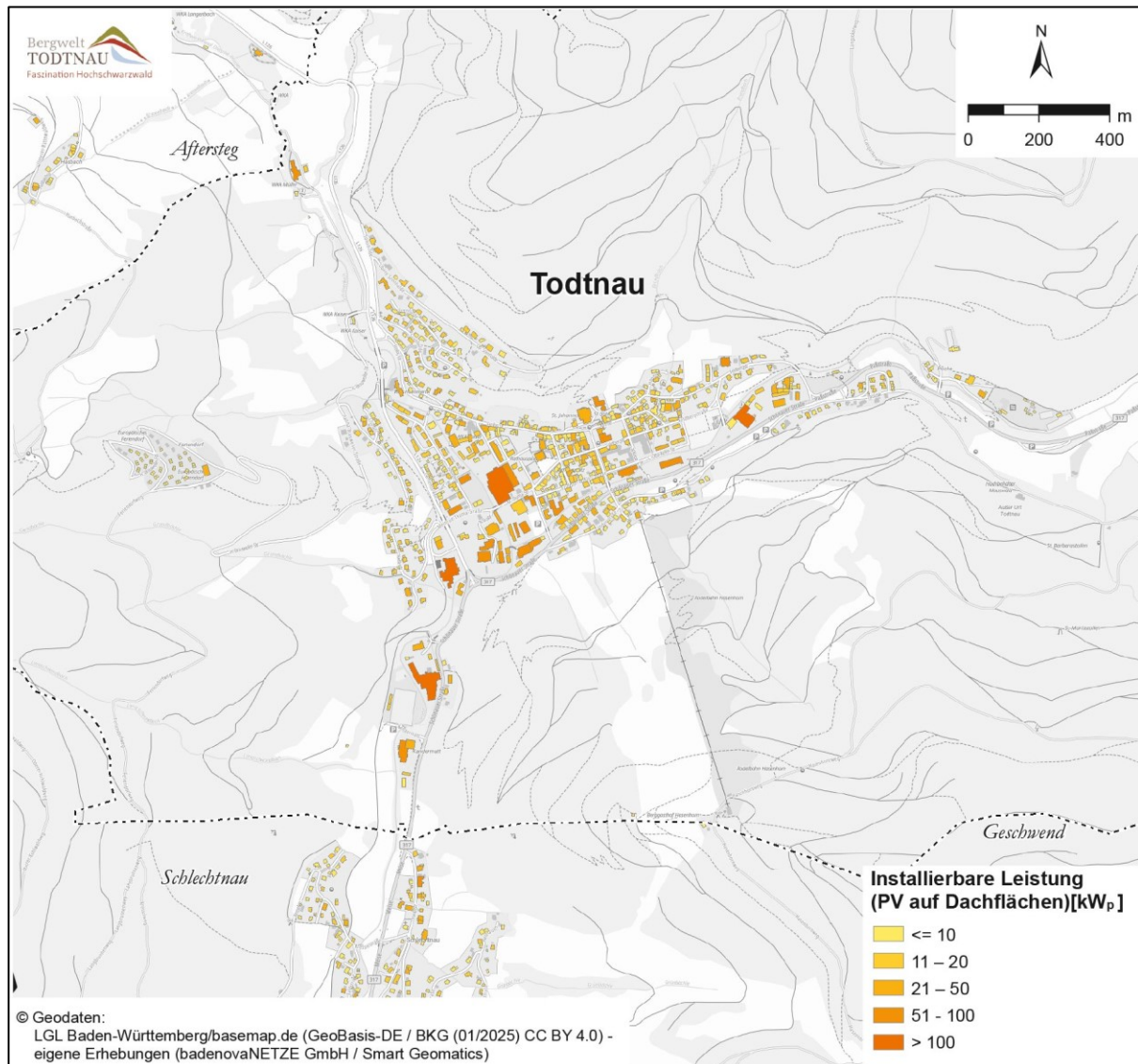


Abbildung 25: Installierbare PV-Leistung auf Dachflächen

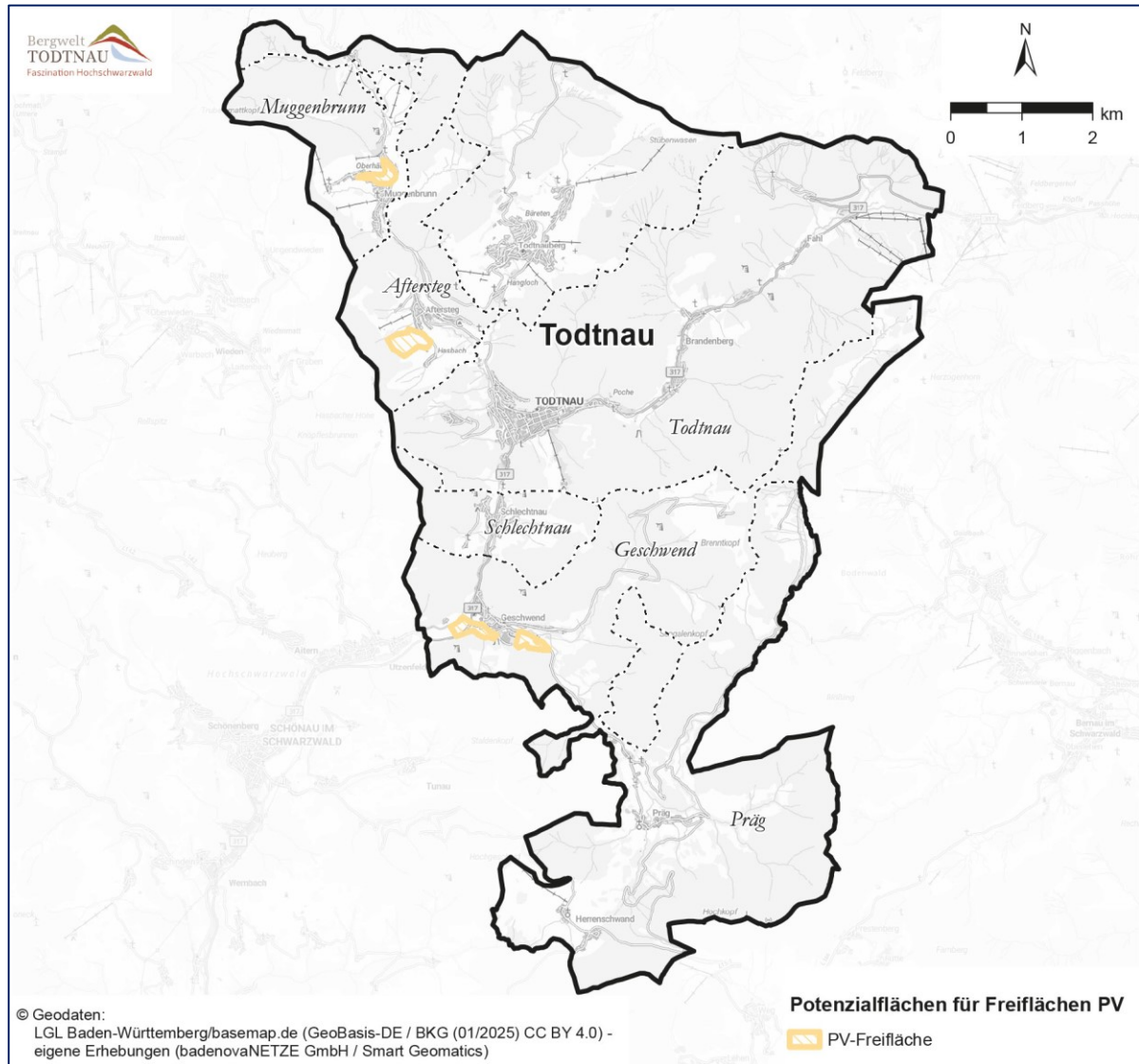


Abbildung 26 – Potenzialflächen für Freiflächen PV-Anlagen (Datenquelle: Regionalverband)

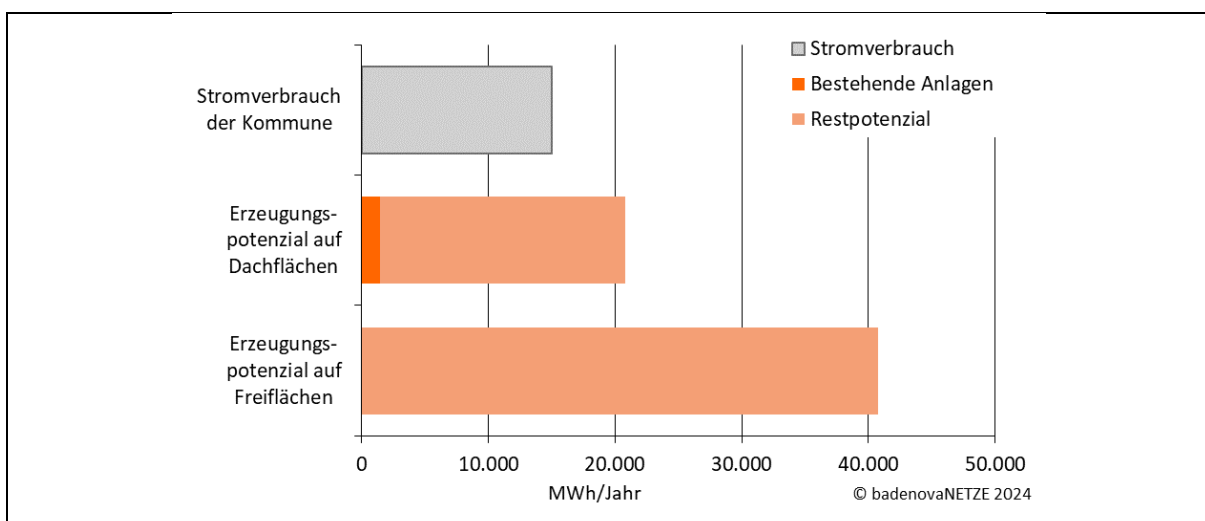


Abbildung 27 – Stromerzeugungspotenziale mit Photovoltaik in Todtnau

2.5 Erneuerbare Gase

2.5.1 Zukünftige Verfügbarkeit von synthetischen Gasen

Im Rahmen des Projekts H2@Hydro, an dem unter anderen die Energiekonzerne RWE und badenova beteiligt sind, soll am Hochrhein bei Albbruck ein Elektrolyseur mit 50 MW elektrischer und 10 MW thermischer Leistung errichtet werden. Die Wärme soll im Wärmenetz für umliegende Siedlungsgebiete bereitgestellt werden. Ca. 8.000 t Wasserstoff könnten pro Jahr produziert werden, die in einer Transportleitung zu den Verbrauchern geführt werden. Langfristig soll ein Gebiet entlang des Hochrheins bis nach Basel mit Wasserstoff versorgt werden. Das Wärmepotenzial einer Wasserstoffmenge von 8.000 t/a beträgt ca. 266.400 MWh. Abnehmer können die energieintensive Industrie und Speditionsunternehmen entlang des Hochrheins sein. Mit einer Verfügbarkeit kann ab 2030 gerechnet werden, sofern das Projekt erfolgreich ist. Leitungen, die Wasserstoff auch bis tief in den Schwarzwald hinein transportieren, sind bisher nicht geplant.

Abbildung 28 zeigt schematisch den zukünftigen bzw. geplanten Trassenverlauf der Wasserstoff-Infrastruktur am Hochrhein und am Oberrhein auf. Ein für Todtnau spezifisches Potenzial lässt sich nicht angeben und hängt unter anderem auch von den Anforderungen der Industrie ab. Der unspezifische Bedarf im Zusammenhang mit dem Szenario (Kapitel 3.2) beträgt bis 2040 ca. 1.861 MWh/a.



Abbildung 28 – Schema der geplanten Wasserstoff-Infrastruktur in Südwestdeutschland (Quelle: RWE)

2.5.2 Zukünftige Rolle von erneuerbaren Gasen

Siehe Methodenbericht Kapitel 2.5.2, auf Seite 25.

2.6 Zusammenfassung der Potenziale

Die Potenzialanalyse zeigt, in welchen Bereichen die Stadt Todtnau über Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Energieeinsparung und zur Erzeugung von Wärme und Strom aus erneuerbaren Energien verfügt.

Die Potenziale für die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen sowie die Potenziale für erneuerbare Wärme sind in Abbildung 29 und Abbildung 30 dargestellt. Daraus lässt sich ableiten, dass die Potenziale im Strombereich theoretisch und jahresbilanziell ausreichend sind, um den heutigen Strombedarf im Sektor private Haushalte in Todtnau erneuerbar zu decken.

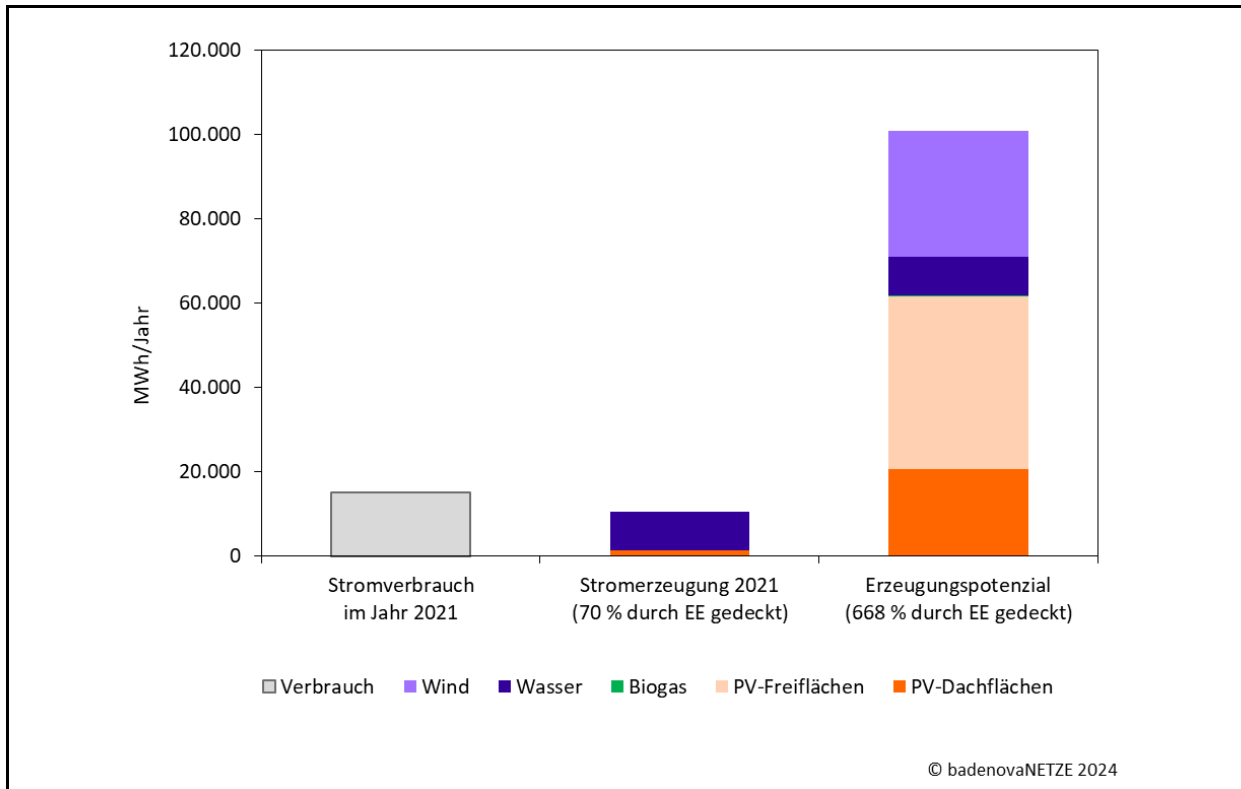


Abbildung 29 – Erneuerbare Strompotenziale in Todtnau

Die in Abbildung 30 zur Wärmeerzeugung dargestellten Potenziale werden nicht ausreichen, um die aktuell benötigte Wärmemenge bereitzustellen, auch wenn die Dachflächen-Solarthermie über die Bedarfsdeckung für die Warmwasserbereitung hinausgehend genutzt werden kann. Das bedeutet, dass der Wärmebedarf der Stadt deutlich gesenkt werden müsste, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung tatsächlich erreichen zu können. Von größerer Relevanz bei der Umstellung der Wärmeversorgung wird die Nutzung der Wärmepumpe sein. Diese Technologie bietet insbesondere in Verbindung mit der oberflächennahen Erdwärme große Potenziale in Todtnau, da der Untergrund zum Abteufen von Erdwärmesonden gut geeignet ist. Für energieintensive Unternehmen können auch grüne Gase zukünftig eine Alternative zu fossilen Energieträgern darstellen. Letzteres Potenzial ist jedoch nicht pauschal zu beziffern.

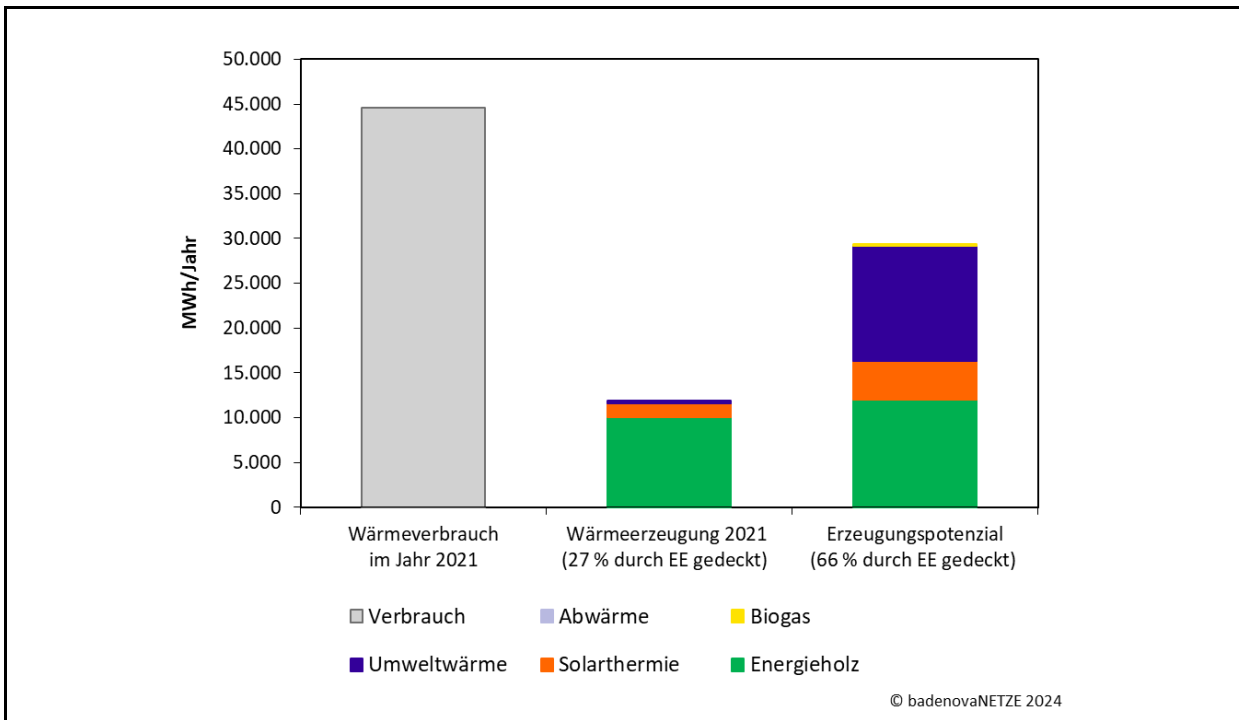


Abbildung 30 – Erneuerbare Wärmepotenziale in Todtnau

In der folgenden Tabelle 4 sind die Potenziale der Stadt Todtnau zur Erzeugung von Wärme und Strom aus erneuerbaren Energien übersichtlich zusammengefasst.

Energiequelle		Anwendungsbereich	Erzeugungspotenzial
Biomasse	Biogas	Stromerzeugung Zentrale/dezentrale Wärmeversorgung	278 MWh/a 833 MWh/a als Szenario-Bedarf an sonstigen EE
	Energieholz	Zentrale/dezentrale Wärmeversorgung	12.027 MWh/a
Oberflächennahe Erdwärme	Erdwärmesonden	Dezentrale Wärmeversorgung (nicht kumulierbar mit Umweltwärme!)	2021: 4.691 MWh/a 2030: 7.274 MWh/a 2040: 10.513 MWh/a
	Grundwasserbrunnen	Zentrale/dezentrale Wärmeversorgung	Kein Potenzial
Tiefengeothermie	Hydrothermale Geothermie	Zentrale Wärmeversorgung	Kein Potenzial
	Petrothermale Geothermie	Zentrale Wärmeversorgung bei gleichzeitiger Stromerzeugung	Kein Potenzial
Solarthermie	Solarthermie auf Dachflächen	Zentrale/ dezentrale Wärmeversorgung	2.805 MWh
	Solarthermie auf Freiflächen	Zentrale Wärmeversorgung	Kein Potenzial
Umweltwärme	Luft	Zentrale/dezentrale Wärmeversorgung (nicht kumulierbar mit Oberflächennaher Erdwärme!)	2021: 5.263 MWh/a 2030: 17.710 MWh/a 2040: 15.039 MWh/a
Oberflächen-gewässer		Zentrale Wärmeversorgung mit Großwärmepumpe (bedarfsorientiertes Potenzial)	Kein Potenzial
Wasserstoff	Wasserstoff	Hochtemperaturprozesse der Industrie	Kein Potenzial
	Wasserstoff	Zentrale Wärmeversorgung	Kein Potenzial
Abwärme	Industrieabwärme	Zentrale Wärmeversorgung	Kein Potenzial

Energiequelle		Anwendungsbereich	Erzeugungspotenzial
	Abwasser	Zentrale Wärmeversorgung	Kein Potenzial
Windkraft	Wind	Stromerzeugung	30.000 MWh/a
Wasserkraft	Fließgewässer	Stromerzeugung	Kein weiteres Potenzial für Kleinwasser-Kraftwerke
Photovoltaik	Dachflächen	Stromerzeugung	20.780 MWh/a
	Freiflächen	Stromerzeugung	40.742 MWh/a
	Parkplatzflächen	Stromerzeugung	-
	Baggerseen	Stromerzeugung	-

Tabelle 4 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien in Todtnau

3. Zielszenario Klimaneutraler Gebäudebestand 2040

3.1 Berechnungsgrundlagen des Zielszenarios

3.1.1 Definition der Klimaneutralität

Siehe Methodenbericht, Kapitel 3.1.1, S. 28 ff.

3.1.2 Berechnungsgrundlagen zur Entwicklung des Wärmebedarfs

Folgende Annahmen wurden bei der Szenarioentwicklung für die kommunale Wärmeplanung der Stadt Todtnau getroffen:

- Der Wärmebedarf der Bestandsgebäude sinkt durch die energetische Sanierung der Gebäudehüllen. Der zukünftige Wärmebedarf der Wohngebäude im Bestand wurde anhand der in der Potenzialanalyse ermittelten Sanierungspotenziale für Wohngebäude berechnet. Dabei wurde eine jährliche Sanierungsrate von 2 % angesetzt. Konkret heißt das, dass jährlich 2 % der möglichen Einsparungen durch Sanierungsmaßnahmen erreicht werden.
- Die Bevölkerungsentwicklung in Todtnau wurde anhand der statistischen Daten abgeschätzt. Demnach wird für die Stadt Todtnau bis zum Jahr 2040 ein weitestgehend stagnierendes Bevölkerungswachstum angesetzt. Da die energetischen Anforderungen für Neubauten bereits recht hoch sind, machen die Neubauten, im Vergleich zum Bestand, einen geringen Anteil des zukünftigen Wärmebedarfs aus.
- Der Wärmebedarf für die Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie Industrie sinkt bis zum Jahr 2040 aufgrund von energetischer Sanierung der Gebäude und durch Effizienzmaßnahmen, die zu einer Reduktion des Energieeinsatzes für Prozesswärme führen (Nitsch & Magosch, 2021).
- Im Sinne einer Vorbildfunktion wurde für die kommunalen Liegenschaften ein Zielwert von 40 % Senkung des aktuellen Wärmebedarfs der städtischen Gebäude bis 2040 angesetzt. Dies muss vor allem durch Sanierungsmaßnahmen erreicht werden.

3.1.3 Berechnungsgrundlagen zur Deckung des Wärmebedarfs

- Im Zielszenario werden im Jahr 2040 keine fossilen Brennstoffe mehr verwendet. Dies entspricht einem möglichst klimaneutralen Zustand und ist auch eine der Grundannahmen in der Studie *Baden-Württemberg Klimaneutral 2040* (Nitsch & Magosch, 2021).
- Der Einsatz von Energieholz übersteigt das waldeigene Potenzial um 22 %.
- Der Einsatz von Solarthermie im Jahr 2040 wird das Potenzial zur Deckung des Brauchwarmwasser-Bedarfs bei privaten Haushalten nicht überschreiten und stattdessen weitestgehend stagnieren.
- Entsprechend der aktuellen Situation muss davon ausgegangen werden, dass Todtnau auch in Zukunft nicht leitungsgebunden mit Wasserstoff versorgt wird (vgl. Abschnitt 3.8).
- In den Eignungsgebieten für dezentrale Wärmeversorgung werden Wärmepumpen (Luft-Luft und Luft-Wasser) in Zukunft knapp ein Drittel des Wärmebedarfs decken.
- Das Stadtgebiet wird im Szenario zukünftig größtenteils über das Wärmenetz (Fernwärme) versorgt. Dazu wurde ein Anschlussgrad von 70 % der Wohngebäude angenommen.

- Im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung wird u.a. aufgrund der zentralen Lage des Eignungsgebietes angenommen, dass der Wärmebedarf der Betriebe zu 32 % über Fernwärme gedeckt wird.
- Die kommunalen Liegenschaften werden im Jahr 2040 zum größten Teil durch Fernwärme versorgt, da ein hoher Anschlussgrad dieser Liegenschaften an die städtischen Wärmenetze angenommen wird.

3.1.4 Berechnung der Treibhausgasemissionen

Die für das Zielszenario der Stadt Todtnau verwendeten Emissionsfaktoren sind im Methodenbericht im Abschnitt 3.1 dargestellt.

3.2 Zukünftiger Wärmebedarf 2030 und 2040

Durch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand und durch Effizienz- und Einsparmaßnahmen im Wirtschaftssektor sinkt der Gesamtwärmebedarf im Zielszenario bis zum Jahr 2040 um 39 % gegenüber dem Jahr 2021. Der Wärmebedarf der Wohngebäude sinkt durch die energetische Gebäudesanierung, erhöht sich aber durch den Zubau neuer Gebäude, so dass bis 2040 eine Einsparung von ca. 17 % erwartet wird. Für den Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen wird eine Einsparung von bis zu 39 % angesetzt. Im Sektor verarbeitendes Gewerbe wird keine Einsparung des Wärmebedarfs bis zum Jahr 2040 angenommen. Bei den kommunalen Liegenschaften liegt die Einsparung entsprechend des Zielwerts bei 40 % bis im Jahr 2040.

Abbildung 31 zeigt die Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Todtnau aufgeteilt nach den Sektoren private Haushalte, Gewerbe und Sonstiges, dem Industriesektor (Prozesswärme und Raumwärme) sowie kommunale Liegenschaften.

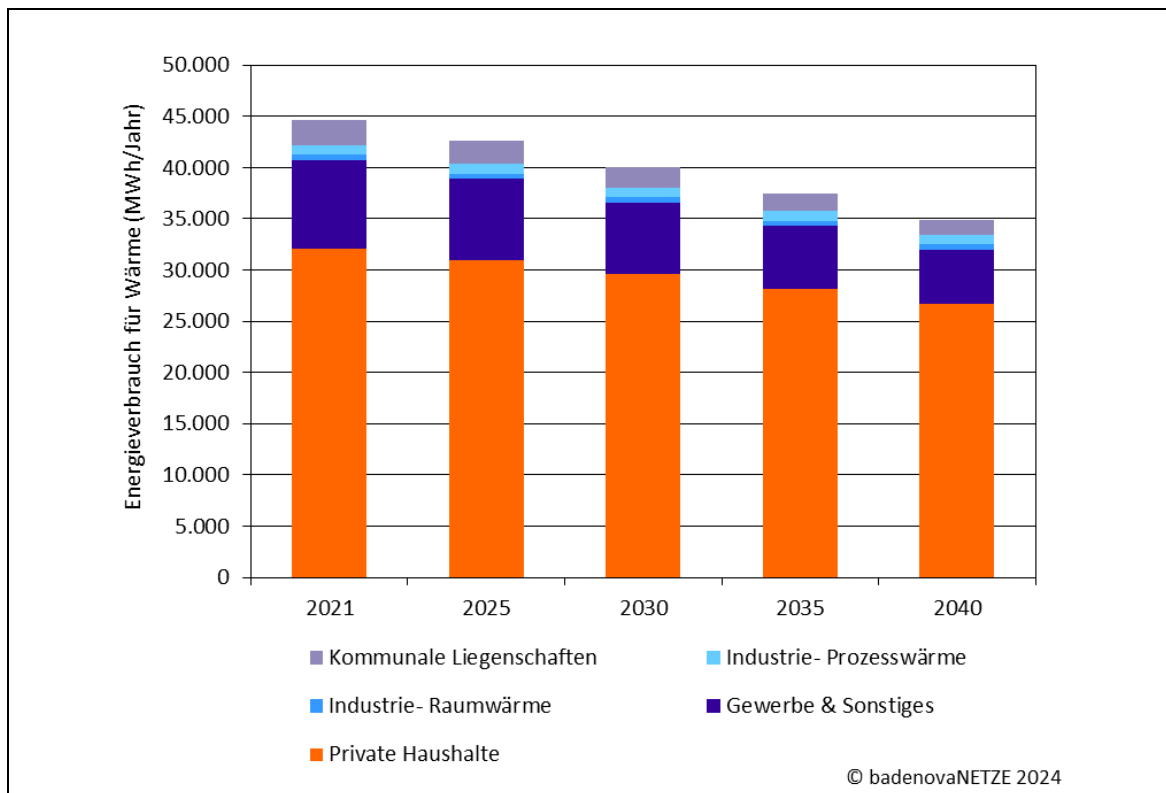


Abbildung 31 – Entwicklung des Energieverbrauchs für die Wärme nach Sektoren im Zielszenario

3.3 Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs nach Energieträgern

Bis zum Jahr 2040 soll laut Szenario die Fernwärme ein Viertel des Wärmeverbrauchs in Todtnau decken. Drei Viertel der Wärmeversorgung wird dezentral erfolgen.

Der potenzielle Energiemix einer möglichen zentralen Wärmeversorgung für Todtnau wird in Abbildung 32 für die Jahre 2021, 2030 und 2040 dargestellt. Die Abbildung zeigt, wie sich die Zusammensetzung der Energieträger in Todtnau für eine zentrale Wärmeversorgung der Stadt entwickeln könnte.

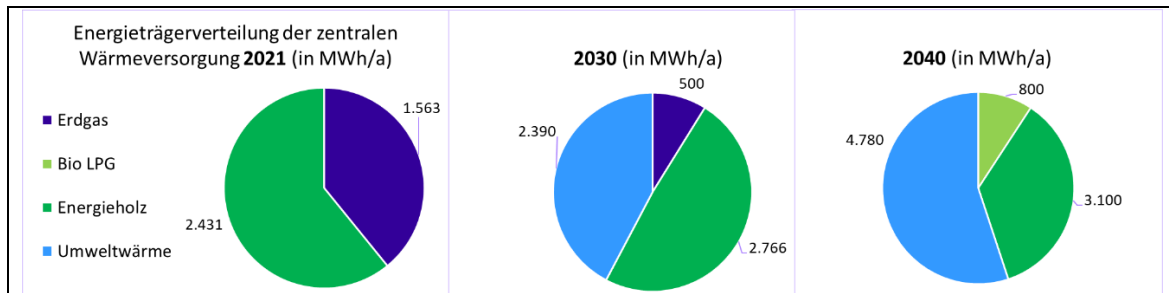


Abbildung 32 – Entwicklung der Energieträgerverteilung zentralen Wärmeversorgung (Fernwärme) in Todtnau im Zielszenario

Neben der Verwendung von leistungsstarken Wärmepumpen wird, so wie heute auch, Holz eine bedeutende Rolle spielen. Biogas könnte dann ab 2040 das Erdgas ersetzen, welches im Spitzenlastkessel und zur Redundanz benötigt wird. Die tatsächliche anteilmäßige Verwendung der Energieträger kann jedoch genauso wie die Anlagenkomposition nur im Rahmen einer Machbarkeitsstudie genauer untersucht werden.

Abbildung 33 zeigt die Entwicklung des gesamten Wärmeverbrauchs der Stadt Todtnau detailliert nach Energieträgern. Neben der Senkung des Wärmeverbrauchs wird deutlich, dass im Szenario die Wärmeversorgung bis 2040 dekarbonisiert wird. Hierzu werden unterschiedliche lokale erneuerbare Energieträger eingesetzt, während die Anteile der fossilen Energieträger, z.B. Erdgas und Heizöl, im Verlauf sinken.

Im Jahr 2040 liegt laut des Zielszenarios der gesamte Fernwärmeverbrauch bei ca. 8.680 MWh/Jahr, inklusive eines Anteiles von 15 % Verlustenergie. Der Einsatz von Energieholz wird in den Sektoren Wirtschaft und private Haushalte deutlich steigen. Im Jahr 2040 werden in Todtnau ca. 9.637 MWh Umweltwärme benötigt. Davon werden im Sektor Private Haushalte ca. 7.771 MWh/a Umweltwärme benötigt, um das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung zu erreichen. Auf Grundlage des Wärmepumpenkatasters, welches nur Wohngebäude betrachtet, macht diese Wärmemenge ca. zwei Drittel des Potenzials bis 2040 aus. Im Sektor Wirtschaft benötigen Hochtemperaturprozesse weiterhin Brennstoffe, die das wegfallende Erdgas adäquat ersetzen können. Dazu werden ca. 833 MWh/a durch synthetische Brennstoffe, durch nicht-leitungsgebundenen Wasserstoff oder durch Biomethan ersetzt.

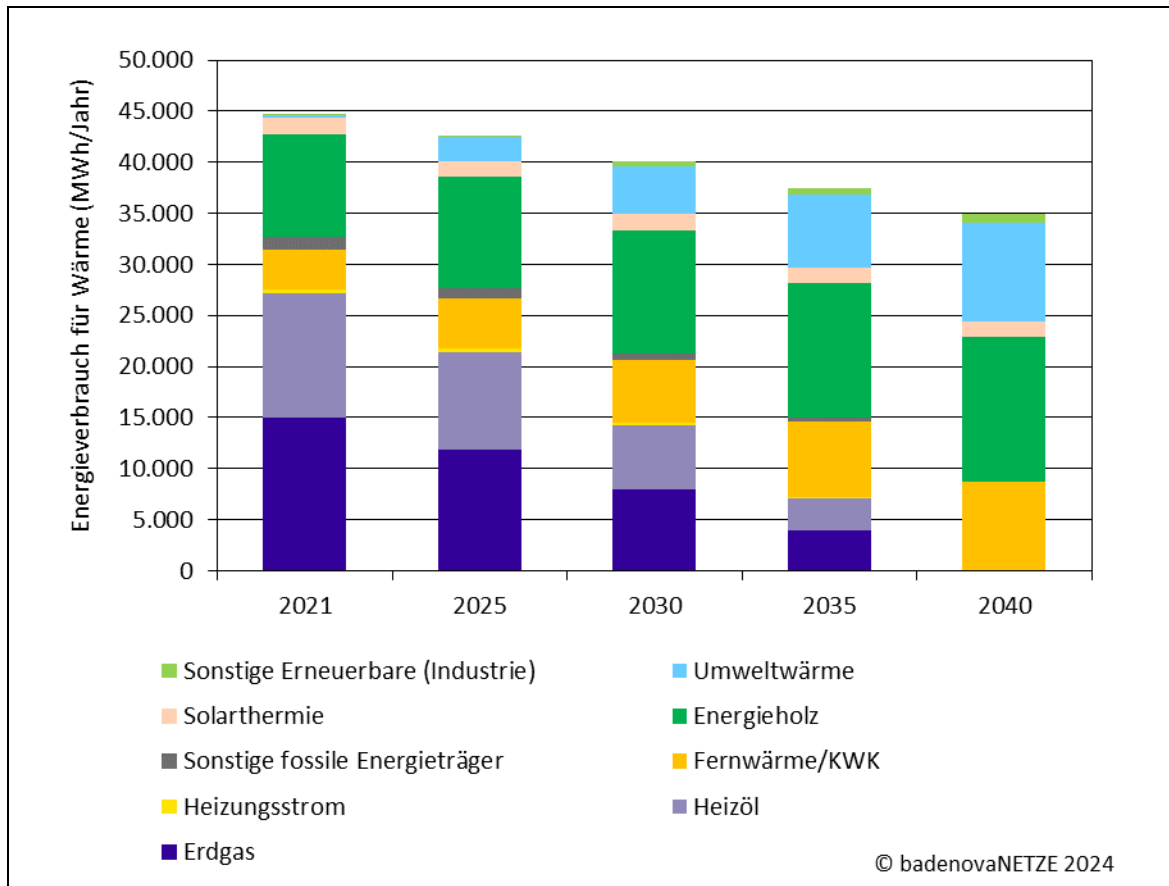


Abbildung 33 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Energieträger im Zielszenario

Abbildung 34 fasst die Energieträger für einen besseren Überblick zusammen und zeigt die Entwicklung des Wärmeverbrauchs im Zielszenario nach Erzeugungsart. Hierbei wird zwischen fossiler und erneuerbarer Wärmeversorgung mit Einzelheizungen (dezentrale Wärmeversorgung) sowie der Wärmeversorgung aus Wärmenetzen (zentrale Wärmeversorgung) unterschieden.

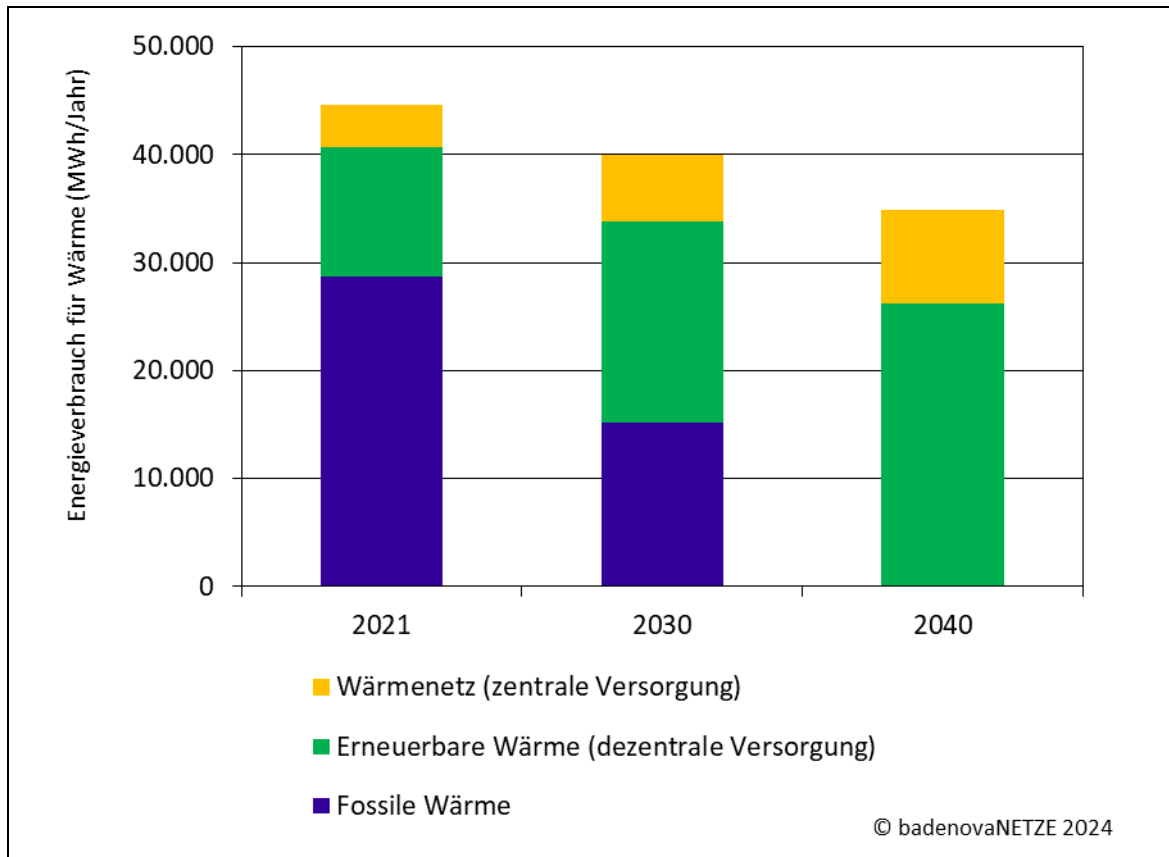


Abbildung 34 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Erzeugungsart im Zielszenario

Abbildung 35 und Abbildung 36 zeigen detailliert die Entwicklung des Wärmeverbrauchs nach Sektoren und Energieträger, zunächst für das Jahr 2030 und in Folge für das Jahr 2040.

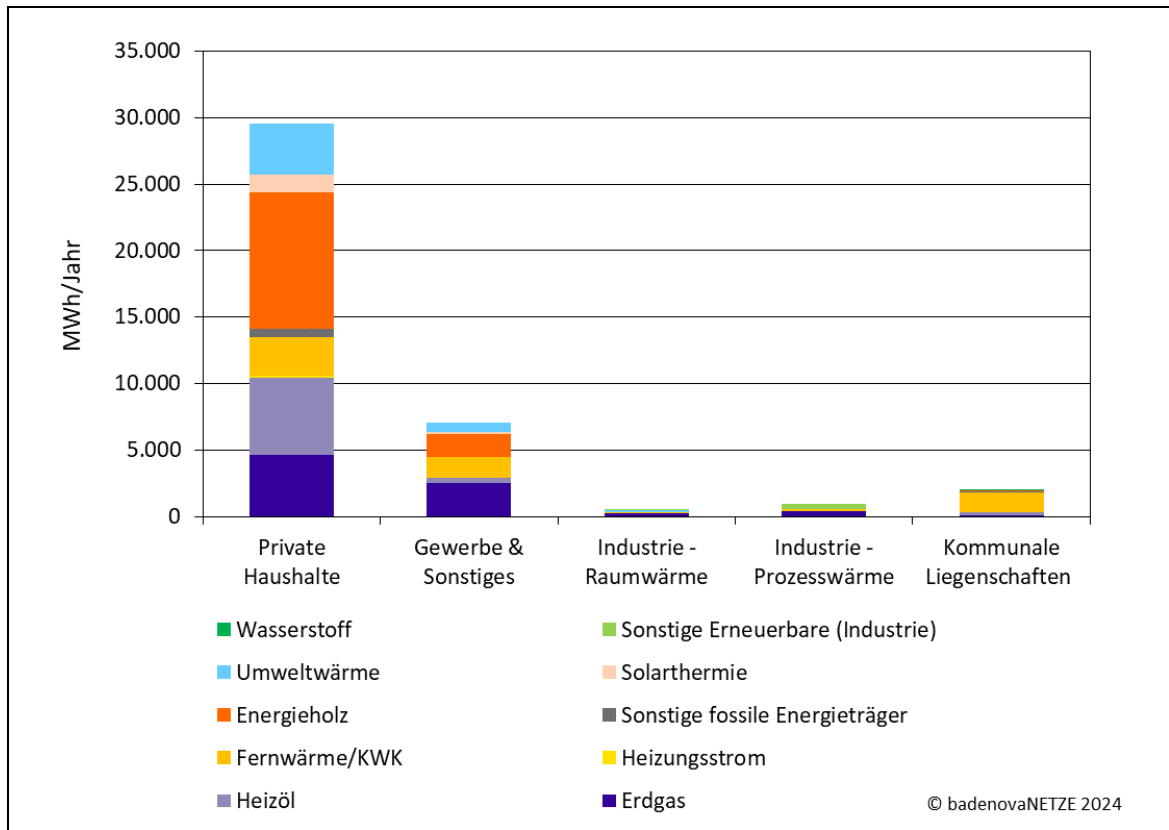


Abbildung 35 – Wärmeverbrauch nach Sektor und Energieträger im Jahr 2030

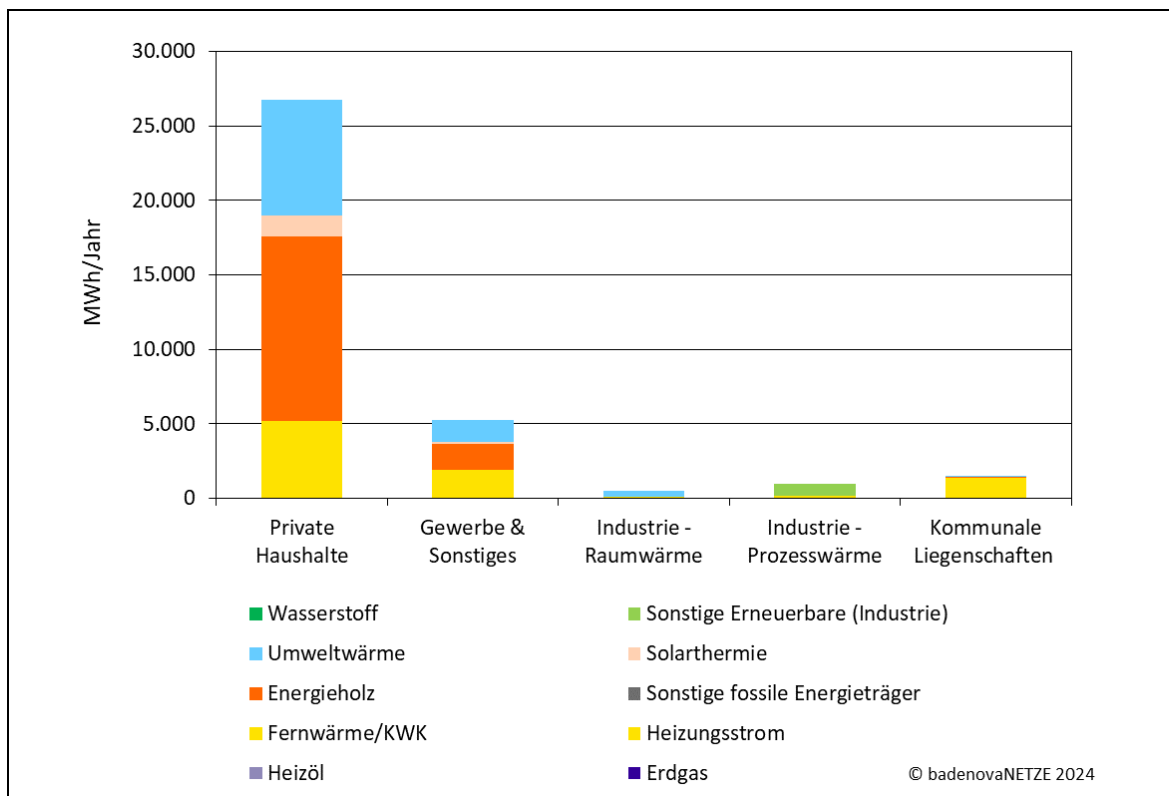


Abbildung 36 – Wärmeverbrauch nach Sektor und Energieträger im Jahr 2040

3.4 Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario

Anhand der Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger wurden die THG-Emissionen für die Wärmeherzeugung im Zielbild ermittelt. Demnach verursacht die Wärmeversorgung der Stadt Todtnau im Jahr 2040 THG-Emissionen von insgesamt ca. 1.008 t CO_{2e} (wärmebedingte THG-Emissionen im Jahr 2021: ca. 8.889 t CO_{2e}). Das bedeutet, dass im Vergleich zum Jahr 2021 die Emissionen in der Stadt Todtnau um insgesamt 89 % sinken müssen bzw. um jährlich etwa 272 t CO_{2e} gesenkt werden müssen, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 zu erreichen.

Die Abbildung 37 stellt, analog zur Entwicklung der Energieträger (vgl. Abbildung 33), die szenarische Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen, differenziert nach Energieträger, bis 2040 dar. Es wird deutlich, dass die Reduktion und der Ersatz fossiler Energieträger durch lokale erneuerbare Energien zu einer Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in Todtnau führen können.

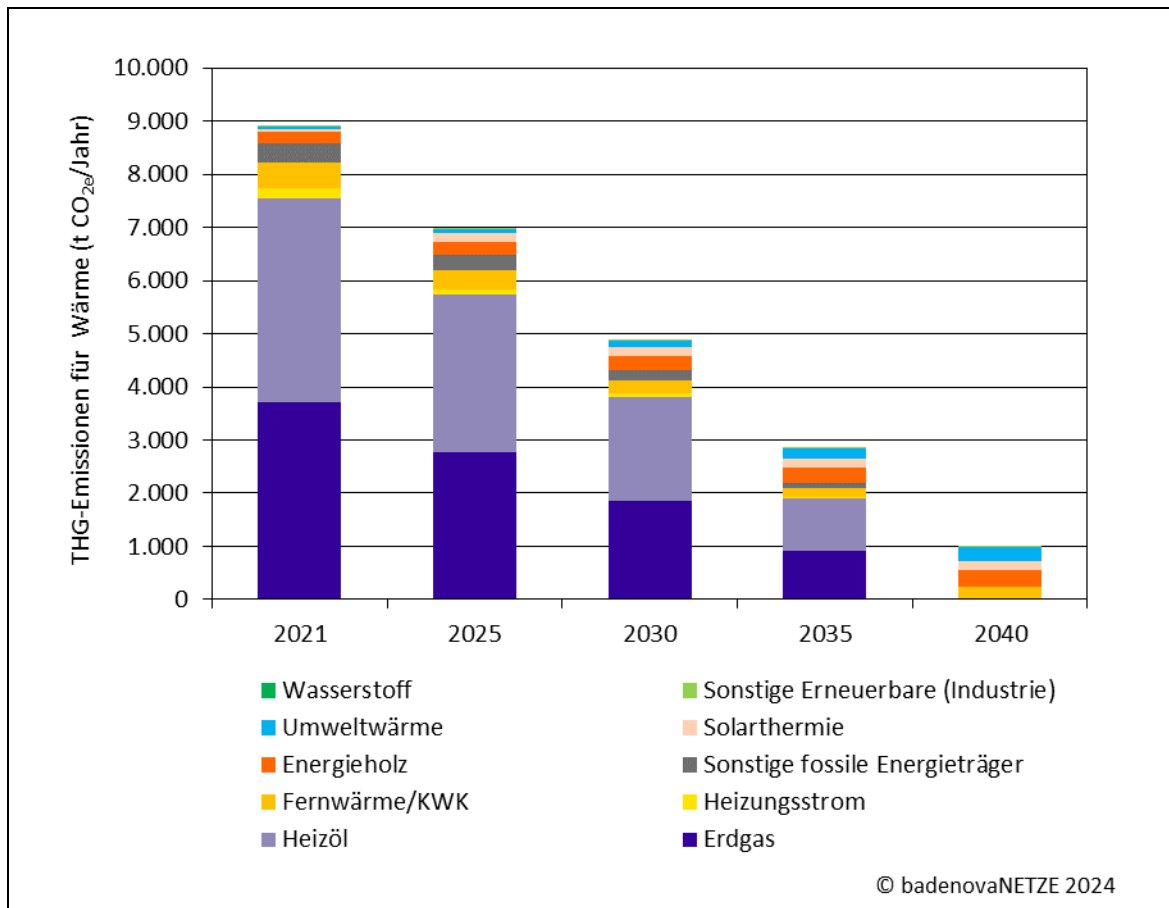


Abbildung 37 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario bis zum Jahr 2040

3.5 Strombedarfsdeckung im Zielszenario

Das Zielszenario zeigt, dass der Strombedarf für die Wärmeherzeugung (Elektrowärme) durch den zukünftigen Einsatz von Wärmepumpen von ca. 91 MWh im Jahr 2021 (Stromheizungen und Wärmepumpen) auf rund 3.906 MWh im Jahr 2040 steigen wird. Da Nachtspeicherheizungen

im Jahr 2040 keine Rolle mehr spielen werden, ist dieser Stromverbrauch rein den Wärmepumpen zuzuordnen. Der Strombedarf für Wärmepumpen entspricht im Jahr 2040 etwa 28 % des angesetzten PV-Potenzials in Todtnau. Letzteres liegt deutlich unter dem theoretischen Potenzial, welches in Tabelle 4 angegeben wird. Der angesetzte Potenzialbetrag orientiert sich am Zielwert der Landesregierung für den Ausbau der Photovoltaik in Baden-Württemberg und berücksichtigt zugleich das lokale Potenzial in Todtnau.

In der Summe steigt der Strombedarf bis 2040 von etwa 15.116 MWh/Jahr (inkl. Wärmepumpenstrom) auf ca. 23.278 MWh/Jahr an.

Im privaten Sektor sinkt der Stromverbrauch um 10 % von ca. 7.435 MWh auf ca. 6.692 MWh.

In Todtnau wird der Strombedarf bis 2040 zu 100 % durch Eigenstromerzeugung aus lokalen erneuerbaren Energien (Photovoltaik und Wasserkraft) jahresbilanziell zu decken sein (siehe Abbildung 38).

Betrachtet man das Gesamtpotenzial der Strom-Eigenerzeugung, dann könnte der gesamte Stromverbrauch im Jahr 2040 rein theoretisch zu 433 % mit lokalen erneuerbaren Energien gedeckt werden. Dieses Potenzial wird jedoch aufgrund zahlreicher natürlicher, technischer und politischer Restriktionen nicht ausschöpfbar sein. Auch sollte bedacht werden, dass die benötigte Stromerzeugungsleistung (in MW) überproportional zum Strombedarf steigt und diese permanent zur Verfügung stehen muss.

Abbildung 38 fasst das technisch-wirtschaftliche Potenzial zusammen und stellt den gesamten Stromverbrauch im Zielszenario der potenziellen lokalen Stromerzeugung gegenüber.

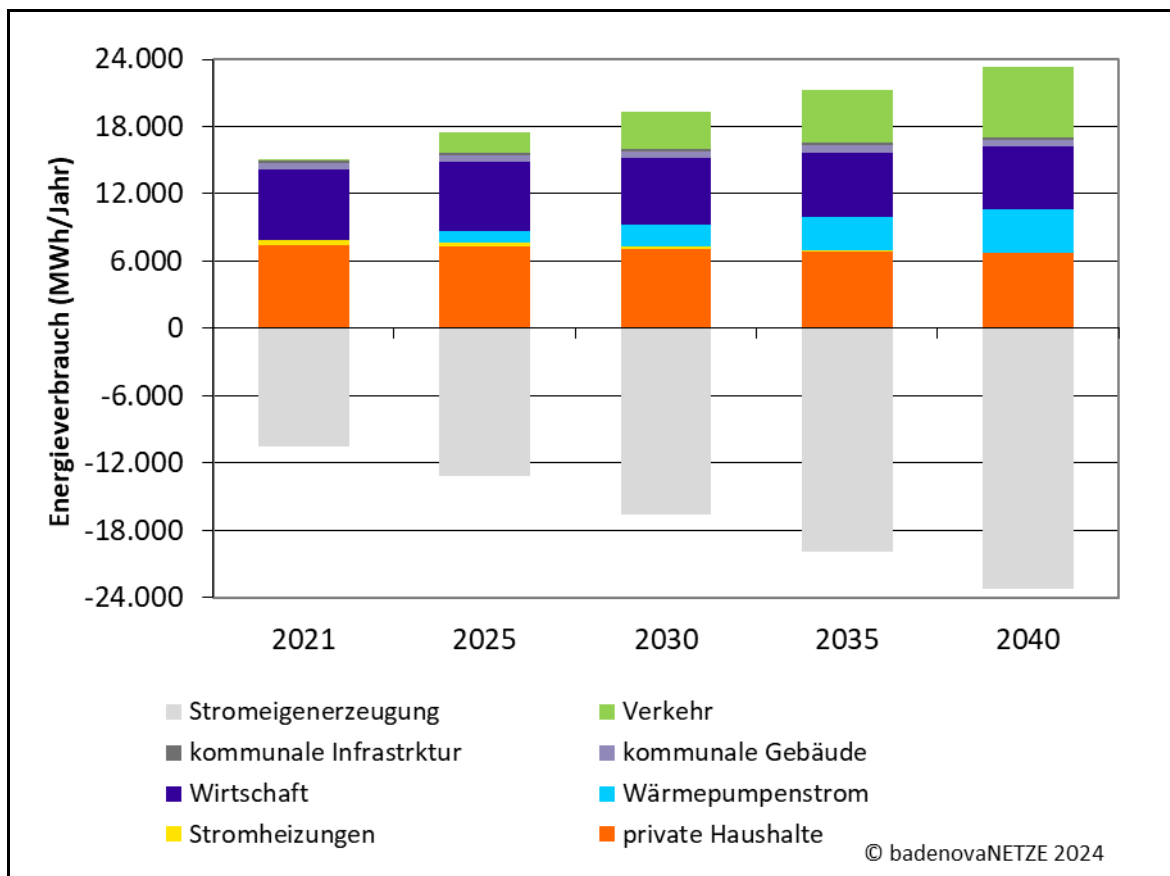


Abbildung 38 – Stromverbrauch im Zielszenario im Vergleich zum lokalen Stromerzeugungspotenzial

3.6 Zukünftige Versorgungsstruktur 2030 und 2040

Bei der Eignungsgebietsfestlegung wurden alle Gebiete, die sich außerhalb von zentralen Eignungsgebieten befanden, den Gebieten für eine zukünftig dezentrale Versorgung zugewiesen. Die Eignungsgebiete für Fernwärme wurden mit der Stadtverwaltung und mit der EOW diskutiert und im Rahmen der Akteursbeteiligung auch Gemeinderäten, Bürgern und Akteuren vorgestellt.

Das Eignungsgebiet für eine zentrale Wärmeversorgung ist in Abbildung 39 dargestellt. Alle Gebäude außerhalb des zentralen Eignungsgebietes für Fernwärme sind der dezentralen Versorgung zuzurechnen (blaue Schraffierung). Im Anhang sind sieben Ortsteil-Steckbriefe zu finden, in denen der energetische Ist-Zustand des Eignungsgebietes und der dezentral zu versorgenden Ortsteile beschrieben. Die Umsetzungspotenziale werden dort in den dezentralen und zentralen Eignungsgebieten erläutert (10.1).

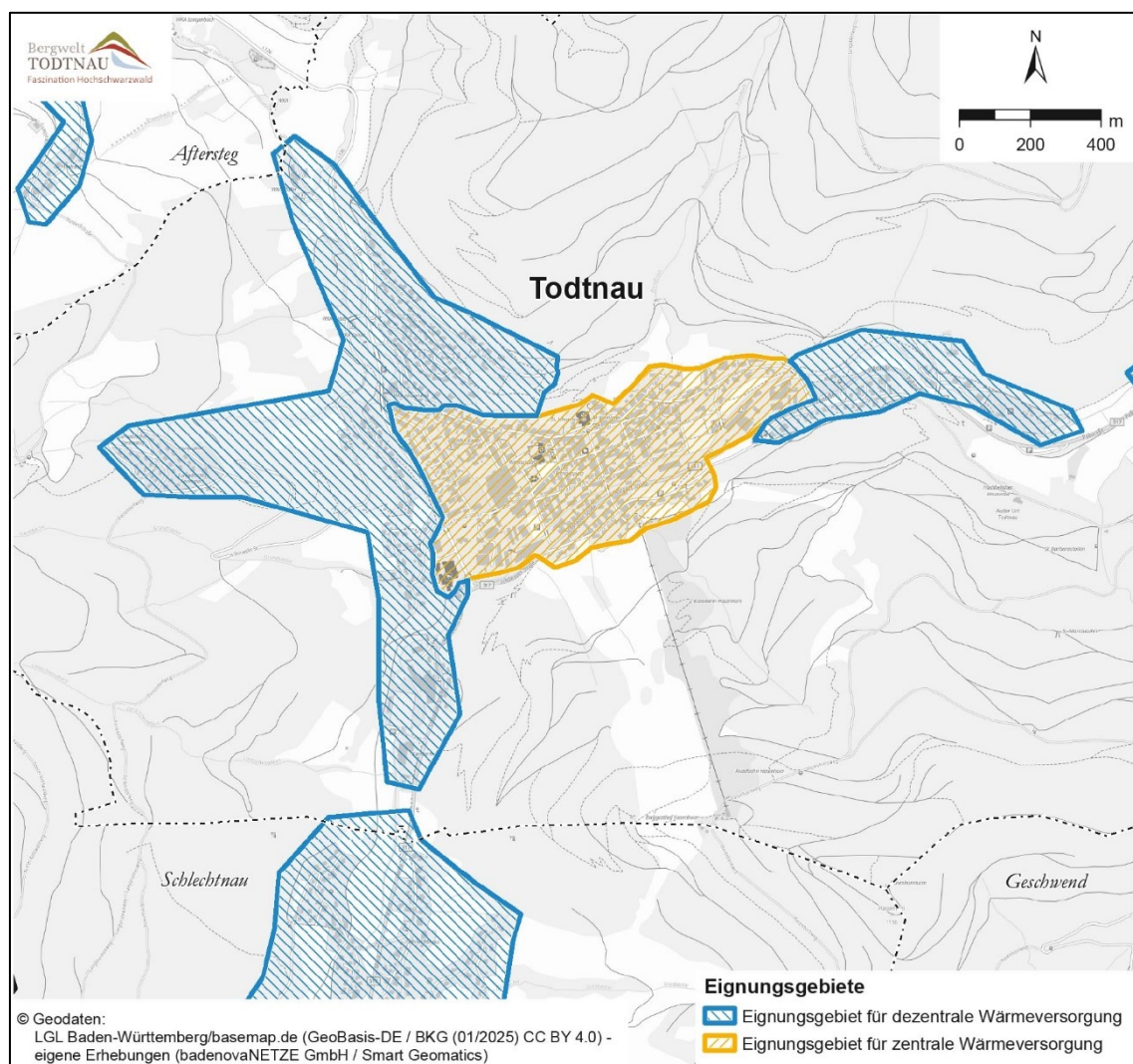


Abbildung 39 – Fernwärme-Eignungsgebiet der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Todtnau (Quelle: badenovaNETZE GmbH 2024)

3.6.1 Energiespeicher

Siehe Methodenbericht Kapitel 3.6.1.

3.6.1.1 Thermische Energiespeicher (Wärmespeicher)

Siehe Methodenbericht Kapitel 3.6.1.

3.6.1.2 Stromspeicher

Siehe Methodenbericht 3.6.1.2.

3.7 Szenario zur zukünftigen Entwicklung der Ladeinfrastruktur für Elektroautos

Die voraussichtliche Entwicklung der Wallboxen wurde, wie im Methodenbericht beschrieben (Kapitel 3.7, S. 34 ff.), simuliert. Die Ergebnisse für das Zieljahr 2040 wurden in Hexagonen aggregiert und für die Stadt Todtnau in der folgenden Abbildung dargestellt.

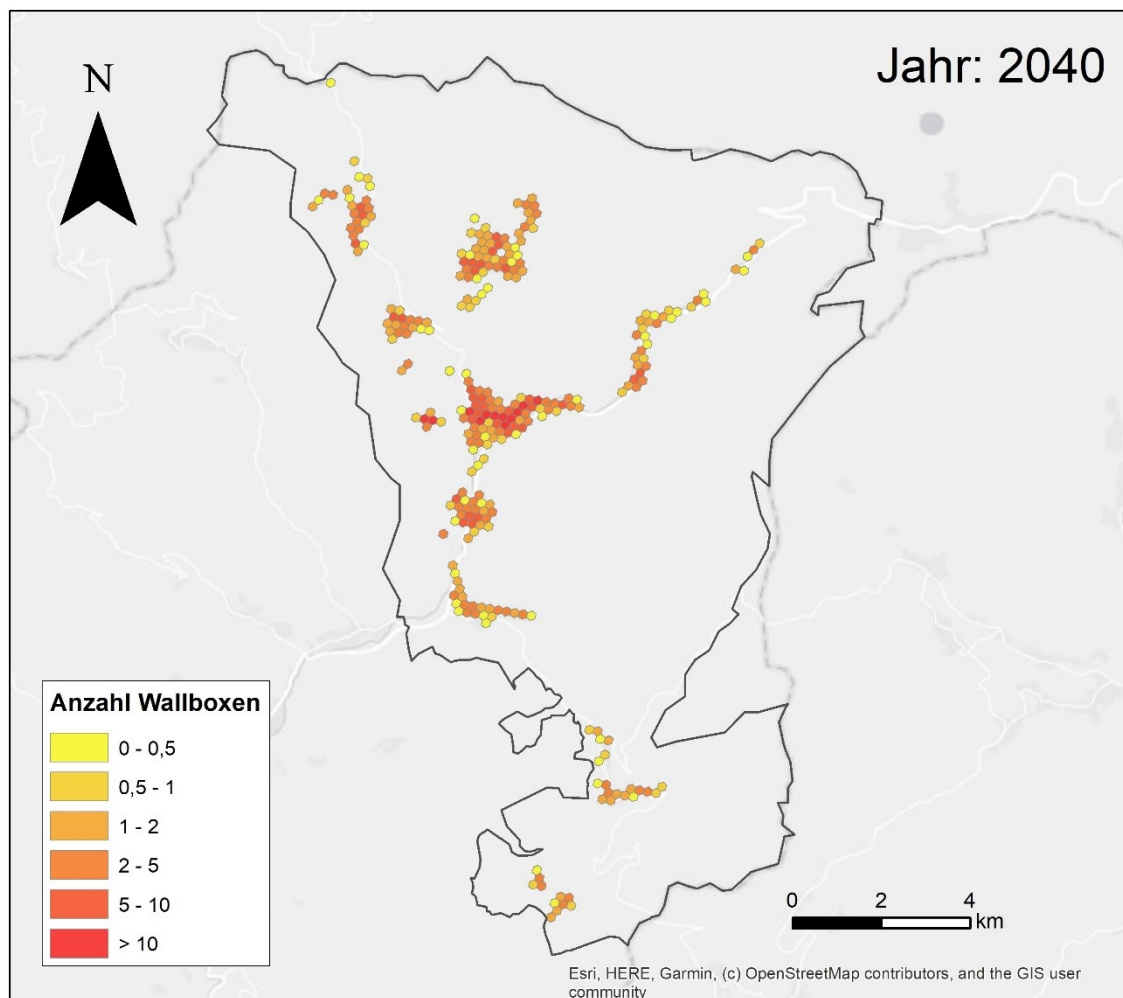


Abbildung 40: Simulierte Anzahl Wallboxen in Todtnau im Jahr 2025

Vor allem Todtnau-Stadt wird es zu einer vermehrten Ansammlung von Ladestationen für Elektroautos kommen. Dies hängt mit der größeren Bevölkerungsdichte und der damit einhergehenden höheren Gebäude- und PKW-Dichte zusammen. Aus dieser Darstellung können wiederum lokale Erkenntnisse für die Stromnetzkapazitäten abgeleitet werden.

3.8 Transformation des Erdgasnetzes

Die im Zielbild abgebildeten Entwicklungen zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Stadt Todtnau würden auch erhebliche Auswirkungen auf die bestehende Gasinfrastruktur implizieren. Faktisch spielt Erdgas in dem Szenario keine Rolle mehr im Jahr 2040. Wie sich die Gasnachfrage entwickeln wird, kann derzeit niemand vorhersagen. Derzeit gibt es drei wesentliche Szenarien, die bei der Erdgasnetztransformation als wahrscheinlich gelten und die im Methodenbericht beschrieben sind.

3.8.1 Wasserstoffanbindung für Todtnau

Im Rahmen des Projekts H2@Hydro wird eine Verbindung zum European Hydrogen Backbone erwartet (vgl. Abbildung 41). Über diese Anbindung an das deutsche Wasserstoff-Kernnetz können der südliche Oberrhein und das Hochrheingebiet Zugang zu unterschiedlichen Erzeugungsschwerpunkten von grünem Wasserstoff im europäischen Ausland bekommen (siehe Abbildung 28). Eine Anbindung dieses Kernnetzes an die Schwarzwaldgemeinden ist bisher nicht vorgesehen. Hier müsste Wasserstoff mit lokalen Elektrolyseanlagen erzeugt werden, die den Strom von Windkraft-, Photovoltaik- oder Wasserkraftanlagen beziehen.

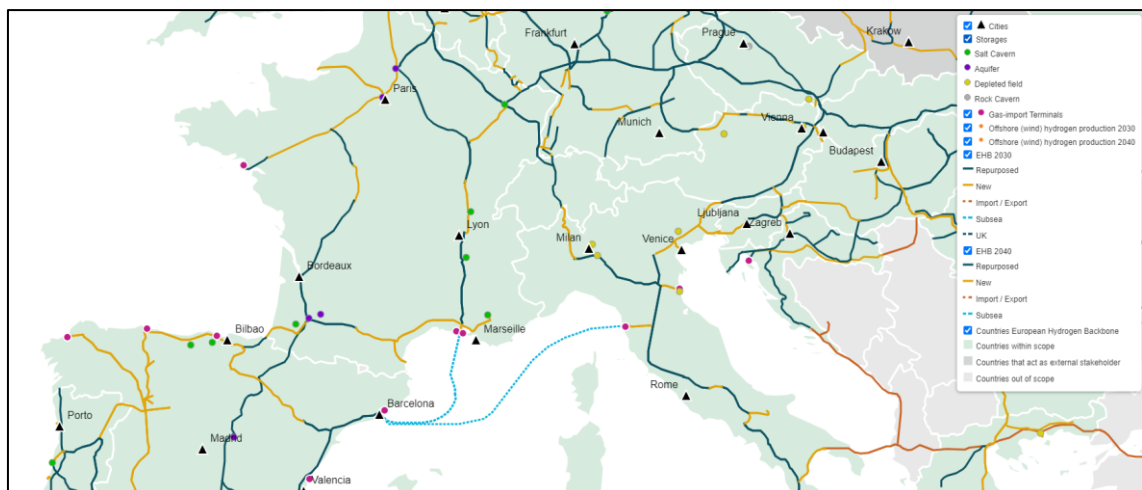


Abbildung 41 – European Hydrogen Backbone 2040 (European Hydrogen Backbone, 2023)

3.9 Senken für Restemissionen

Der Ausbau der erneuerbaren Energien bietet zwar deutliche Potenziale zur Senkung der Treibhausgasemissionen, allerdings sind aktuell keine Energiequellen gänzlich ohne Emissionen verfügbar. Durch den Bau und Betrieb von Anlagen zur Erzeugung von Wärme und Strom werden heute und in Zukunft weiterhin Treibhausgase in die Atmosphäre emittiert. Auch das Zielszenario in Todtnau zeigt; selbst wenn die Wärmeversorgung komplett durch erneuerbare Wärme, Strom und Gase gedeckt wird, sinken die Treibhausgasemissionen nicht vollständig auf null. Um die Klimaneutralität, wie von der EU definiert, zu erreichen, würde es deshalb in Zukunft notwendig sein, verbleibende Emissionen einer Senke zuzuführen.

Es gibt bereits verschiedene Ansätze zur Treibhausgaskompensation. Diese werden im Methodenbericht im Kapitel 3.8 beschrieben.

3.10 Kennwerte des Zielbildes

Die in den folgenden Tabellen sind wesentliche Kennwerte des Zielbilds übersichtlich festgehalten.

Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie - Raumwärme	Industrie - Prozesswärme	kommunale Liegenschaften	Einheit
Erdgas	8.793	4.846	411	830	165	MWh
Heizöl	11.025	619	0	0	420	MWh
Heizungsstrom	245	122	0	0	29	MWh
Fernwärme/KWK	918	1.144	74	150	1.650	MWh
Sonstige fossile Energieträger	1.157	42	0	0	58	MWh
Energieholz	8.278	1.703	0	0	101	MWh
Solarthermie	1.366	152	0	0	0	MWh
Umweltwärme	318	17	0	0	0	MWh
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	1	3	0	MWh
Wasserstoff	0	0	0	0	0	MWh
Summe	32.101	8.645	486	983	2.422	MWh

Tabelle 5 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2021

Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie - Raumwärme	Industrie - Prozesswärme	kommunale Liegenschaften	Einheit
Erdgas	4.628	2.551	216	437	87	MWh
Heizöl	5.803	326	0	0	221	MWh
Heizungsstrom	129	64	0	0	15	MWh
Fernwärme/KWK	2.937	1.514	74	150	1.509	MWh
Sonstige fossile Energieträger	609	22	0	0	30	MWh
Energieholz	10.239	1.703	0	0	101	MWh
Solarthermie	1.366	152	0	0	0	MWh
Umweltwärme	3.849	714	195	0	0	MWh
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	0	396	0	MWh
Wasserstoff	0	0	0	0	0	MWh
Summe	29.558	7.046	486	983	1.963	MWh

Tabelle 6 – Szenario Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2030

Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie - Raumwärme	Industrie - Prozesswärme	kommunale Liegenschaften	Einheit
Erdgas	0	0	0	0	0	MWh
Heizöl	0	0	0	0	0	MWh
Heizungsstrom	0	0	0	0	0	MWh
Fernwärme/KWK	5.179	1.925	74	150	1.352	MWh
Sonstige fossile Energieträger	0	0	0	0	0	MWh
Energieholz	12.417	1.703	0	0	101	MWh
Solarthermie	1.366	152	0	0	0	MWh
Umweltwärme	7.771	1.489	412	0	0	MWh
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	0	833	0	MWh
Wasserstoff	0	0	0	0	0	MWh
Summe	26.733	5.269	486	983	1.453	MWh

Tabelle 7 – Szenario Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2040

Energieträger	2021	2030	2040	Einheit
Erdgas (für BHKW, H _i -Wert)	1.563	500	0	MWh
Biomethan oder H ₂ (für BHKW, H _i -Wert)			800	MWh
Abwärme			0	MWh
Holz/Biomasse	2.431	2.766	3.100	MWh
Solarthermie Freiflächen			0	MWh
Erdwärmesonden oder Umweltwärme			4.780	MWh
Flusswärme/Großwärmepumpen		2.390	0	MWh
Summe	3.994	5.656	8.680	MWh

Tabelle 8 – Energieträgerverteilung der zentralen Wärmeversorgung über Wärmenetze

4. Kommunale Wärmewendestrategie

Nachdem das Zielszenario den Pfad aufzeigt, wie die Stadt Todtnau bis zum Jahr 2040 einen klimaneutralen Gebäudebestand erreichen kann, wird mit der kommunalen Wärmewendestrategie dieser Pfad mit konkreten Maßnahmen hinterlegt. Die Maßnahmen richten sich nach dem Handlungsraum, den Rollen und dem Wirkungsfeld der Stadt. Dabei wird es zunächst wichtig sein, die Organisation der Umsetzung des Wärmeplans sicherzustellen und den Wärmeplan in bestehende Strukturen und den Planungsalltag der Verwaltung zu integrieren.

Die wichtigsten Ziele der Wärmewendestrategie werden im Methodenbericht im Kapitel 4 beschrieben.

4.1 Kommunale Handlungsfelder für die Wärmewende

Die kommunale Wärmewendestrategie wird durch die Zusammenarbeit aller relevanten Akteure in der Stadt Todtnau und mit den entsprechenden Rahmenbedingungen, die bspw. auf Bundes- und Landesebene vorgegeben werden, umgesetzt. In den nächsten Abschnitten werden fünf wesentliche Handlungsfelder der Stadt erläutert.

4.1.1 Strategie, Organisation und Verankerung in der Verwaltung

Der kommunale Wärmeplan wurde in Abstimmung mit der Stadt Todtnau erstellt, so dass das Thema und die Inhalte bereits in den bestehenden Strukturen integriert und die Zuständigkeiten innerhalb der Verwaltung geordnet sind. Durch regelmäßiges Monitoring soll in Zukunft über den Fortschritt und evtl. auftretende Hemmnisse beraten werden. Zudem können neue Maßnahmen aufgenommen werden. Nach und nach soll der Wärmeplan als wichtiges Tool in den Planungsalltag in der Stadtplanung, beim Tiefbau, bei der Entwicklung von Neubaugebieten und bei den städtischen Liegenschaften integriert werden.

Darüber hinaus sollte auch der Stadtrat die Maßnahmen und die Strategie des kommunalen Wärmeplans mittragen und bei relevanten Entscheidungen entsprechend abwägen.

4.1.2 Klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften

Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften ist es erforderlich, die bestehenden Gebäude zu sanieren bzw. zu modernisieren. Hierbei gilt es für die Kommune einen Plan zu entwickeln, um frühzeitig geeignete Maßnahmen abzuleiten und die dafür notwendigen Finanzmittel für die zukünftigen Investitionsmaßnahmen in Ihrem Haushalt berücksichtigen zu können. Sinnvolle Maßnahmen werden beispielsweise in Zusammenarbeit mit Energieberatern in Form von Sanierungskonzepten für Nichtwohngebäude ausgearbeitet. Eventuell mögliche Förderprogramme können seitens des Energieberaters im Zuge der Beratung dargestellt und vor der Realisierung der Maßnahme beantragt werden. Darüber hinaus sind auch Einspar- und Effizienzmaßnahmen ein zusätzlicher Schritt, um den Energieverbrauch der Liegenschaften zu senken. Entsprechende Maßnahmen sind in Kapitel 2.1 und 2.2 beschrieben. Die Reduktion der Energieverbräuche durch Effizienzsteigerung und Modernisierung der Gebäude ist der Grundstein für eine erfolgreiche Umstellung zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energien.

4.1.3 Ausbau der zentralen Wärmeversorgung

Der Ausbau der zentralen Wärmeversorgung ist ein essenzieller Bestandteil der Wärmewendestrategie der Stadt Todtnau. Mithilfe von geförderten Machbarkeitsstudien und Quartiers-

konzepten werden Wärmeabsatzprognosen, Trassenverläufe und Erzeugerstrukturen mit Hinsicht auf der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit untersucht und gegenübergestellt. Auf dieser Basis können Wärmenetze entwickelt werden und in die Umsetzung kommen.

4.1.4 Ausbau erneuerbarer Energien

Der nach den Einspar- und Effizienzmaßnahmen verbleibende Wärmebedarf muss möglichst treibhausgasarm gedeckt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen neben dem Ausbau und der Anpassung der Energieinfrastruktur (Strom- und Gasnetz) die lokalen Potenziale aus erneuerbaren Energien erschlossen und genutzt werden.

Dazu müssen zunächst die wärmeseitig vorhandenen Potenziale erschlossen werden. Über Wärmepumpen kann in Todtnau Umweltwärme aus Luft und Erdreich zur dezentralen Gebäudebeheizung nutzbar gemacht werden. Zudem sollten professionelle Analysen für die Erschließung des Rheinwassers zur zentralen Wärmeversorgung durchgeführt werden.

Zur Deckung des zusätzlichen Stromverbrauchs durch Wärmepumpen müssen auch stromseitig vorhandene Potenziale im Rahmen einer klimaneutralen Wärmeversorgung erschlossen werden. Die Betrachtung der Potenzialgebiete für PV-Freiflächen in Todtnau ergibt ein Standortpotenzial von ca. 34,5 ha. Die Stadt kann hierbei die Voraussetzungen für den Ausbau auf Freiflächenabschnitten schaffen und deren Umsetzung koordinieren.

4.1.5 Kommunikation und Information

Mit dem kommunalen Wärmeplan schafft die Stadt Todtnau die Grundlage für einen klimaneutralen Gebäudebestand. Um dieses Ziel bis 2040 angehen und umsetzen zu können, ist die Kommunikation und Information aller relevanten Akteure in diesem Prozess essenziell. Die Stadt selbst kann im Gebäudebereich nur die Sanierung und den Einsatz der erneuerbaren Energien in ihren eigenen Liegenschaften real umsetzen. Alle anderen Gebäude, sei es Privatgebäude, Gewerbebetriebe oder Liegenschaften von Wohnbaugesellschaften in Todtnau, liegen nicht in der Hand der Stadtverwaltung. Darum ist hier eine gezielte Information der einzelnen Zielgruppen wichtig, um diese zu motivieren.

Im ersten Schritt bedeutet dies, die Ergebnisse des kommunalen Wärmeplans öffentlich zu kommunizieren und über die Stadeigenen Medien den Bürgern, Interessensgruppen und dem Gewerbe zur Verfügung zu stellen.

Für Gebäudeeigentümer sind alle Informationen, rund um die energetische Gebäudesanierung relevant. Hier sollten Beispiele für umgesetzte Maßnahmen zur Verfügung gestellt werden. Gleichzeitig sollten Informationen zu den aktuellen Fördermöglichkeiten auf der Internetseite oder über eine gezielte Beratung durch die Stadtverwaltung bereitgestellt werden.

Bei den Bürgern sollte ein Verständnis geschaffen werden, was Energie ist und wie mit dieser nachhaltig umgegangen werden kann. Dies kann über gezielte Tipps und Maßnahmen über die Stadeigenen Medien abgerundet werden.

Als konkrete Maßnahme kann in einem dezentral versorgten Eignungsgebiet eine Wärmepumpeninitiative durchgeführt werden. Hierfür sollte die Stadt eine Informationsveranstaltung für alle Gebäudeeigentümer initiieren.

Gleichzeitig sollte die Stadt Todtnau in engem Austausch mit dem örtlichen Gewerbe, der Wohnungswirtschaft und auch dem Bund, Land und Kreis treten und auch hier Maßnahmen zur Gebäudesanierung und zur Energieeinsparung besprechen und unterstützend zur Seite stehen.

Nur wenn alle Zielgruppen über die Ergebnisse des kommunalen Wärmeplans informiert sind und alle Zielgruppen Kenntnis darüber haben, welche Maßnahmen möglich sind, kann eine erfolgreiche Umsetzung des Wärmeplans gelingen.

4.2 Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans 2024

Gemeinsam mit der Stadtverwaltung Todtnau wurden folgende Maßnahmen aufgestellt und bewertet:

1. Initiative zur Erstellung einer Energiestudie für den Ausbau des Wärmenetzes der EOW
2. Informationsangebote zum Thema Gebäudesanierung
3. Informationsangebote zum Thema Heizungserneuerung
4. Nutzung von Freiflächen-PV-Potenzialen und Dachflächen-PV-Potenzialen zur Stromerzeugung in Todtnau
5. Sanierungspotenziale und -kosten für die kommunalen Gebäude mit geförderten Konzepten und/oder durch eigene Begutachtungen ermitteln lassen

Die Maßnahmen wurden im Rahmen des Stakeholder- und Verwaltungsworkshops am 28. November 2024 pragmatisch zusammengefasst und priorisiert. Eine von badenovaNETZE eingebrachte Ausarbeitung der Maßnahmen wurde dann gemeinsam mit den Vertretern der Stadt diskutiert, korrigiert und im Konsens verabschiedet. Auf der Bürgerveranstaltung am 04. Februar 2025 konnten die Maßnahmen dann öffentlich vorgestellt werden. Die Anmerkungen der Bürger und Bürgerinnen wurden daraufhin überprüft, ob und wie diese Vorstellungen in das Fachgutachten eingebaut werden können, oder ob weitere Maßnahmen hinzugefügt werden müssen.

4.2.1 Top - Maßnahme: Initiative zur Erstellung einer Energiestudie für den Ausbau des Wärmenetzes der EOW

Das Fernwärme-Eignungsgebiet Todtnau-Stadt hat eine zentrale Bedeutung für die Erreichung der Klimaneutralität bis 2040. Auf der Grundlage der vorhandenen Daten lässt sich zeigen, dass sowohl energetisch als auch wirtschaftlich eine Ausdehnung des bestehenden Wärmenetzes möglich sein kann. Im Rahmen einer Energiestudie müssen die Wirtschaftlichkeit und die technische Umsetzbarkeit nach den Vorgaben einer allgemein anerkannten Praxis dargelegt werden. Wärmequellen und Wärmesenkenpotenziale müssen dazu genau bemessen werden um darauf aufbauend die Anlagenkomposition und die Netzdimensionen zu bestimmen.

Ziel ist der großflächige Ausbau einer zentralen Wärmeversorgung in Todtnau-Stadt bis 2040. Das bestehende Wärmenetz muss dementsprechend ausgebaut und der Neubau einer zentralen Versorgungsanlage geprüft werden. Dafür sind geeignete Flächenpotenziale im Rahmen der Energiestudie im Stadtgebiet zu identifizieren. Im Rahmen der Energiestudie ist ein Anlagenpark für die Grund-, -Mittel- und Spitzenlastabdeckung zu ermitteln und in verschiedenen Varianten zu prüfen.

Für die Studie können zum Beispiel Fördermittel nach Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW) beim BAFA beantragt werden. Da es sich um den Ausbau eines bestehenden Netzes handelt, muss dazu ein Antrag auf einen Transformationsplan gestellt werden.

Insgesamt ist mit einem Planungszeitraum von mindestens drei bis vier Jahren zu rechnen, bevor der Ausbau des Wärmenetzes und die Installation von neuen Wärmeversorgungsanlagen starten kann. Umso wichtiger ist es, frühzeitig nach Abschluss der kommunalen Wärmeplanung mit den oben dargestellten Vorbereitungen zu beginnen. Im ersten Schritt sollte im Rahmen einer Fachsitzung mit erfahrenen Beratern und der EOW geklärt werden, ob es ausreichend gute Erfolgsaussichten für das Projekt gibt und welche Art von Energiestudie sich zu diesem Zweck eignen würde.

Verantwortliche Akteure	Stadtverwaltung, EOW
Zeithorizont	Ab sofort, kontinuierlich
CO₂-Einsparung	Ca. 210 t CO ₂ /a (21 % der wärmebedingten Emissionen in 2040)
Kosten	Je nach Art und Förderung der Energiestudie
Endenergieeinsparung	keine
Zielwert	Beschluss zur Erstellung einer Energiestudie und deren Durchführung

4.2.2 Top - Maßnahme: Informationsangebote zum Thema Gebäudesanierung

Die Wärmewende für die Stadt Todtnau voranzutreiben ist eine Herausforderung. Denn auch wenn die Wärmewende nach politischer Vorgabe flächendeckend geplant und umgesetzt werden muss, sind es am Ende die Bürgerinnen und Bürger und weitere Akteure wie Industrie und Gewerbe, genauso wie die Wohnungswirtschaft, die das Großvorhaben konkret umsetzen müssen. Deren individuelle Situation muss Berücksichtigung finden, um eine Akzeptanz für die Wärmewende aufrecht zu erhalten.

Sowohl die technischen als auch die wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen z.B. für Sanierungen, für einen Heizanlagentausch oder für den Anschluss an ein Fernwärmenetz und die damit zusammenhängenden Vorschriften oder Fördermöglichkeiten, sind komplex.

Es bedarf deshalb zunächst der Beratung und Information der Privathaushalte, um frühzeitig ein Bewusstsein und Wissen über die für die Wärmewende relevanten Prozesse zu schaffen.

Um die vielen älteren und oft auch großen Wohngebäude mit alternativen Techniken (z.B. Wärmepumpe, Hybridsysteme, Holzkessel) effizient zu versorgen, bedarf es nicht selten einer technischen Optimierung der Heizungstechnik und/oder einer Sanierung von Teilen des Gebäudes. Dies gilt ebenso für die Gebiete, in denen ein Wärmenetz zur Verfügung steht.

Insbesondere die Gebäudesanierung ist mit hohen Kosten behaftet und bedarf zuvor einer ausführlichen Beratung. Die Kommune kann diese „Vorarbeiten“ zum Beispiel mit Räumlichkeiten, regelmäßigen Beratungsinitiativen oder öffentlich zugänglichen Informationen unterstützen. In Zusammenarbeit mit Energieagenturen und Energieberatern bietet sie so den Gebäudeeigentümern ein Forum, in dem mit Fachexpertise entsprechende Informationsleistungen und Beratungen angeboten werden.

Der kommunale Wärmeplan beinhaltet eine Anzahl an sorgfältig ausgearbeiteten Gebäudesteckbriefen, über welche die Gebäudeeigentümer eine erste wichtige Orientierung zu den technischen Möglichkeiten, den Einsparpotenzialen und zu den Kosten der Maßnahmen erhalten. Diese Steckbriefe können in Informationsveranstaltungen an die interessierten Bürger verteilt werden. Dazu wurden Gebäudesteckbriefe für die häufigsten Gebäudetypen und Altersklassen ausgewählt.

Verantwortliche Akteure	Bauamt, Gewerbe, Wohnungswirtschaft, Energieagenturen
Zeithorizont	ab sofort, kontinuierlich
CO₂-Einsparung	max. 2.877 t/a durch Gebäudesanierung (32 % der wärmebedingten Emissionen)
Kosten	Die Kosten setzen sich aus Personalkosten, Materialkosten und aus Beraterkosten zusammen, deren Gesamthöhe hier nicht angegeben werden kann
Energieeinsparung	max. 27.451 MWh/a durch Gebäudesanierung
Zielwert	Ziel sollte es für die nächsten 5 Jahre sein, einen Ablauf- und Organisationsplan für die Maßnahme aufzustellen und auf dieser Basis erste Events durchzuführen.

4.2.3 Top - Maßnahme: Informationsangebote zum Thema Heizungserneuerung

Vor dem Hintergrund, dass in der nächsten Dekade sehr viele Heizungsanlagen ausgetauscht werden müssen und die Themen Wärmenetzanschluss und Wärmepumpen für die Gebäudeeigentümer immer wichtiger werden, ist es dringend geboten, sich auch von Seiten der Stadt darauf vorzubereiten. Unterstützen kann die Kommune bei der Bereitstellung von Vortragsräumen für Referenten aus der Energiebranche, bei der Veröffentlichung von nützlichen Adressen und bei der Bereitstellung von Informationsmaterialien zu den Themen Gebäudesanierung und Heizungsanlagen.

Innerhalb der Verwaltung kann es mit der Planung und Umsetzung der Wärmestrategie in den nächsten Jahren zu einer erheblichen Aufgabenlast kommen, der mit einer sinnvollen Strukturierung der Aufgaben und Verantwortlichkeiten zu begegnen ist.

Außerdem können auch externe Partner für verschiedene Fragestellungen eingebunden werden, die dann für das Projekt als technische Berater flexibel bereitstehen und so die Kommune in ihrer Aufgabenvielfalt unterstützen. Dies können vor-Ort tätige Heizungsbauer sein oder aber Berater der Energieagenturen und Energieversorger.

Die Wohnungswirtschaft kann ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Wärmewende in der Stadt Todtnau leisten, da durch sie potenziell geeignete Gebäude mit hohen Wärmeverbräuchen verwaltet werden, die unter anderen auch den wirtschaftlichen und nachhaltigen Betrieb von Wärmenetzen häufig erst möglich machen. Frühzeitige Gespräche mit den Vertretern der Wohnungswirtschaft können über eine effiziente zentrale und dezentrale Wärmerversorgung aufklären.

Verantwortliche Akteure	Stadtverwaltung, EOW, badenova, naturenergie, Energieagenturen
Zeithorizont	Ab sofort, kontinuierlich
CO₂-Einsparung	5.853 t/Jahr durch Erreichung der THG-Ziele 2040 bei den privaten Haushalten
Energieeinsparung	Ca. 5.368 MWh Wärmeverbrauch/Jahr durch Erreichung der Wärme-Ziele 2040
Kosten	k.A.
Zielwert	Aufbau eines Forums, in dem ein regelmäßiges Beratungsangebot stattfinden kann
Folgemaßnahmen	Organisation von Öffentlichkeitsarbeit, Referentenpool anlegen, Räumlichkeiten bereitstellen, Informationen zugänglich machen und externe Partner (Fachleute oder auch interessierte Bürger oder Energiedienstleister akquirieren bzw. als reguläre Informanten und Unterstützer gewinnen.

4.2.4 Top – Maßnahme: Nutzung von Freiflächen-PV-Potenzialen und Dachflächen-PV-Potenzialen zur Stromerzeugung in Todtnau

Auf der Grundlage von Untersuchungen von verschiedenen Akteuren (Regionalverband Südlicher Oberrhein, Projektstudien des Landkreises) und auf Basis von unveröffentlichten Potenzialuntersuchungen im Rahmen der KWP ergeben sich mehrere zur Energieerzeugung nutzbare Freiflächen auf der Gesamtmarkung in Todtnau.

Es besteht die Möglichkeit alle, einzelne oder nur Teile der Flächen zum Ausbau von Photovoltaik zu nutzen.

Der maximal mögliche Ertrag an Strom, der auf diesen Freiflächen generierbar ist, beträgt ca. 40.742 MWh Photovoltaik-Strom. Ein weiteres Potenzial ergibt aus dem stetigen und weiteren Ausbau von PV-Dachflächen auf dem Gemarkungsgebiet.

Damit wird deutlich, dass das Stromerzeugungspotenzial zumindest in der Theorie erheblich ist, weil sich damit fast die fünffache Menge an Strom pro Jahr erzeugen ließe, wie in Todtnau verbraucht wird. Bereits heute werden 70 % des Stromverbrauchs in Todtnau überwiegend mit Wasserkraft gedeckt.

Der Ausbau von Windenergieanlagen zur Stromerzeugung wird durch den Regionalverband Südlicher Oberrhein mit der Prüfung und möglichen Ausweisung von Vorranggebieten im Rahmen der Fortschreibung des Regionalplans auf der Gemarkungsfläche vorgegeben.

Die Stadt Todtnau sollte vor diesem Hintergrund zunächst darüber beraten, welches Maß an Stromeigenerzeugung bis 2040 erreicht werden soll und welches Maß an Stromeigenerzeugung vor dem Hintergrund der sensiblen Belastungen für die Bevölkerung und der Beeinträchtigung des Tourismus angemessen ist. Hierzu kann es notwendig sein, entsprechende Gutachten einzuholen (professionelle Bestimmung von visuellen und anderen sensiblen Belastungen).

Darauf aufbauend sollten Solarpotenzialstudien angeregt oder durchgeführt werden, um insgesamt Nutzen, Aufwand und Beeinträchtigungen adäquat bestimmen und ins „gesunde“ Gleichgewicht für Mensch und Region bringen zu können.

Verantwortliche Akteure	Stadtverwaltung, Stromnetzbetreiber, potenzielle Anlagenbetreiber
Zeithorizont	2024-2040
CO₂-Einsparung	Maximal 30.569 t nach Emissionsfaktoren für das Jahr 2021
Kosten	k.A.
Energieeinsparung	Keine
Zielwert	Erkenntnis-Ermittlung zur Gewinnung einer Nutzen-, Aufwands- und Beeinträchtigungs-Analyse
Folgemaßnahmen	Initiierung von Maßnahmen zur Errichtung von Solarkraftwerken (inkl. Kommunikation)

4.2.5 Top – Maßnahme: Sanierungspotenziale und -kosten für die kommunalen Gebäude mit geförderten Konzepten und/oder durch eigene Begutachtungen ermitteln lassen

Die Stadtverwaltung nimmt eine Vorreiterrolle und Vorbildfunktion im Bereich Klimaschutz und Nachhaltigkeit ein. Um das Ziel einer klimaneutralen Verwaltung erreichen zu können, müssen die städtischen Liegenschaften auf einen verbesserten Sanierungsstand gebracht werden.

Neben der energetischen Sanierung der Gebäudehülle (Fasadendämmung, Fenster, Dach oder Dachgeschoß und Kellerdecke oder Bodenplatte) kann der Energieverbrauch durch Effizienzmaßnahmen am Heizsystem und durch moderne Gebäudetechnik reduziert werden.

Für eine strukturierte Vorgehensweise wäre es sinnvoll zunächst einen Prioritätenplan zu erstellen. Die Erstellung von Sanierungsfahrplänen bzw. Sanierungskonzepten für die städtischen Liegenschaften könnte hierbei ein detaillierter Baustein sein, um Sanierungsmaßnahmen und deren Umsetzung für einzelne Gebäude zu organisieren. Bei der Priorisierung gilt es verschiedene Faktoren abzuwägen, bspw.:

- Dringlichkeit: Bestehender, absehbarer und dringender Handlungsbedarf
- Synergieeffekte: Bereits geplante Maßnahmen am Gebäude oder Projekte im Quartier
- Energieeffizienzklassen: Gebäude mit einem besonders hohen spezifischen Wärmeverbrauch
- Wirksamkeit: Gebäude mit einem besonders hohen absoluten Wärmeverbrauch
- Kosten optimieren: Vorhandene Potenziale lokaler erneuerbarer Energien nutzen

Die Umsetzung der Maßnahmen sollte zudem durch eine gezielte Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden, um auch die Vorbildfunktion dieser Maßnahmen zum Tragen zu bringen.

Die Stadt kann zudem bei eigenen Neubauten über Bauweise und Wärmeversorgung entscheiden. Mit einem Beschluss kann die Stadt den Bau klimaneutraler Gebäude (z.B. auf den EU-Standard „Nullemissionsgebäude“) und den Einsatz erneuerbaren Energien bei Ihren eigenen Neubauten festsetzen.

Die Fortführung und der Ausbau des städtischen Energiemanagements kann zudem dabei helfen, Energieausgaben und Einsparpotenziale sichtbar zu machen.

Verantwortliche Akteure	Stadtverwaltung
Zeithorizont	2025 – 2030
CO₂-Einsparung	Indirekte CO ₂ -Einsparung
Kosten	80 % Förderung von Sanierungskonzepten: maximal 2.000 € Eigenanteil je Gebäude
Energieeinsparung	Indirekte Energieeinsparung
Zielwert	Für die Gebäude mit dem höchsten Energieverbrauch, die noch keine grundlegenden Sanierungsmaßnahmen erfahren haben, sollten geförderte Sanierungskonzepte erstellt werden.
Folgemaßnahmen	Initiierung von Sanierungsmaßnahmen mit dem besten Kosten-Nutzen-Verhältnis

5. Akteursbeteiligung

Der Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans der Stadt Todtnau hat unter Beteiligung lokaler Akteure und Stakeholder stattgefunden. Hierzu haben verschiedene Informationsformate, Workshops und Veranstaltungen stattgefunden, die im Folgenden beschrieben werden.

5.1 Akteursanalyse

Folgende Akteure wurden in Todtnau identifiziert:

- > Stadtverwaltung
- > Gasversorger
- > Stromnetzbetreiber
- > Wärmenetzbetreiber
- > Gemeinderat
- > Bürgerschaft
- > Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
- > Heizungshandwerk

5.2 Beteiligungskonzept

Durch die Einbindung lokaler Akteure soll das bestehende Wissen im Kontext der kommunalen Wärmeplanung integriert und somit die Akzeptanz von erarbeiteten Lösungen erreicht werden. Dazu wurden im Rahmen der Konzepterarbeitung mehrere Veranstaltungen und Informationsformate durchgeführt, die im Folgenden beschrieben werden.

5.2.1 Regelmäßige Abstimmungen mit der Stadtverwaltung

Im Rahmen des Projektmanagements wurden zweiwöchig Abstimmungstermine zwischen dem Projektteam der badenovaNETZE, den städtischen Vertretern und der EOW durchgeführt. Die Arbeitsschritte konnten dadurch eng mit den Verantwortlichen abgestimmt werden.

Der Projektstart erfolgte mit einer Auftaktveranstaltung am 01.03.2024. Hier wurden die wesentlichen Arbeitspakete, das Datenmanagement und die Ziele der kommunalen Wärmeplanung besprochen. Die Detailabstimmungen erfolgten im Weiteren sowohl mit dem Leiter des Bauamtes der Stadt, Herrn Klaus Merz, als auch mit dem Geschäftsführer der EOW.

5.2.2 Verwaltungsworkshop und direkter Austausch mit Stakeholdern

Am 28. November 2024 wurden neben den Fraktionsvorsitzenden des Gemeinderats, Mitarbeitern der Verwaltung und dem örtlichen Energieversorger EOW auch die wichtigsten Vertreter aus dem Gewerbe eingeladen, um gemeinsam mit dem Projektteam die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung zu diskutieren. Geladen waren 26 Gewerbebetriebe und Dienstleister.

Allgemein wurden vom Projektleiter die ersten Ergebnisse und die Energie- und Treibhausgasbilanz präsentiert. Darauf aufbauend wurden die Potenziale dargelegt und das Szenario vorgestellt. Im direkten Gespräch konnten sich die Teilnehmer dann zum Fernwärmeeignungsgebiet und zur Energieinfrastruktur informieren. Dabei konnten die vor-Ort-Erfahrungen in die Strategieplanung mit einfließen und aufgrund der zusätzlichen Kenntnisse Gebietsauswahl konsolidiert werden, so dass heute ein mit der Stadt abgestimmtes Eignungsgebiet vorliegt.

Des Weiteren wurden mit den Stadtvertretern mögliche Maßnahmen besprochen, die in den nächsten fünf Jahren zu beginnen sind. Diese wurden im vorherigen Kapitel dargelegt.

5.2.3 Bürgerbeteiligung

Ein wichtiger Teil der kommunalen Wärmeplanung ist neben der Beteiligung relevanter Stakeholder besonders die Einbindung der Bürgerschaft. Am 4. Februar 2025 waren diese in den Ratssaal der Stadt Todtnau geladen, um die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung in einem Informationsvortrag erläutert zu bekommen. Neben der kommunalen Wärmeplanung standen auch moderne Heizungstechniken im Fokus. Das Projektteam der badenovaNETZE stand anschließend bereit, um an zwei Ständen mit Informationsmaterial und Ergebnisplakaten direkt mit den Bürgern ins Gespräch zu kommen, deren Fragen zu beantworten und um deren Anmerkungen aufzunehmen. An der Veranstaltung teilgenommen haben ca. 30 Bürger und Bürgerinnen, Mitarbeiter der Verwaltung, der Bürgermeister sowie ein Pressevertreter.

5.2.4 Offenlage

Nach der öffentlichen Vorstellung der Ergebnisse am 4. Februar 2025 und der Fertigstellung einer ersten Version des Fachgutachtens konnte dieses im März 2025 für zwei Wochen als Download auf der Homepage und als gedrucktes Exemplar im Rathaus offengelegt werden. Die Bürger und Bürgerinnen hatten so die Gelegenheit, weitere Anmerkungen und Kritiken einzubringen, um diese dann in einer finalen Version des Fachgutachtens zu berücksichtigen.

Es gab eine Anregung eines Bürgers zur technischen Auslegung und Umsetzung des Wärmenetzes, die aber dann eher im Rahmen einer Machbarkeitsstudie ihre Berücksichtigung finden kann.

6. Fortschreibung und Ausblick

6.1 Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans

Das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg gibt vor, dass der kommunale Wärmeplan spätestens nach sieben Jahren fortgeschrieben werden muss. Es spricht allerdings einiges dafür, die Fortschreibung nicht erst nach sieben Jahren anzugehen. Mit einer kontinuierlichen Fortschreibung können laufende Entwicklungen in der Stadt und aus der Umsetzung regelmäßig in den digitalen Zwilling und in den Maßnahmenkatalog eingepflegt werden. Beispielsweise könnten sich durch nähere Untersuchungen die Grenzen des Eignungsgebietes verschieben, es ergeben sich Potenziale aus Abwärme oder andere Potenziale sind nach näherer Betrachtung nicht wirtschaftlich nutzbar. Zudem ist in der aktuellen Klimaschutzpolitik momentan viel in Bewegung. Politische, rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen ändern sich, wodurch sich die Handlungsmöglichkeiten der Akteure ebenfalls ändern können. Ist der kommunale Wärmeplan stets gepflegt und öffentlich zugänglich, kann er sich zu einem wichtigen Tool für die Stadtverwaltung, der Akteure und der Bürger der Stadt entwickeln.

Folgende Bausteine könnten bei der Fortschreibung umgesetzt werden:

- Aktualisierung der Energie- und THG-Bilanz der Stadt, z.B. alle drei bis fünf Jahre
- Digitaler Zwilling
 - Daten pflegen und aktualisieren
 - Neue Gebäude aufnehmen
 - Aktualisierung der Heizanlagenstatistik sowie Erdgas- und Stromverbrauchsdaten alle fünf bis sieben Jahre
- Eignungsgebiete und Umsetzung der Maßnahmen
 - Nach Bedarf und aktuellen Gegebenheiten anpassen
 - Etablierung eines Controllingkonzepts zur Überprüfung des Maßnahmenfortschritts und zur Identifizierung von Umsetzungshemmnissen
- Veröffentlichung der aktualisierten Fassung des kommunalen Wärmeplans

6.2 Ausblick

Die Wärmewende ist eine wichtige Säule beim kommunalen Klimaschutz. Mit dem hier vorliegenden kommunalen Wärmeplan wird die Stadt Todtnau ihrer Verpflichtung gerecht auch diese Herausforderung in den kommenden Jahren gezielt und aktiv anzugehen. Mit dem kommunalen Wärmeplan wird die mögliche Strategie der Stadt bis hin zu einem klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2040 aufgezeigt:

- Durch Einspar- und Effizienzmaßnahmen, z.B. der energetischen Gebäudesanierung, wird der Wärmebedarf stetig gesenkt.
- Der verbleibende Wärmebedarf wird mit möglichst lokalen erneuerbaren Energien gedeckt. In diesem Zusammenhang wurden Eignungsgebiete für die zentrale und dezentrale Wärmeversorgung beschrieben, die eine möglichst effiziente und wirtschaftliche Nutzung der lokalen Potenziale zum Ziel haben.

Mit der im kommunalen Wärmeplan abgebildeten Strategie und den entsprechenden Maßnahmen hat die Stadt Todtnau nun eine Orientierung, mit der sie im Rahmen ihrer Handlungsmöglichkeiten und unter Beachtung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses die nächsten Schritte zur Umsetzung der Wärmewende vor Ort gehen kann. Zudem sorgt sie mit ihrem Handeln dafür, dass

die Akteure und Bürger der Stadt ebenfalls ihren Beitrag zur Wärmewende leisten können. Einer der wichtigsten Schritte wird es sein, zu gegebener Zeit die Machbarkeit des vorgeschlagenen Fernwärmenetzes auf dessen Wirtschaftlichkeit und technischen Umsetzung untersuchen zu lassen. Zusätzlich wird es aber nötig sein, den Bürgern bei der Umstellung und Dekarbonisierung der dezentralen Wärmeversorgung und bei der Energieeinsparung durch Gebäudesanierungen zur Seite zu stehen und diese dabei mit Informationen und Öffentlichkeitsaktionen zu unterstützen.

7. Energie- und Treibhausgas Bilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz ist Grundlage der Bestandsanalyse (Kapitel 1) und ebenso des Zielszenarios (Kapitel 3). Das Vorgehen zur Berechnung der Bilanz und deren Datengüte ist im Methodenbericht auf S. 46 ff. dargelegt.

8. Glossar

Abwärme	Die bei einem wärmetechnischen Prozess entstehende, aber bei diesem nicht genutzte Wärme bezeichnet man als Abwärme. Sie ist ein Nebenprodukt eines Herstellungsprozesses.
Batterie	Ein Erzeuger, in dem elektrochemische Energie kleiner Elemente in elektrische Energie umgewandelt wird, so dass ein elektrisches Gerät auch ohne Netzanschluss betrieben werden kann.
Biomethan	Biomethan (auch Bioerdgas genannt) ist ein auf Erdgasqualität aufbereitetes Gasmisch, welches aus Biogas gewonnen wird. Es entsteht durch die Aufbereitung von Rohbiogas mittels CO ₂ -Abscheidung und Reinigung. Das so aufbereitete Biomethan kann dann ins Erdgasnetz eingespeist werden.
Blockheizkraftwerk	Ein Blockheizkraftwerk ist eine Anlage zur Gewinnung elektrischer Energie und Wärme. Ein Verbrennungsmotor treibt einen Generator an wodurch Energie erzeugt wird. Die dabei entstehende Wärme erhitzt Wasser, dies kann wiederrum genutzt werden.
Brennstoffzelle	Ein technisches Gerät, das aus Wasserstoff und (dem in der Luft enthaltenen) Sauerstoff Wasser erzeugt, wobei bei diesem Prozess nutzbare elektrische Energie in Form von Strom erzeugt.
CO₂-neutral	Es sagt aus, dass die Verwendung eines Brennstoffs oder auch eine menschliche Aktivität keinen Einfluss auf die Kohlendioxid-Konzentration der Atmosphäre hat und insofern nicht klimaschädlich ist.
Dezentrale Energieversorgung	Privathaushalte versorgen sich selbstständig mit Strom. Zum Beispiel durch eine Photovoltaikanlage.
Eigenverbrauch	Der Eigenverbrauch ist der Anteil, der in einer eigenen Anlage erzeugten elektrischen Energie, die selbst verbraucht wird.
Emission	Ist der Ausstoß von gasförmigen Stoffen, welche Luft, Boden und Wasser verunreinigen.
Energieholz	Altholz oder jegliches andere Holz welches zu Hackschnitzeln oder Holzpellets verarbeitet werden, um diese wiederrum in Heizungsanlagen in Energie umzuwandeln.
Endenergie	Endenergie ist die Energie, die vor Ort z.B. im Wohnhaus eingesetzt wird. Im Fall von Strom ist dies die Menge Strom, die über den Hausanschluss an einen Haushalt geliefert wird. Im Fall von Wärme ist es die Menge an Öl, Gas, Holz, etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Die Endenergie unterscheidet sich von der Nutzenergie (s.u.).
Energieverbrauch	Unter Energieverbrauch versteht man meistens den Verbrauch von Energieträgern wie den Brenn- und Kraftstoffen Benzin, Heizöl und Erdgas, also von materiellen Substanzen, oft aber auch von elektrischer Energie, im letzteren Fall also von einer durchaus abstrakten (nicht direkt sinnlich erfassbaren) Größe.
EOW	Energieversorgung Oberes Wiesental GmbH

Erdwärmesonde	Dies ist eine Sonde, welche zur Gewinnung von Erdwärme in den Boden eingelassen wird, um oberflächennahe Geothermie zu nutzen.
Erneuerbare-Energien-Gesetz	Das deutsche Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (EEG) soll den Ausbau von Energieversorgungsanlagen vorantreiben, die aus sich erneuernden (regenerativen) Quellen gespeist werden. Grundgedanke ist, dass den Betreibern der zu fördernden Anlagen über einen bestimmten Zeitraum ein im EEG festgelegter Vergütungssatz für den eingespeisten Strom gewährt wird. Dieser orientiert sich an den Erzeugungskosten der jeweiligen Erzeugungsart, um so einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen zu ermöglichen.
European Hydrogen Backbone	Die Initiative European Hydrogen Backbone (EHB) besteht aus einer Gruppe von 33 Energieinfrastrukturbetreibern, welche die gemeinsame Vision eines klimaneutralen Europas haben, das durch erneuerbare Energien und CO ₂ -armen Wasserstoff ermöglicht wird.
Fernwärme	Zentral erzeugte Wärme, die über ein Leitungsnetz zu den jeweiligen Gebäuden/Abnehmern gebracht wird.
Festmeter	Abkürzung für Festmeter. Ein Festmeter ist ein Raummaß für Festholz und entspricht 1 m ³ fester Holzmasse.
Fossile Energie	Sind Braunkohle, Steinkohle, Erdöl usw.
Gebäude-Energie-Gesetz	Das Gebäude-Energie-Gesetz (GEG) führt die Energieeinsparverordnung, das Energieeinspargesetz sowie das Erneuerbare-Energien-Wärme-gesetz zusammen und hat den möglichst sparsamen Einsatz von Energie in Gebäuden sowie die steigende Nutzung der erneuerbaren Energien zum Ziel.
Gebäudetypologie	Bei dieser Typologie wird der Wohngebäudebestand nach Baualter und Gebäudeart in Klassen eingeteilt, so dass Analysen über Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands möglich sind.
Geothermische Energie	Die direkte oder indirekte Nutzung von Wärme aus dem Erdreich (Erdwärme) wird als Geothermie bezeichnet. Es handelt sich um eine Form erneuerbarer (regenerativer) Energie, die insbesondere in Form von Niedertemperaturwärme bereits heute verbreitet genutzt wird.
Heizwärmebedarf	Beziffert die Menge an Heizwärme, die ein Gebäude über einen bestimmten Zeitraum benötigt
Kilowatt	Ein Kilowatt (kW) entspricht 1.000 Watt. Dies ist die Einheit der Leistung, mit der unter anderem die Leistungsfähigkeit von Photovoltaikanlagen gemessen wird.
Kilowattstunde	Der Verbrauch elektrischer Energie wird in Kilowattstunden angegeben (Leistung über eine Zeitspanne hinweg). Eine Kilowattstunde entspricht der Nutzung von 1.000 Watt über einen Zeitraum von einer Stunde. Für eine Stunde bügeln wird etwa 1 kWh Strom benötigt.
Kohlendioxid	Kohlendioxid (CO ₂) ist ein Gas, welches bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Kraft- und Brennstoffe entsteht. In der Regel wird nahezu der gesamte Kohlenstoffgehalt von Brennstoffen und Kraftstoffen bei der Verbrennung in Kohlendioxid umgesetzt; allenfalls kleine Anteile werden zu Ruß oder zum sehr giftigen Kohlenmonoxid

Kraft-Wärme-Kopplung	Dies ist die gleichzeitige Gewinnung von elektrischer und thermischer Energie in einem Kraftwerk. Die thermische Energie ist dabei ein Nebenprodukt bei der Herstellung von elektrischer Energie.
Megawattstunde	Megawattstunde. Eine MWh entspricht 1.000 kWh (s.o.)
Nahwärme	Wenn Wärme von einem zentralen Wärmeerzeuger zu Verbrauchern transportiert wird, die Entfernungen aber relativ klein sind (meist unter 1 km, kürzer als bei Fernwärme), spricht man von Nahwärme. (Rechtlich handelt es sich aber auch hier um Fernwärme.)
Nutzenergie	Nutzenergie stellt die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie (s.o.) abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt bspw. der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie.
Oberflächennahe Geothermie	Die oberflächennahe Geothermie ist die Nutzung von Erdwärme (Geothermie) aus geringen Tiefen bis zu einigen hundert Metern.
Ökostrom	Elektrische Energie, die nachweisbar auf ökologisch vertretbare Weise aus erneuerbaren Energiequellen hergestellt wird.
Pelletheizung	Eine Heizungsanlage, die mit festem Brennstoff aus Biomasse in Pelletform betrieben wird.
Photovoltaik	Die Photovoltaik (oder Fotovoltaik) ist ein technisches Verfahren, um Energie von Licht (also eines Teils der Strahlung der Sonne) mit Hilfe von Solarzellen direkt in elektrische Energie umzuwandeln.
Power-to-Gas	Power to Gas ist ein Konzept, dessen zentraler Bestandteil die Erzeugung von EE-Gas (z. B. Wasserstoff oder Methan) mit Hilfe elektrischer Energie ist.
Power-to-Heat	Power to Heat bedeutet zunächst einmal nur die Erzeugung von Wärme aus elektrischer Energie. Allerdings wird er üblicherweise nicht für jede Erzeugung von Elektrowärme benutzt, sondern nur im Zusammenhang mit der Nutzung von zeitweise anfallenden Überschüssen an elektrischer Energie.
Primärenergieverbrauch	Der Primärenergieverbrauch, abgekürzt PEV, gibt an, wie viel Energie in einer Volkswirtschaft eingesetzt wurde, um alle Energiedienstleistungen wie zum Beispiel Produzieren, Heizen, Bewegen, Elektronische Datenverarbeitung, Telekommunikation oder Beleuchten zu nutzen. Es ist also die gesamte einer Volkswirtschaft zugeführte Energie. Eingesetzte Energieträger sind bisher vor allem Erdöl, Erdgas, Steinkohle, Braunkohle, Kernenergie, Wasserkraft und Windenergie.
Prozesswärme	Wärme, die für die Durchführung von bestimmten technischen Prozessen (insbesondere in der Industrie) benötigt wird.
Solarkataster	Solarkataster sind Landkarten, die aufzeigen, wie gut vorhandene Dachflächen für die Installation von Photovoltaikanlagen oder Solarthermieanlagen geeignet sind.
Solarthermie	Die Gewinnung von Wärme aus der Sonneneinstrahlung mit Hilfe von Sonnenkollektoren.

Stickstoffoxide	Stickstoffoxide ist ein Sammelbegriff für zahlreiche gasförmige Stickoxide. Eine der Hauptquellen für Stickoxide in der Atmosphäre sind Abgase, die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen, z.B. Kohle oder Kraftstoff, entstehen. Der Verkehr gilt als der größte Verursacher von NO _x -Emissionen.
Strommix	Der Strommix beschreibt die Kombination verschiedener Energiequellen, die für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden. Derzeit werden deutschlandweit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl) sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-, Biogas- und Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung eingesetzt.
Technisches Potenzial	Das technische Potenzial ist der Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung der gegebenen technischen Restriktionen nutzbar ist.
Tiefengeothermie	Die Tiefengeothermie ist die Nutzung von Erdwärme (Geothermie) aus Tiefen ab 400 m.
Über Normalnull	Dabei handelt es sich in der Geodäsie um die Bezeichnung für eine bestimmte Niveaufläche, die in einem Land als einheitliche Bezugsfläche bei der Ermittlung der Erdoberfläche vom mittleren Meeresniveau dient. Das Normalnull in Deutschland repräsentiert das Mittelwasser der Nordsee, „0 m ü. NN.“ ist also gleichbedeutend mit „mittlerer Meereshöhe“.
Umgebungswärme	Energie, die sich durch tägliche Sonneneinstrahlung und den Wärmefluss im Erdinneren, natürlicherweise in der Umwelt befindet. Sie wird zum Beispiel in Flüssen, Seen sowie in der Luft oder dem Erdreich gespeichert. Sie wird zum Teil als erneuerbare Energiequelle genutzt.
Volatilität	Die Anfälligkeit eines bestimmten Gutes für Schwankungen. In der Energiebranche spricht man von Volatilität der Erneuerbaren Energien, da die Stromerzeugung aus bestimmten Erneuerbaren Energien witterungsbedingt sowie Jahres und tageszeitlich bedingt Schwankungen unterworfen ist.
Wärmebedarf	Ist der Bedarf der Wärme welches ein Haus verbraucht.
Wärmebrücke	Bezeichnung für eine Stelle in der Bausubstanz, die mehr Wärme ableitet als ihre umgebenden Flächen.
Wärmekataster	Ein Wärmekataster gibt Auskunft über den Wärmebedarf von Gebäuden und die Lage der Wärmequellen und -verbraucher in einer Kommune. Es kann als Grundlage für die Auslegung eines Nahwärmenetzes verwendet werden.
Wärmeschutzverordnung	Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden seit 1983. Durch die folgenden Novellierungen und verschärften gesetzlichen Anforderungen wird das Gebäude immer mehr als ein „Gesamtsystem“ mit ganzheitlichen Planungen begriffen.
Wirtschaftliches Potenzial	Das wirtschaftliche Potenzial ist der Anteil des technischen Potenzials, den man erhält, wenn die Gesamtkosten (Investition, Betrieb und Entsorgung einer Anlage) für die Energieumwandlung einer erneuerbaren Energiequelle berechnet und in der gleichen Bandbreite liegen wie die Gesamtkosten konkurrierender Systeme.

9. Literaturverzeichnis

AG Energiebilanzen e. V. (AGEB), 2022. *Stromerzeugung nach Energieträgern (Strommix) von 1990 bis 2022 (in TWh) Deutschland insgesamt*. [Online]
Available at: https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2022/09/STRERZ22_Abgabe-12-2022_inkl-Rev-EE.pdf

Agentur für erneuerbare Energien, 2017. *INDUSTRIELLER WÄRMEBEDARF NACH WIRTSCHAFTSZWEIGEN*. [Online].

Barth, D. H.-J. et al., 2021. *Leitfaden für zukunftsgerechte Neubaugebiete*, Allgäu: Energie- und Umweltzentrum Allgäu.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2022. *Energieeffizienz in Zahlen Entwicklungen und Trends in Deutschland 2022*, Berlin: s.n.

Busch, M., Botzenhart, F., Hamacher, T. & Zölitz, R., 2010. GIS-gestützte Abbildung der Wärmenachfrage auf kommunaler Ebene am Beispiel der Stadt Greifswald mit besonderem Blick auf die Fernwärme. In *gis.SCIENCE*, 3/2010 S. 117-125.

Calorie, 2023. [Online]
Available at: <https://www.kehl.de/generaldirektorin+calorie>
[Zugriff am 09 11 2023].

Christ, O. & Mitsdoerffer, R., 2008. *Regenerative Energie nutzen - Wärmequelle Abwasser. WWT - Wasserwirtschaft Wassertechnik (05/2008): M6 - M12*. [Online].

Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), 2005. *Energie aus Abwasser - Leitfaden für Ingenieure und Planer*, Bern/Osnabrück.: s.n.

Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena), 2023. *Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen*,. [Online]
Available at:
https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/Thermische_Energiespeicher_fuer_Quartiere_-_Aktualisierung.pdf
[Zugriff am März 2023].

Deutsche Energie-Agentur GmbH, 2022. *Erneuerbare Energien integrieren – Versorgungssicherheit gewährleisten*. [Online]
Available at: <https://www.dena.de/themen-projekte/energiesysteme/flexibilitaet-und-speicher/>
[Zugriff am 28 Februar 2023].

Dr. Sara Fritz, D. M. P. i., 2018. *Kommunale Abwässer als Potenzial für die Wärmewende*, Heidelberg: ifeu.

Europäisches Parlament, 2022. *Was versteht man unter Klimaneutralität und wie kann diese bis 2050 erreicht werden?*. [Online]
Available at:
<https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190926STO62270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitaet>
[Zugriff am 27 01 2023].

European Hydrogen Backbone, 2023. *European Hydrogen Backbone*. [Online]
Available at: <https://ehb.eu/page/european-hydrogen-backbone-maps>
[Zugriff am 17 11 2023].

Fraunhofer ISI, Consentec GmbH, ifeu, 2017. *Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland. Module 0-3*, Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Günther, D. et al., 2020. *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Version 2.1*, Freiburg: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE.

Hamacher, T. & Hausladen, G., 2011. *Leitfaden Energienutzungsplan*, s.l.: s.n.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU), 2012. *Pilotphase zum kommunalen Energie- und CO₂-Bilanzierungstool BiCO₂ BW: Endbericht. Heidelberg.* [Online].

Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH (IFEU), 2024. *BiCO₂ BW: Version 3.10*. Heidelberg: s.n.

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU), 2005. *Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze*, Darmstadt, Darmstadt: s.n.

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, 2022. *Bohrdatenbank: Thematische Suche von Aufschlussdaten*, s.l.: s.n.

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, 2022. *Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (I-SONG).*, s.l.: s.n.

Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. *Energieatlas - Ermitteltes Wasserkraftpotenzial*. [Online]

Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/wasser/ermitteltes-wasserkraftpotenzial>

Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. *Windenergie in Baden-Württemberg*. [Online]

Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/wind/anlagen-und-potenziale>

Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2023. *Solarenergie in Baden-Württemberg*. [Online]

Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne>

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. *Freiflächen*. [Online]

Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/freiflaechen>

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2022. *Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021. Stuttgart.* [Online]

Available at: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Erneuerbare-Energien-2021-barrierefrei.pdf

Ministerium für Umwelt, K. u. E. B.-W., 2018. *Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS)*. [Online]

Available at: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/erneuerbare-energien/geothermie/lqs-ews>

Miocic, J. M. & Krecher, M., 2022. *Estimation of shallow geothermal potential to meet heating building demand on a regional scale*, s.l.: Renewable Energy, 185, 629-640.

Nitsch, J. & Magosch, M., 2021. *Plattform Erneuerbare Energien - BADEN-WÜRTTEMBERG KLIMANEUTRAL 2040*. [Online]

Available at: https://erneuerbare-bw.de/fileadmin/user_upload/pee/Startseite/Magazin/Projekt/PDF/20211027_Studie_EE-Ausbau_fuer_klimaneutrales_BW.pdf

[Zugriff am 28 Februar 2023].

- Peters, D. M. et al., 2022. *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg*. Stuttgart: Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH.
- Powerloop, K. L., 2020. *Wärme-Kraft-Kopplung - Der Schlüssel für eine sichere , saubere und bezahlbare Energiezukunft*. [Online]
Available at: <https://powerloop.ch/wp-content/uploads/2020/07/POWERLOOP-Standardpr%C3%A4sentation-v20200703c-1.pdf>
[Zugriff am 27 Februar 2023].
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021. *Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*, Berlin: Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.
- Purr, K., Günther, J., Lehmann, H. & Nuss, P., 2019. *Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. RESCUE-Studie, 36/2019*, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Rehmann, F., Streblow, R. & Müller, D., 2022. *KURZFRISTIG UMZUSETZENDE MAßNAHMEN ZUR STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ VON GEBÄUDEN UND QUARTIEREN*, *Whitepaper*, Berlin: s.n.
- Statista, 2021. *Statista - Energie & Umwelt - Wasserwirtschaft*. [Online]
Available at: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/152743/umfrage/laenge-des-kanalnetzes-in-deutschland-im-jahr-2019/>
[Zugriff am 9 Oktober 2023].
- STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW), 2022. *Struktur- und Regionaldatenbank*. [Online]
Available at: <https://www.statistik-bw.de/SRDB/?E=GS>
[Zugriff am 2022].
- Sterner, M. & Stadler, I., 2014. *Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
- Stober, I. & Bucher, K., 2012. *Geothermie*. s.l.:Springer.
- Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU), 2017. *Erdgasinfrastruktur in der Zukunft: Darauf können wir aufbauen*, Berlin: VKU Verlag GmbH.
- WBGU, 2011. *Welt im Wandel - Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*, Berlin: WBGU.

10. Anhang

10.1 Steckbriefe der Ortsteile

Zur Übersicht stellt die Abbildung 42 nochmals die Eignungsgebiete der Wärmeversorgung dar, die in der kommunalen Wärmeplanung auf Grundlage aller vorhandenen Daten gewissenhaft definiert wurden.

Die dezentralen Eignungsgebiete wurden farblich blau gekennzeichnet. Sie umfassen die gesamte Kommune abseits des zentralen Fernwärme-Eignungsgebietes. Das zentrale Eignungsgebiet Stadt Todtnau ist in orange dargestellt (Schwerpunktgebiet: potenzielles Fernwärmegebiet).

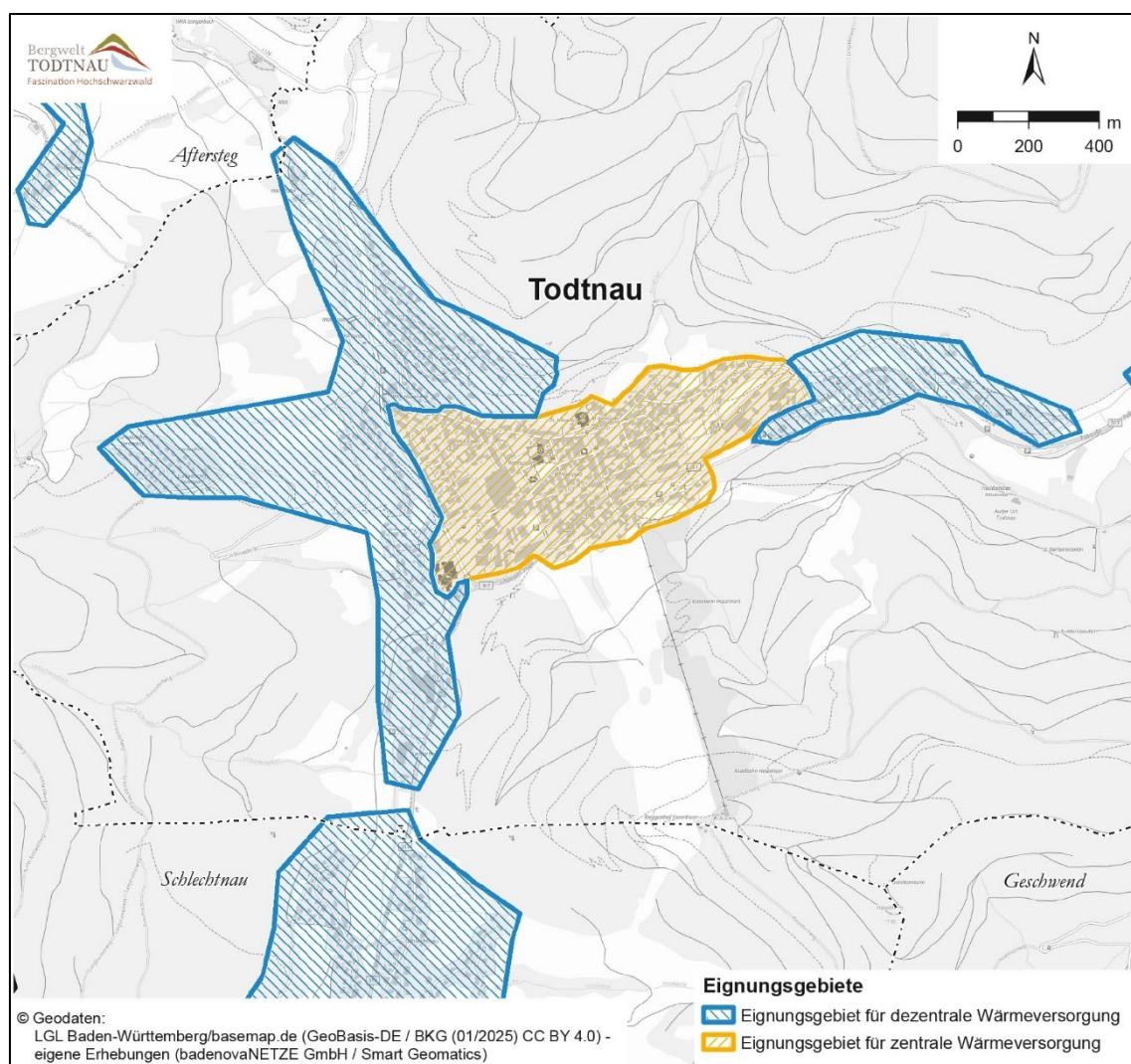
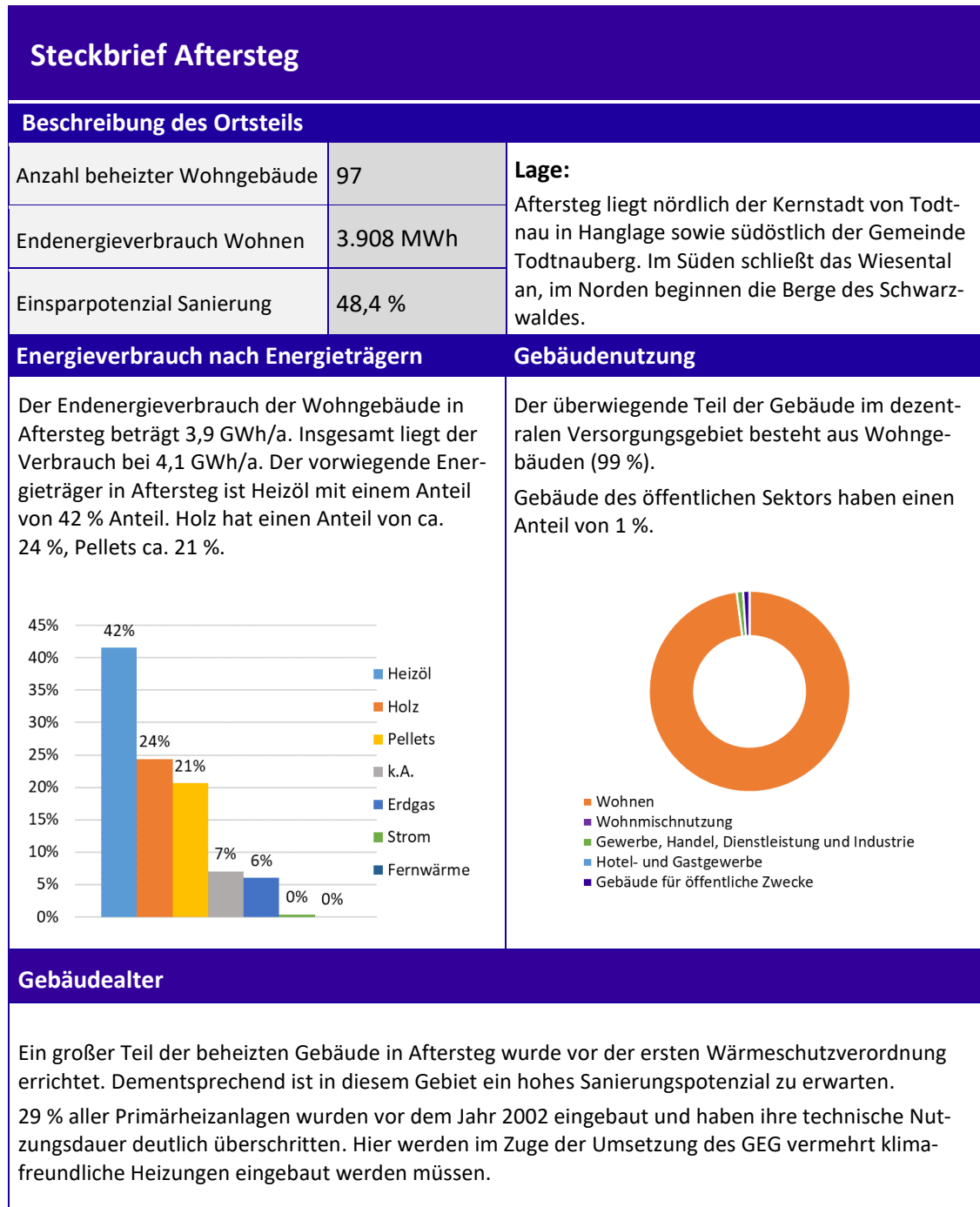
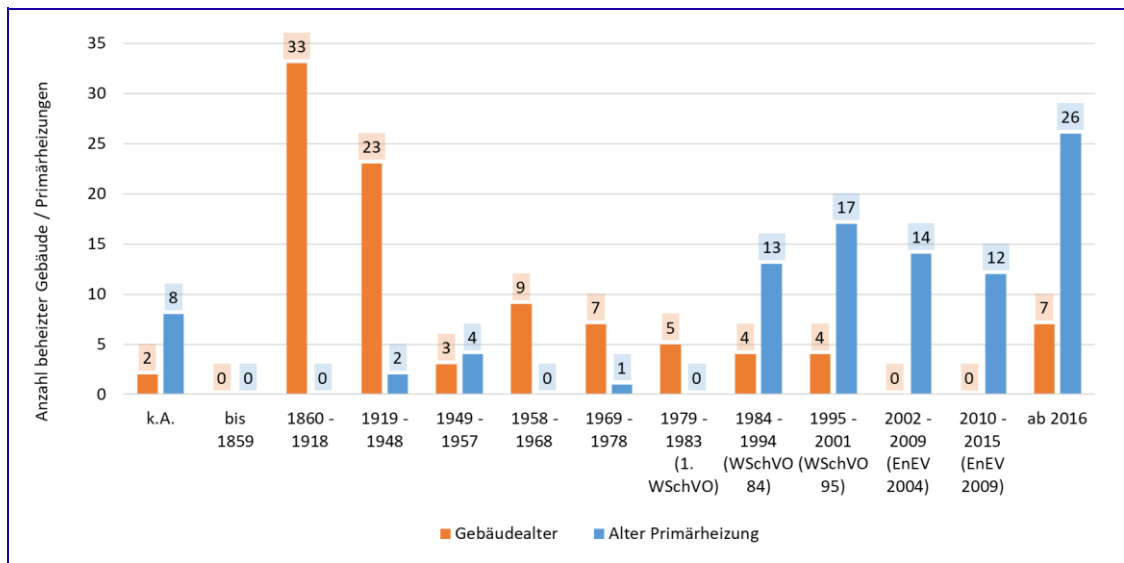


Abbildung 42 – Fernwärme-Eignungsgebiet und dezentrale Versorgung in der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Todtnau (Quelle: badenovaNETZE GmbH 2024)

10.1.1 Aftersteg

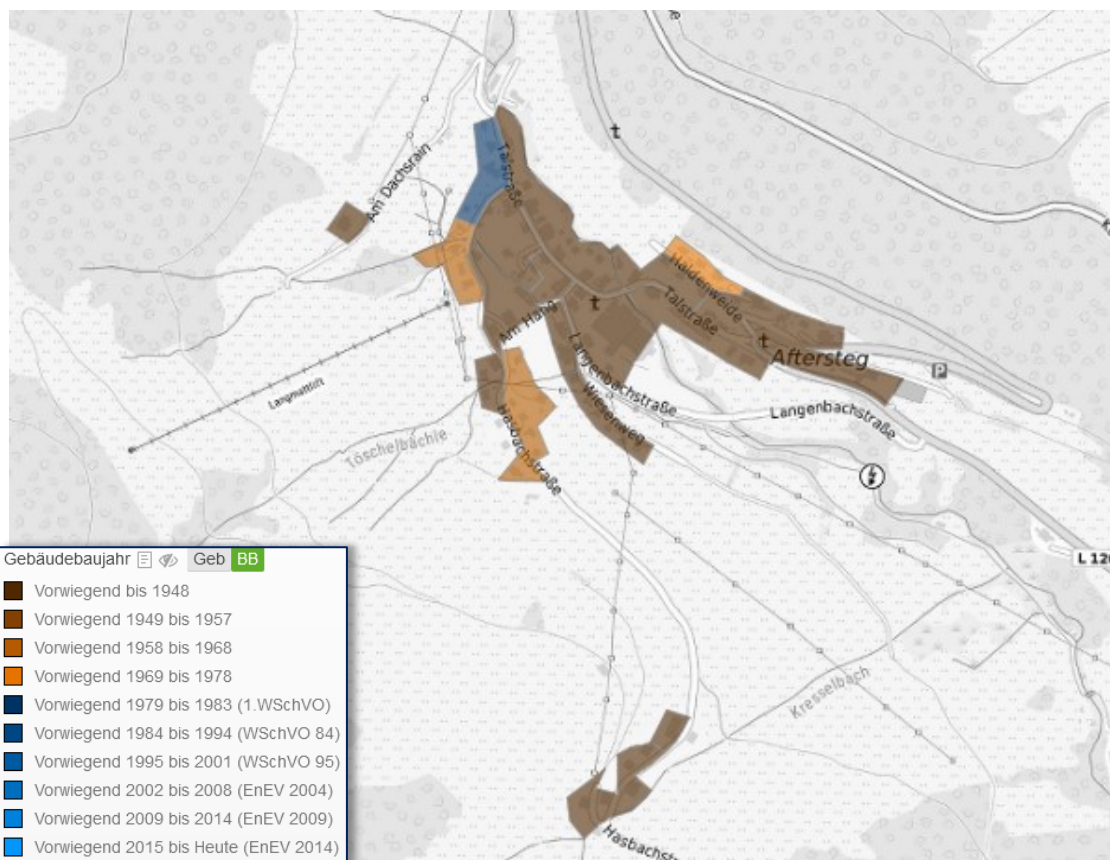




Dezentrale Wärmeversorgung in Aftersteg

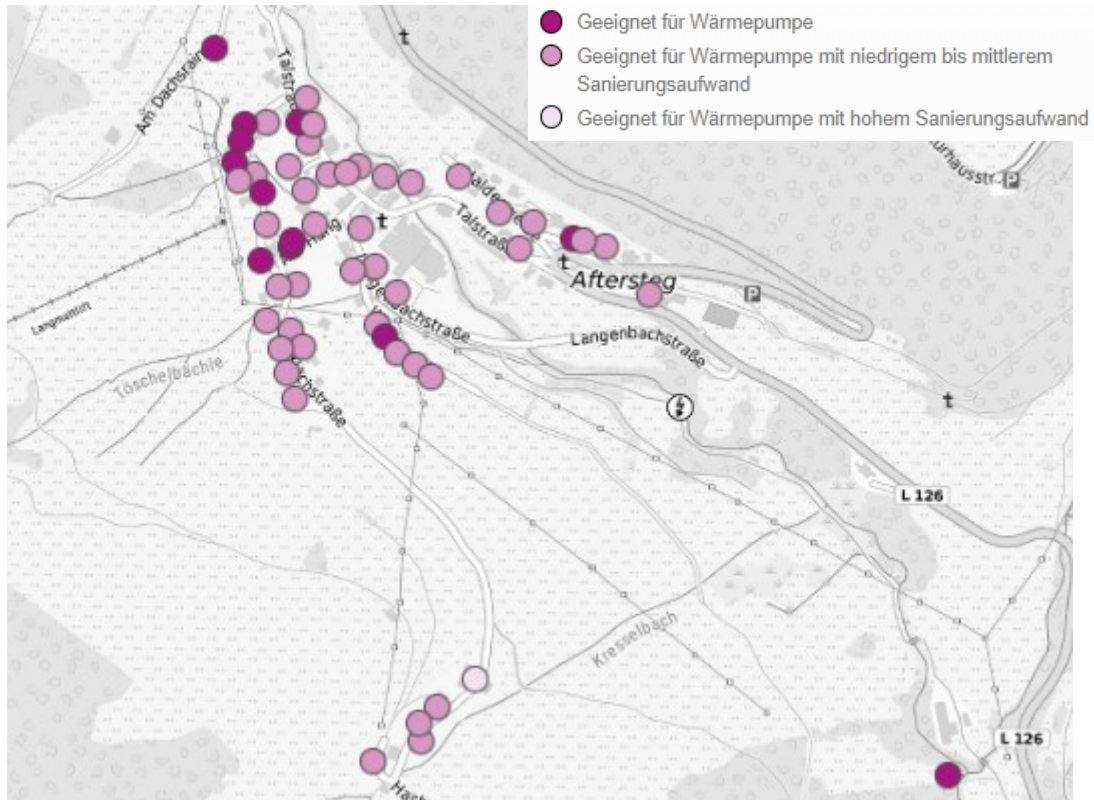
Dezentrale Wärmeversorgung (Übersicht):

Vor allem der Kern Afterstegs ist durch ältere Gebäude geprägt. In den 70er Jahren kamen weitere Baugebiete am Rande des Ortes hinzu. Neubauten sind vor allem im nördlichen Teil Afterstegs zu finden.



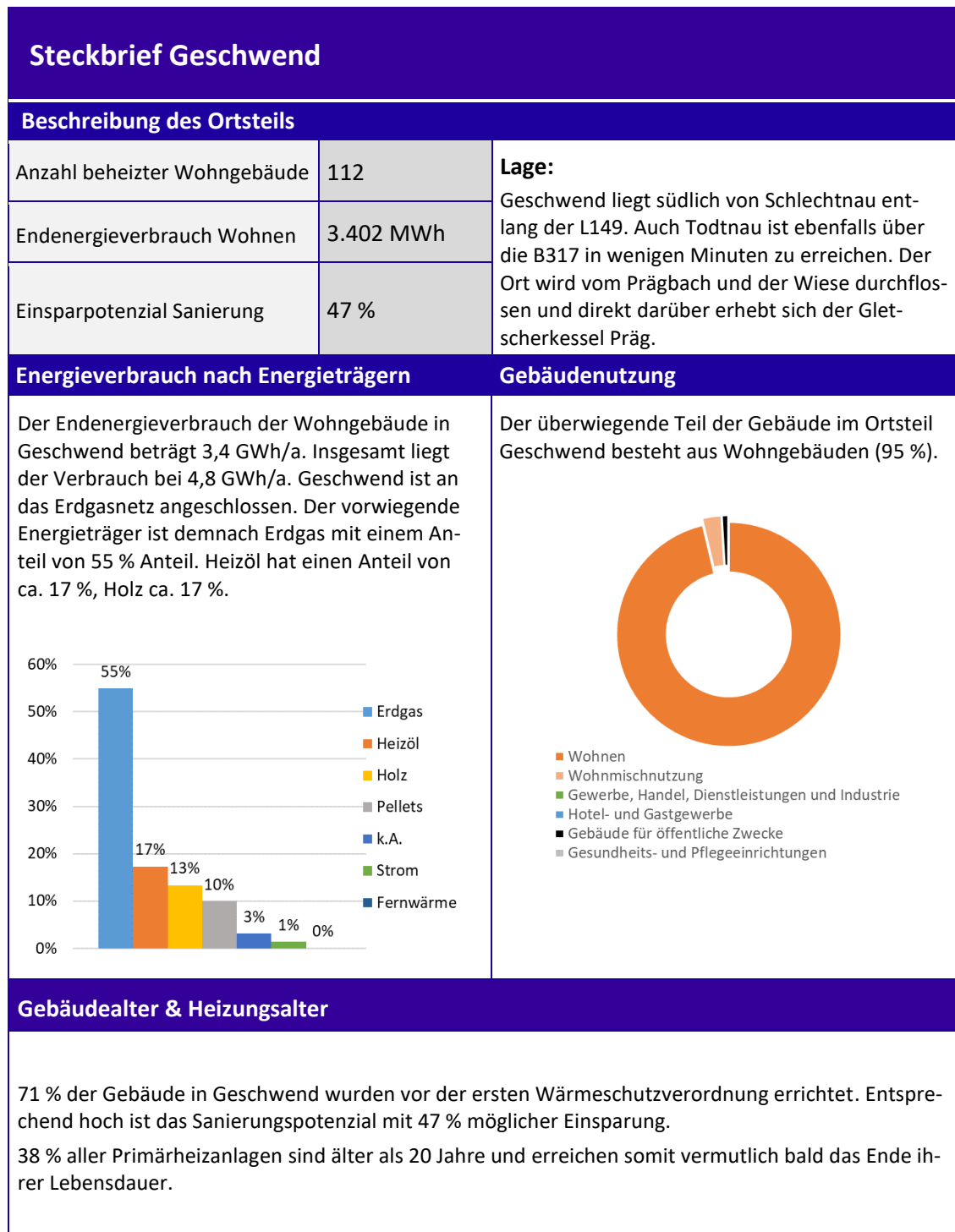
Die Wärmedichte auf Basis des Wärmebedarfs (ohne Hausanschlüsse) liegt in den Straßenzügen häufig im Bereich von 500 bis 2.000 kWh/m*a. Diese Werte sind für eine wirtschaftliche Wärmenetzver-

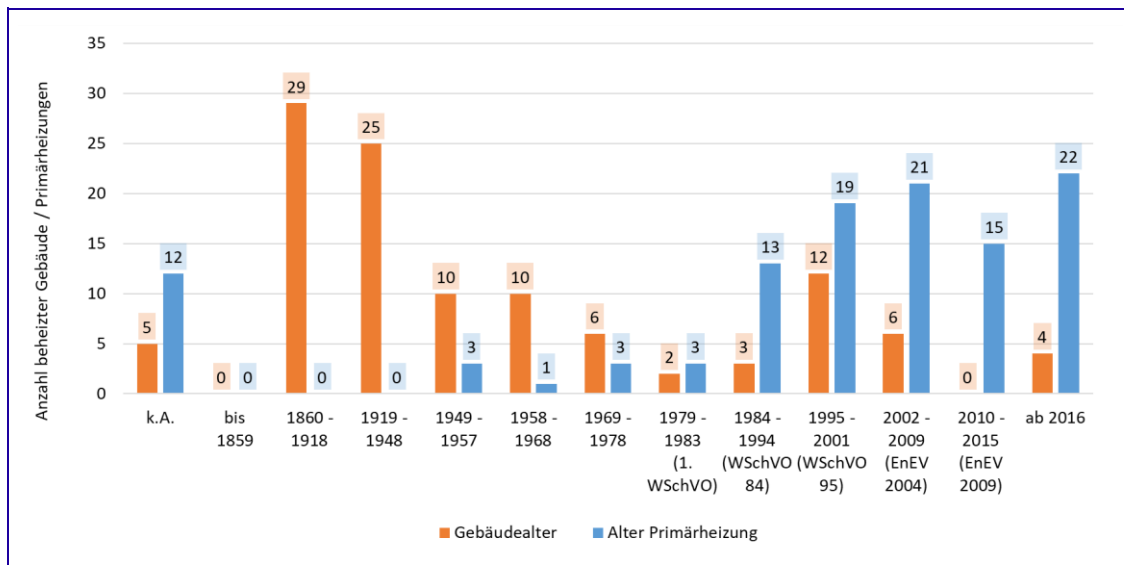
legung nicht ausreichend. Wärmepumpensysteme können dagegen bereits heute in einigen Gebäuden angewendet werden. Dezentrale Lösungen eignen sich bezüglich der Abstandsregeln von Erdwärmesonden und der Schallschutzbestimmungen in vielen Fällen zur flächendeckenden Wärmeversorgung im betrachteten Gebiet. Einige Gebäude benötigen ggf. kleinere Sanierungsmaßnahmen, um einen wirtschaftlichen Betrieb der Wärmepumpe zu gewährleisten. Holz wird gerade für Todtnau auch weiterhin in der Wärmeerzeugung eine bedeutende Rolle spielen.



Die Errichtung eines Wärmenetzes ist im Ortsteil Aftersteg aus wirtschaftlicher Sicht nicht zu empfehlen.

10.1.2 Geschwend



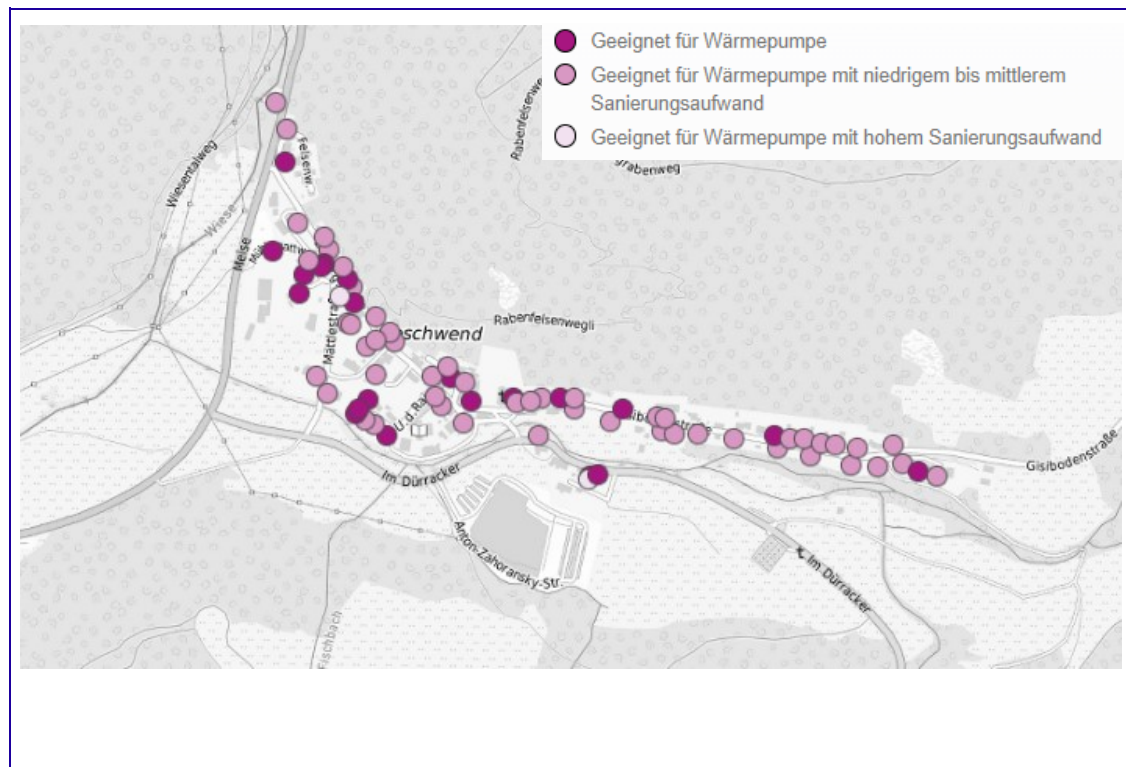


Dezentrale Wärmeversorgung in Geschwend

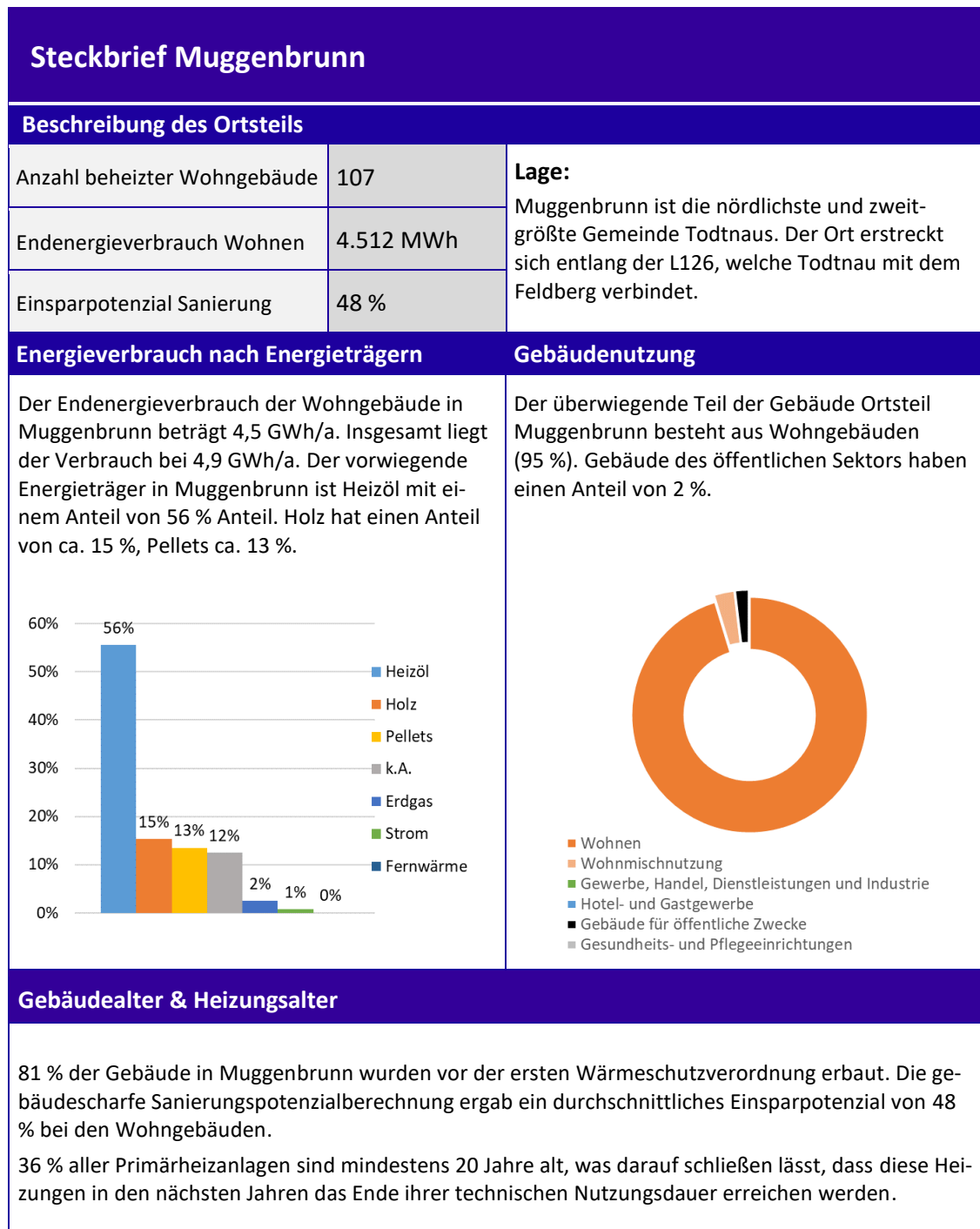
Geschwend weist heterogene Gebäudealtersstrukturen auf. Im Zentrum sind vermehrt Gebäude zu finden, die vor der ersten Wärmeschutzverordnung gebaut wurden. Neubauten sind v.a. im Süden zu finden. Viele Gebäude sind aktuell an das Gasnetz angeschlossen.

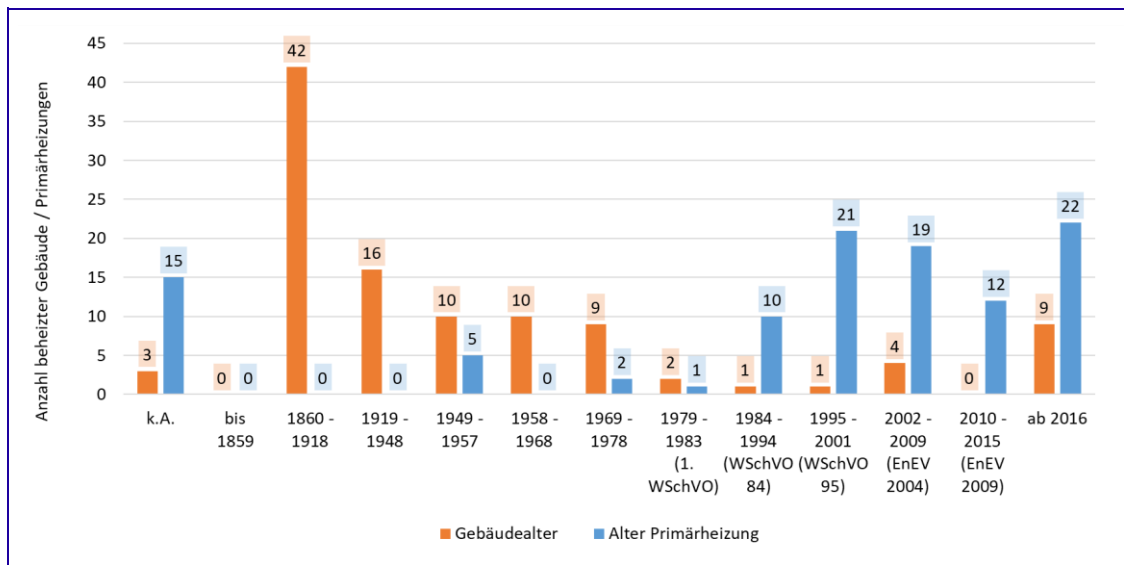


Die Wärmedichte auf Basis des Wärmebedarfs (ohne Hausanschlüsse) liegt in den Straßenzügen weitgehend unter 1.500 kWh/m*a. Die geringe Wärmedichte in Verbindung mit einer geringen Zahl an Ankerkunden und geeigneten Gebäudestrukturen führen zu einer geringen wirtschaftlichen Eignung für ein Wärmenetz. Für Geschwend ist aus diesem Grund kein zentrales Eignungsgebiet ausgewiesen. Die dezentrale Wärmeversorgung wird hier vermehrt über Luft-Wasser-Wärmepumpen, Erdwärme oder Biomasse zu decken sein.



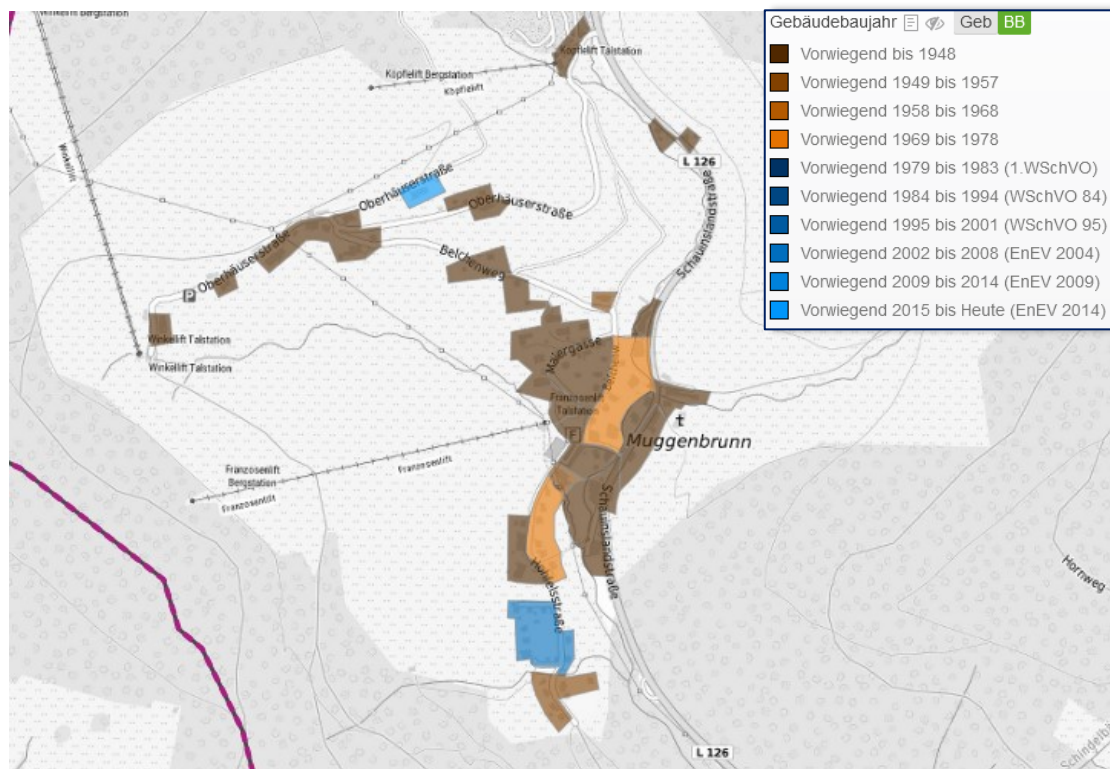
10.1.3 Muggenbrunn



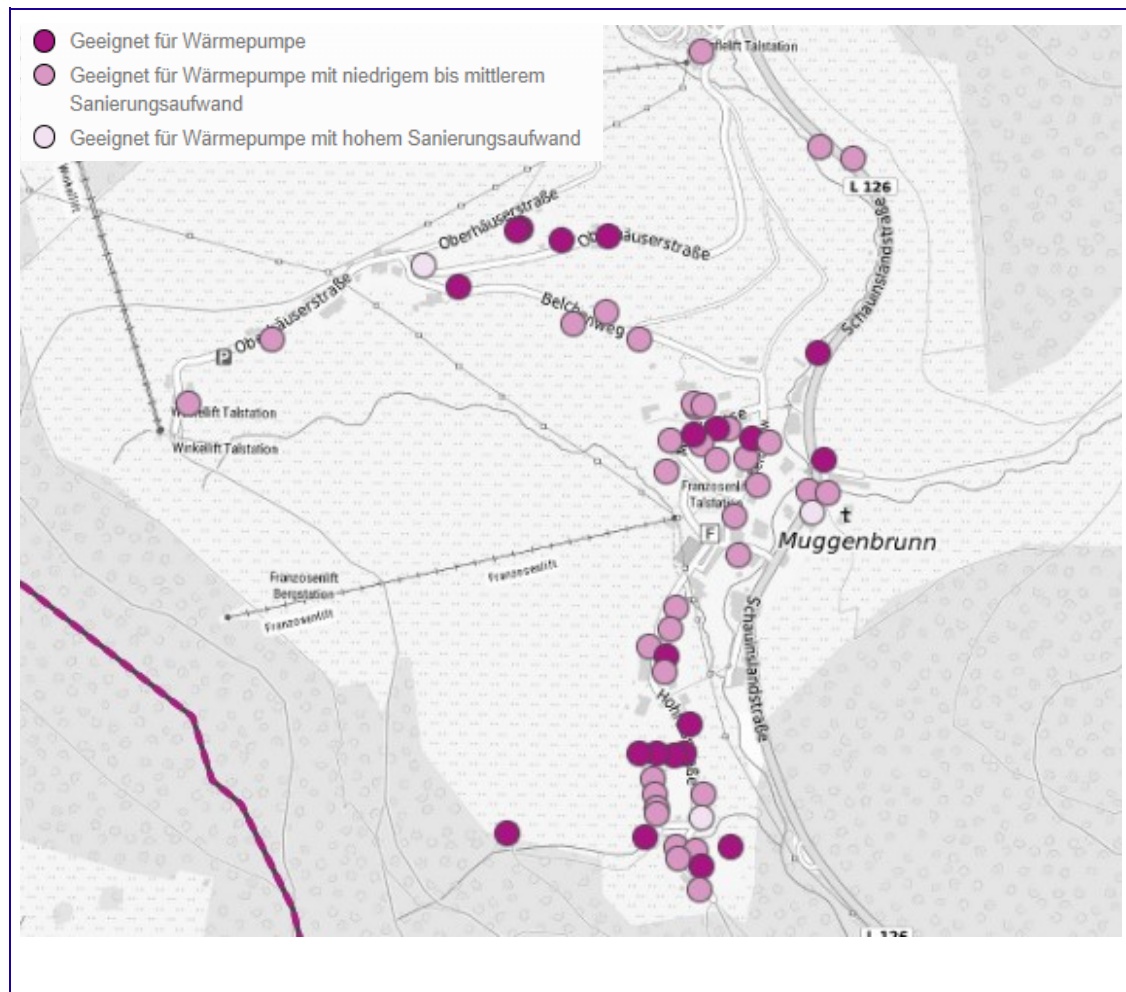


Dezentrale Wärmeversorgung in Muggenbrunn

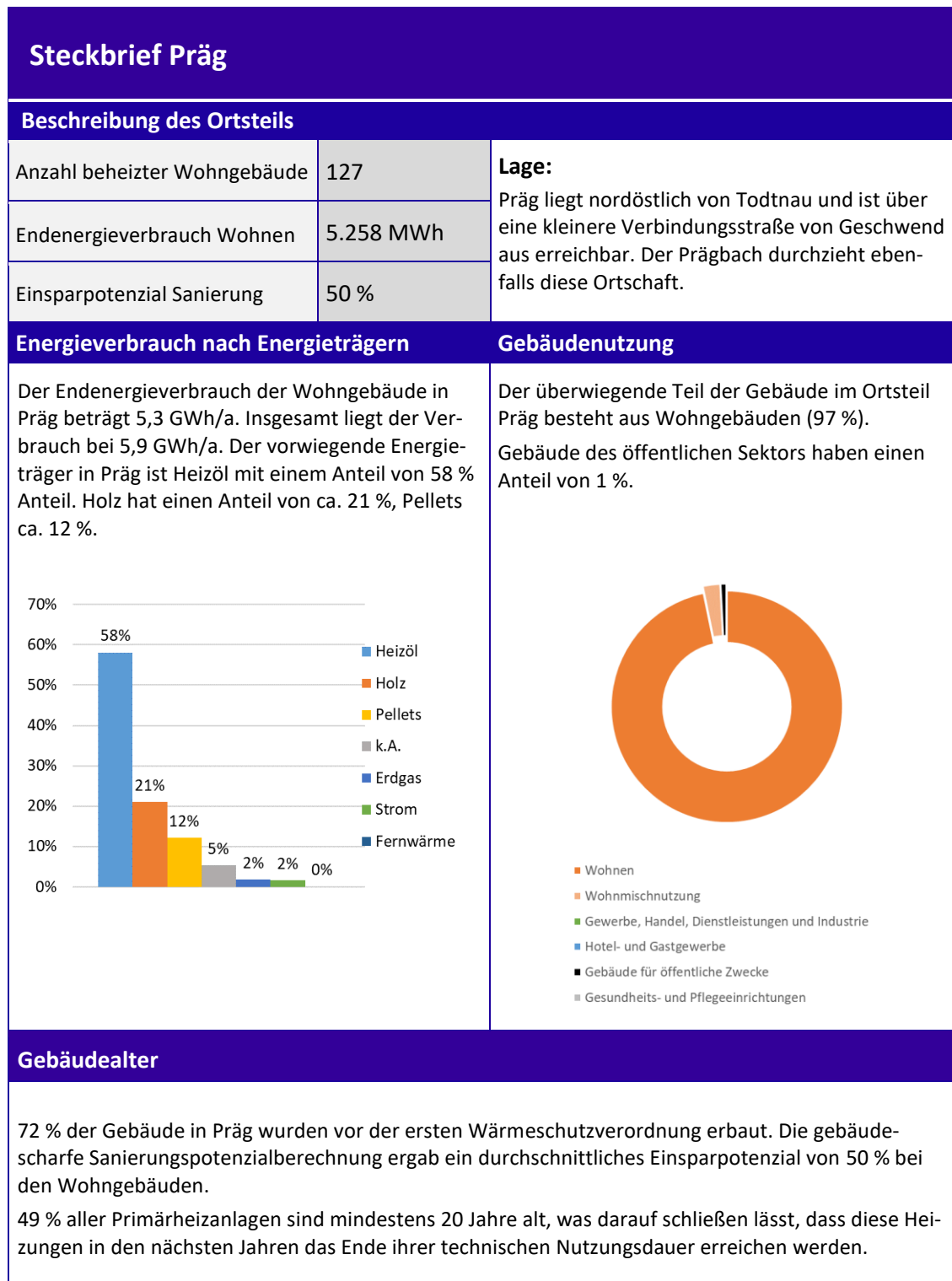
Im Zentrum von Muggenbrunn finden sich vermehrt Gebäude, die vor der ersten Wärmeschutzverordnung gebaut wurden. Viele Gebäude werden aktuell mit Biomasse (Holz/Pellets) oder Heizöl beheizt. Die Wärmedichte ist weitgehend gering, so dass sich in Muggenbrunn aus wirtschaftlichen Aspekten ein Wärmenetz nicht lohnen würde.

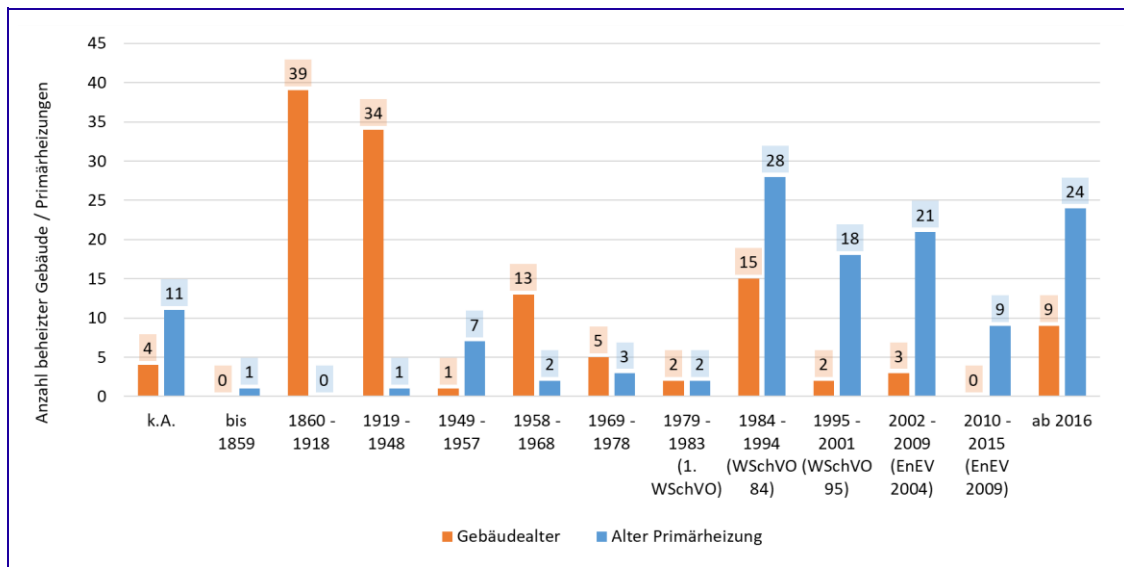


Es eignen sich aber bereits heute einige Gebäude für einen effizienten Betrieb der Luft-Wasser Wärmepumpe. Viele weitere Gebäude könnten mit moderaten Sanierungsmaßnahmen einen wirtschaftlichen Betrieb von Wärmepumpen ermöglichen. Gebäude, bei denen eine Wärmepumpe auch nach einer größeren Sanierung nicht zur Beheizung des Gebäudes ausreicht, werden zukünftig vermehrt mit Biomasse oder zusätzlich mit Biomasse beheizt.



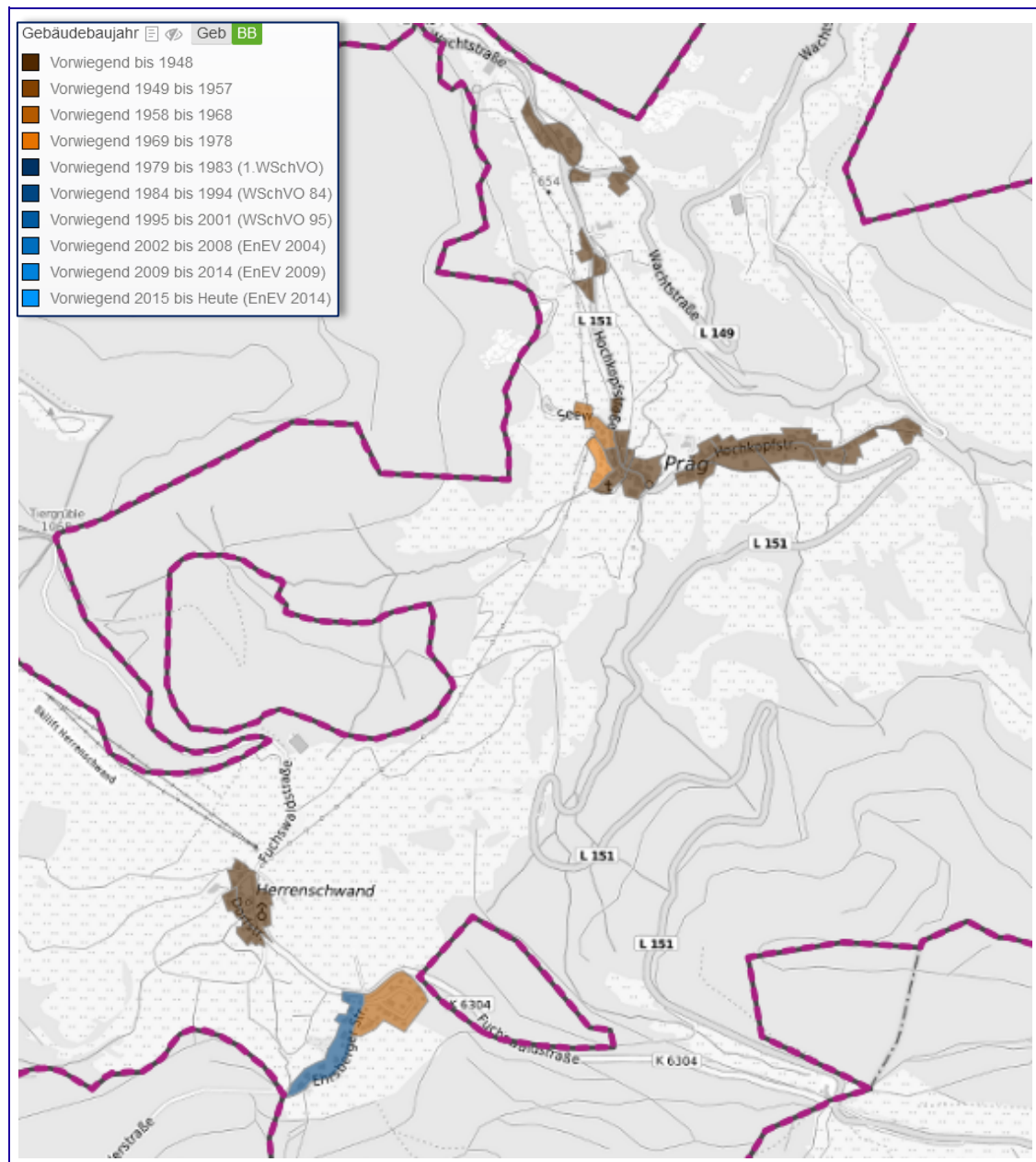
10.1.4 Präg

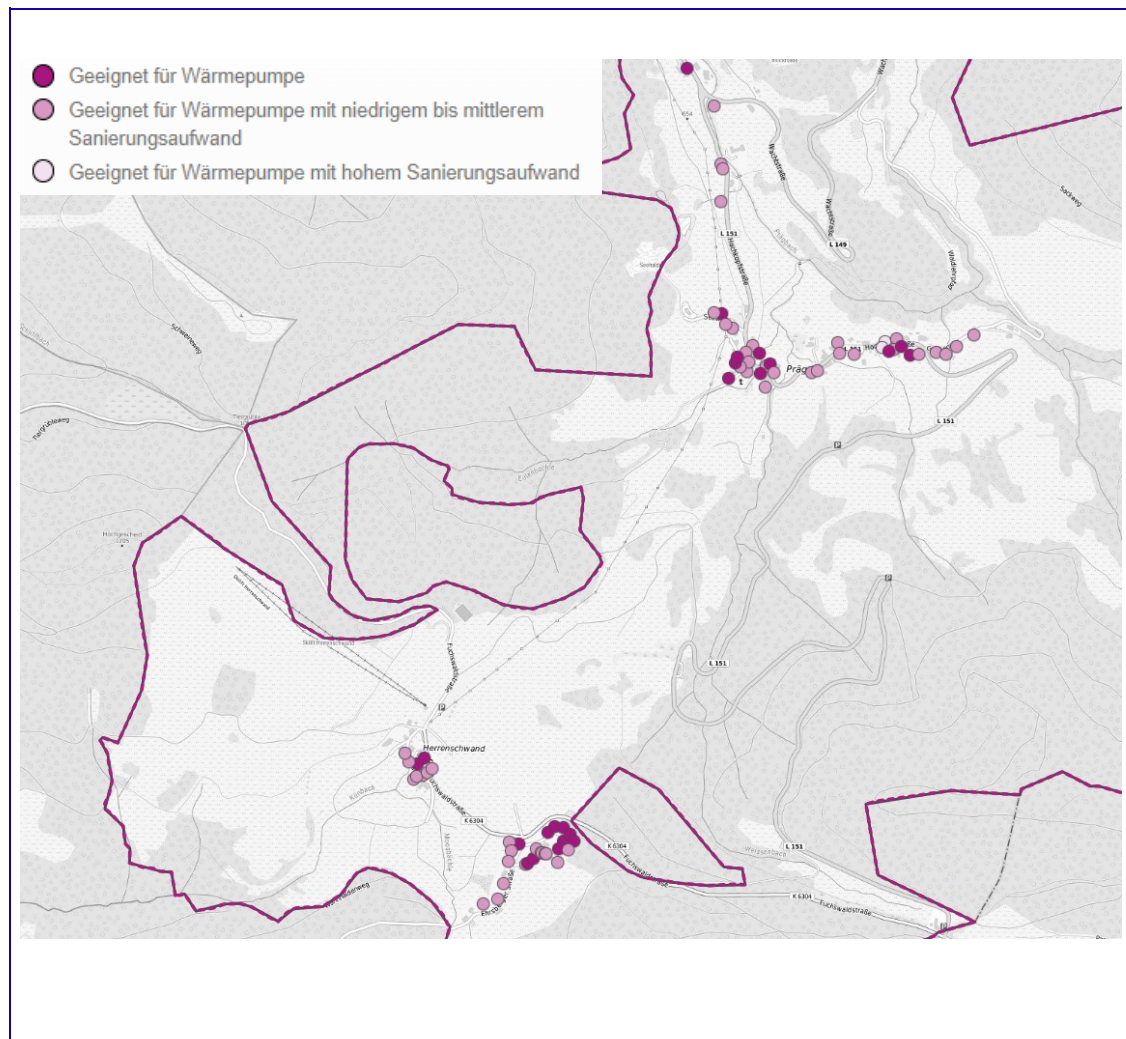




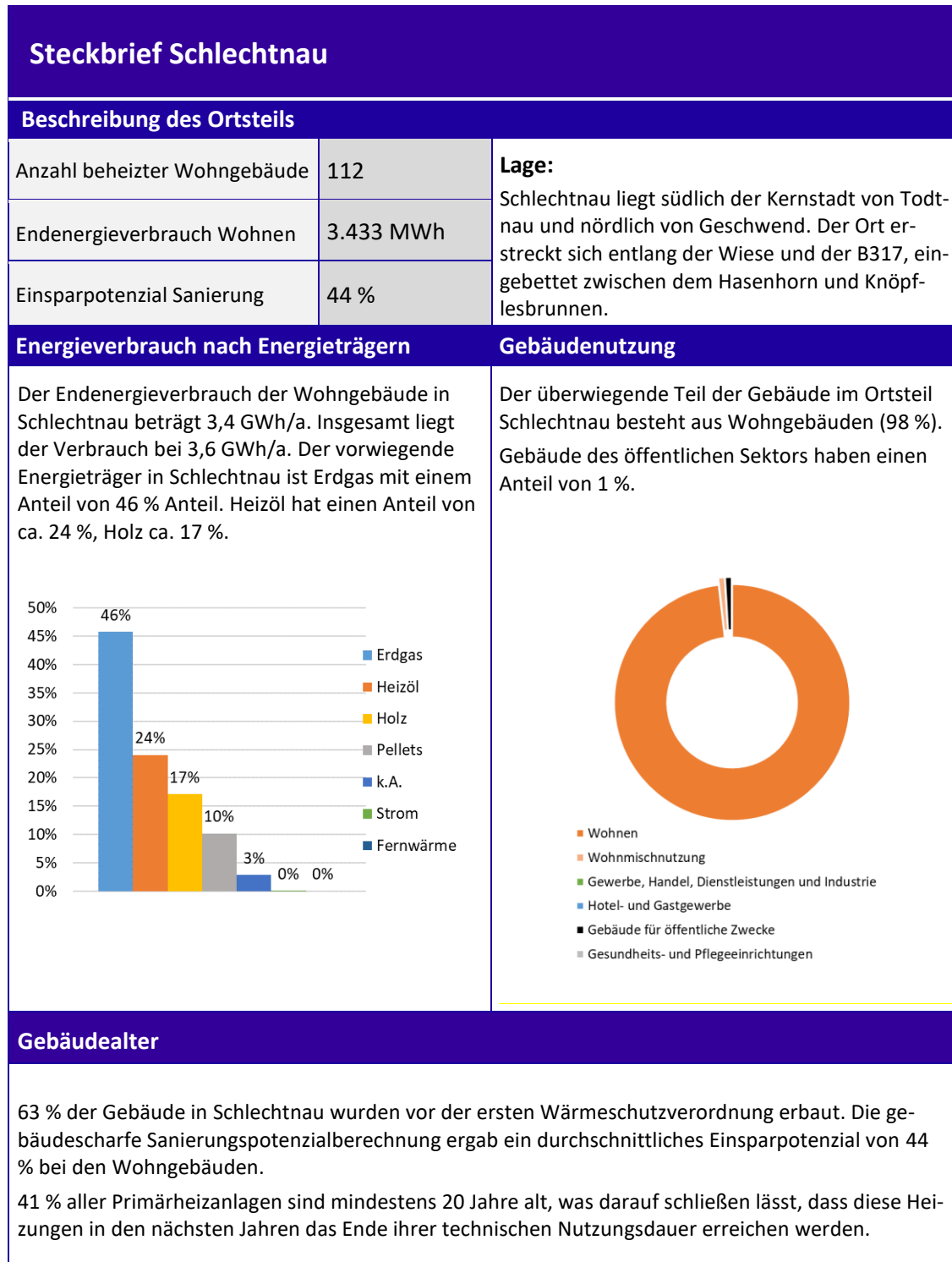
Dezentrale Wärmeversorgung in Präg

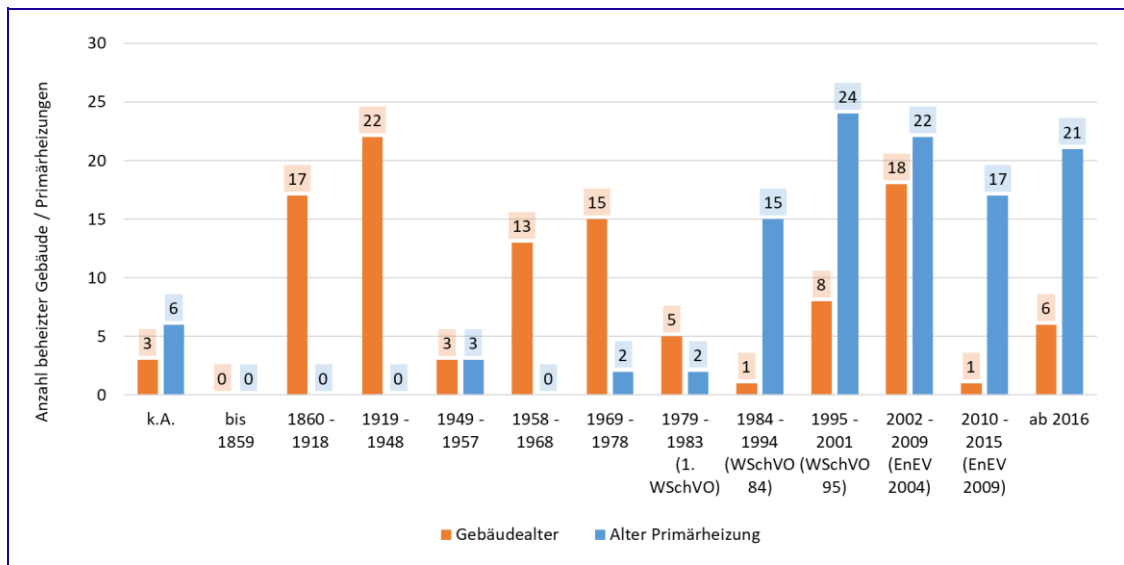
Der Kernort von Präg entlang der L151 ist vermehrt durch ältere Gebäude geprägt, die primär mit Holz oder Öl beheizt werden. Die Wärmedichte auf Straßenzugsebene ist stets unter 2000 kWh pro m und Jahr, wodurch die Wirtschaftlichkeit für ein Wärmenetz nicht gegeben ist. Zudem ist die Zahl der Gebäude - und damit auch der potenziellen Abnehmer der Wärme - gering. In Herrenschwand finden sich auch vermehrt neuere Gebäude entlang der Ehrsberger Straße. Auch in diesem Teil des Ortes ist die Wärmedichte sehr gering, wodurch auch hier kein Wärmenetz wirtschaftlich betrieben werden kann. Die zukünftige Wärmeversorgung im Ortsteil Präg wird auch zukünftig weiterhin auf Einzelhausbene stattfinden. Hier können vermehrt Wärmepumpen oder Holzheizungen zum Einsatz kommen. Mit entsprechenden Sanierungen und/oder dem Einbau einer Photovoltaik-Anlage kann die Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpen weiter gesteigert werden.





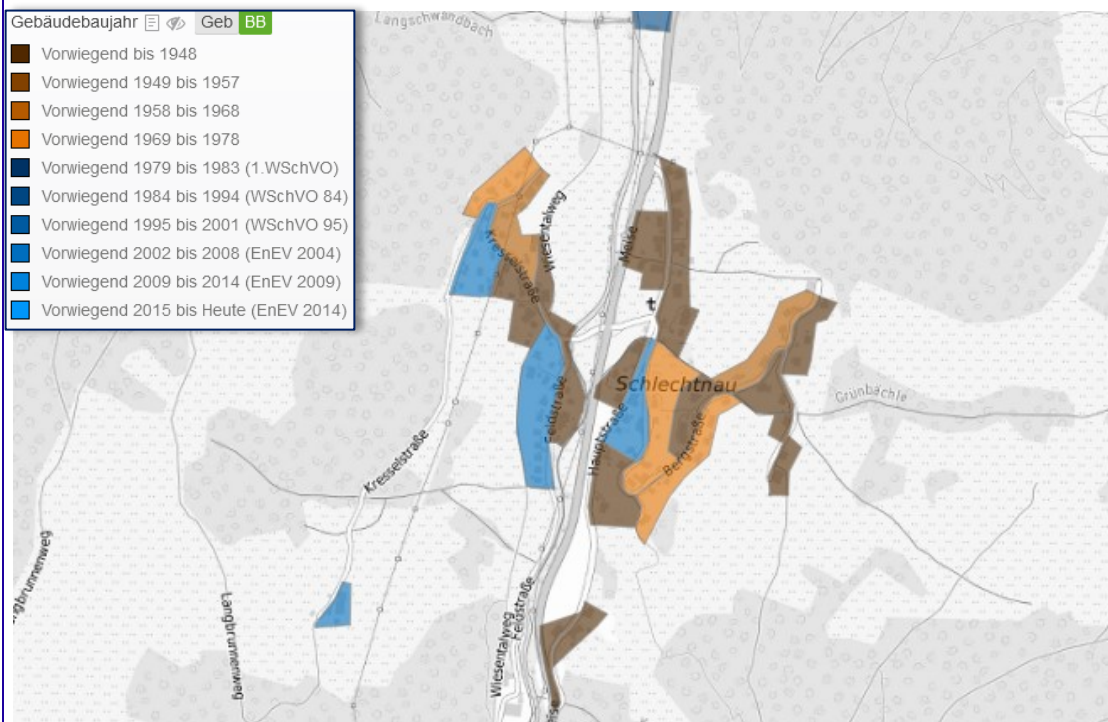
10.1.5 Schlechtnau



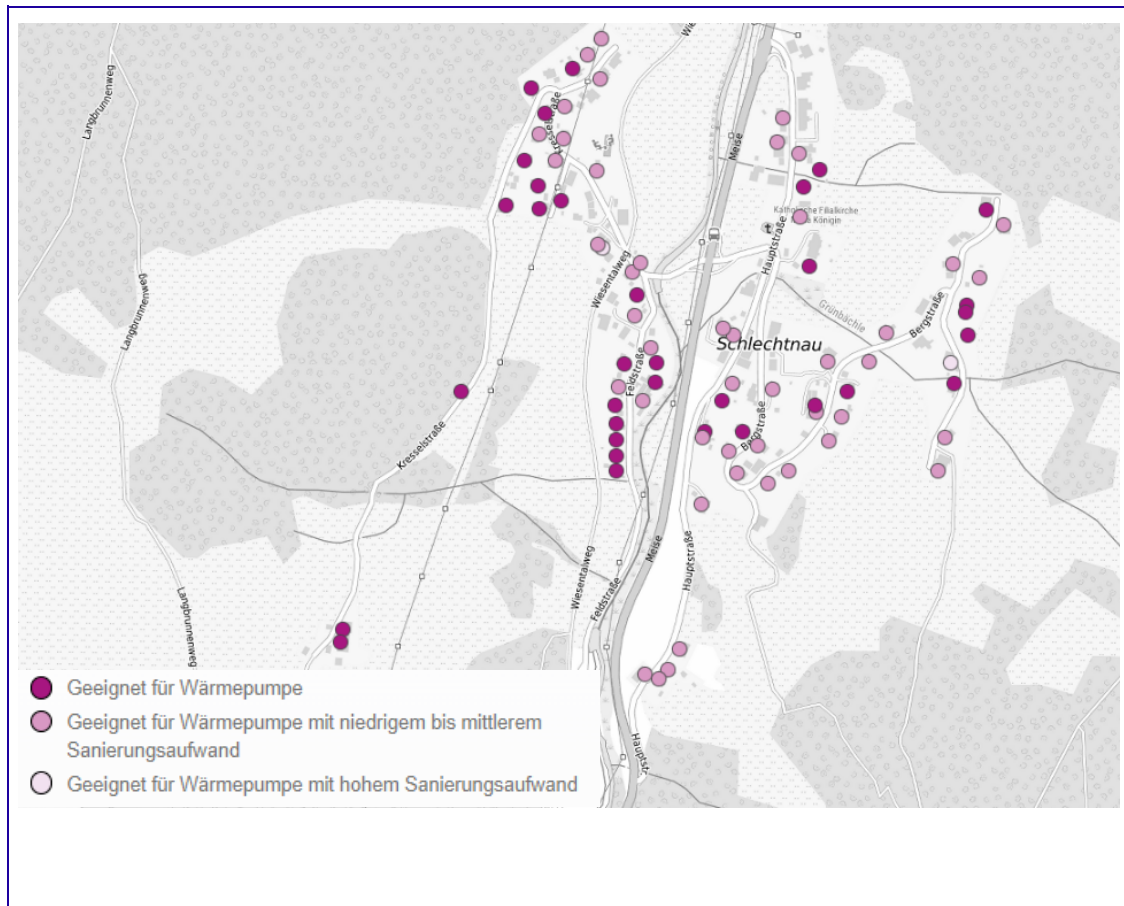


Dezentrale Wärmeversorgung in Schlechnau

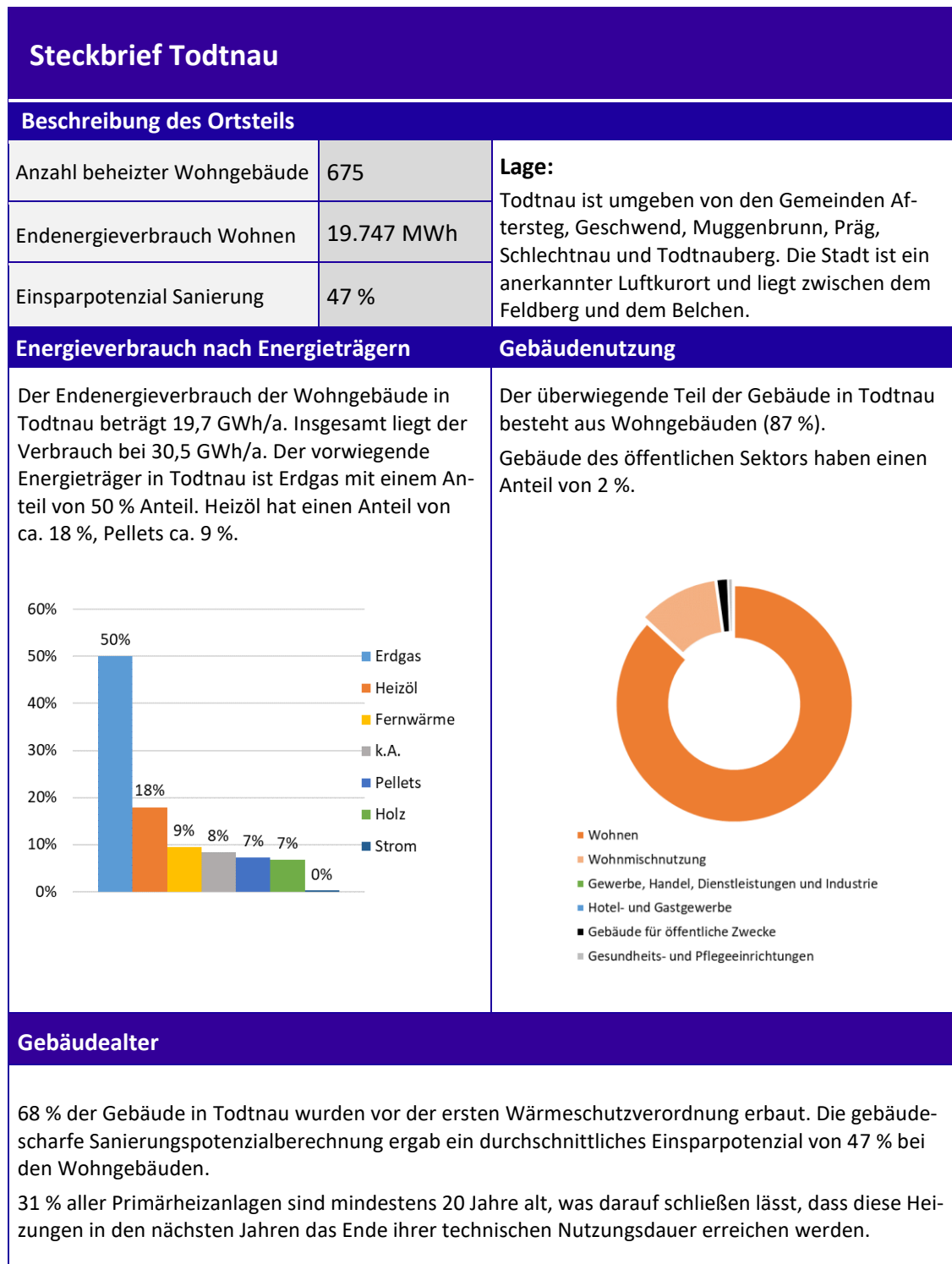
Die Gebäude Schlechnaus verteilen sich auf beiden Hangseiten der Wiese. Die Gebäudealtersstruktur in Schlechnau ist sehr heterogen mit Durchmischungen von älteren und neueren Gebäuden. In Schlechnau wird ein Großteil der Wärme mit Erdgas erzeugt. Die Wärmedichte auf Straßenzugsebene ist gering, weswegen der Ortsteil als ein dezentrales Versorgungsgebiet ausgewiesen wurde.

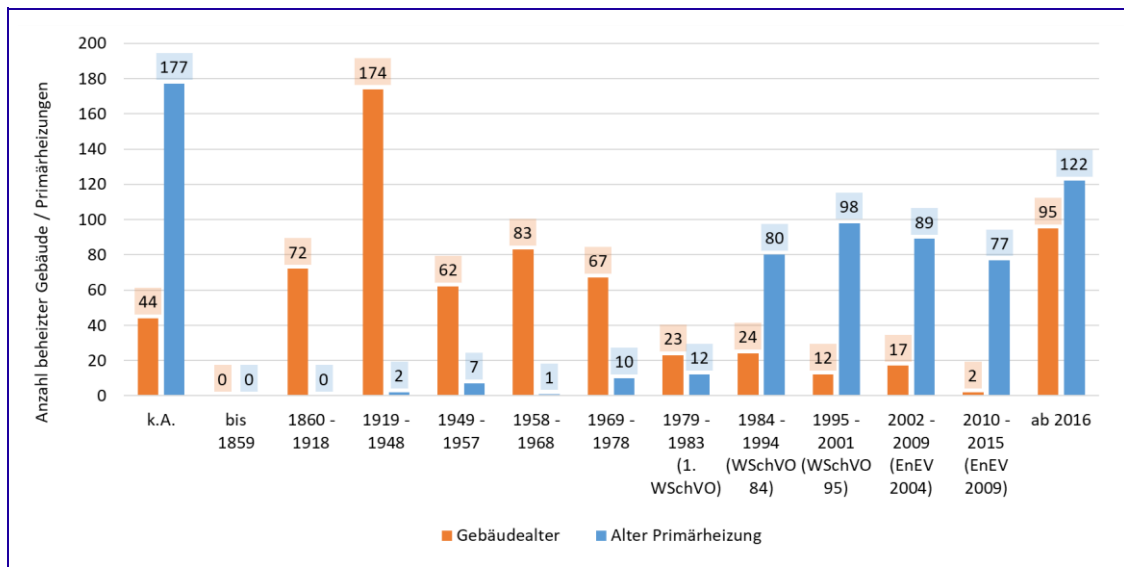


Zukünftig wird die Wärmeversorgung hier dezentral über Wärmepumpen, über Holz/Pelletheizungen oder über hybride Techniken erfolgen. Durch vermehrten Einbau von PV-Anlagen in Kombination mit Batterie-Speichern oder die Verbesserung des Sanierungsstandards können die Betriebskosten für strombasierte Wärmepumpen in Schlechnau signifikant gesenkt werden. Viele Gebäude in Schlechnau eignen sich bereits ohne weitere Anpassungen für eine Wärmepumpe.



10.1.6 Todtnau

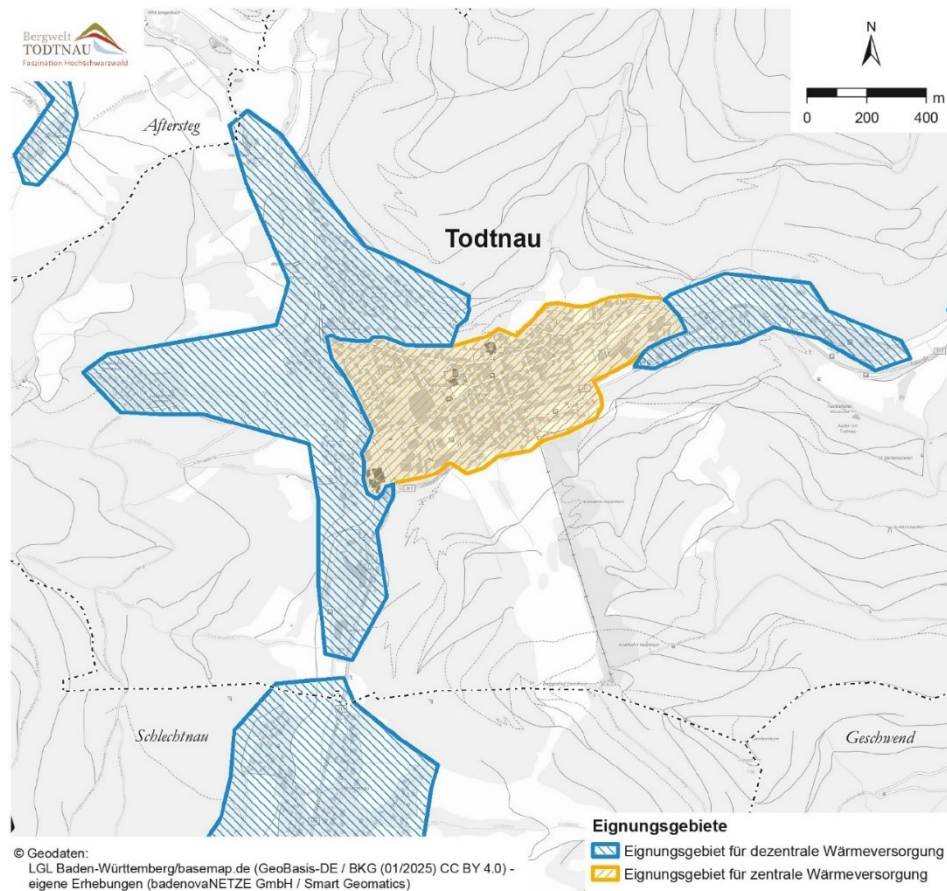




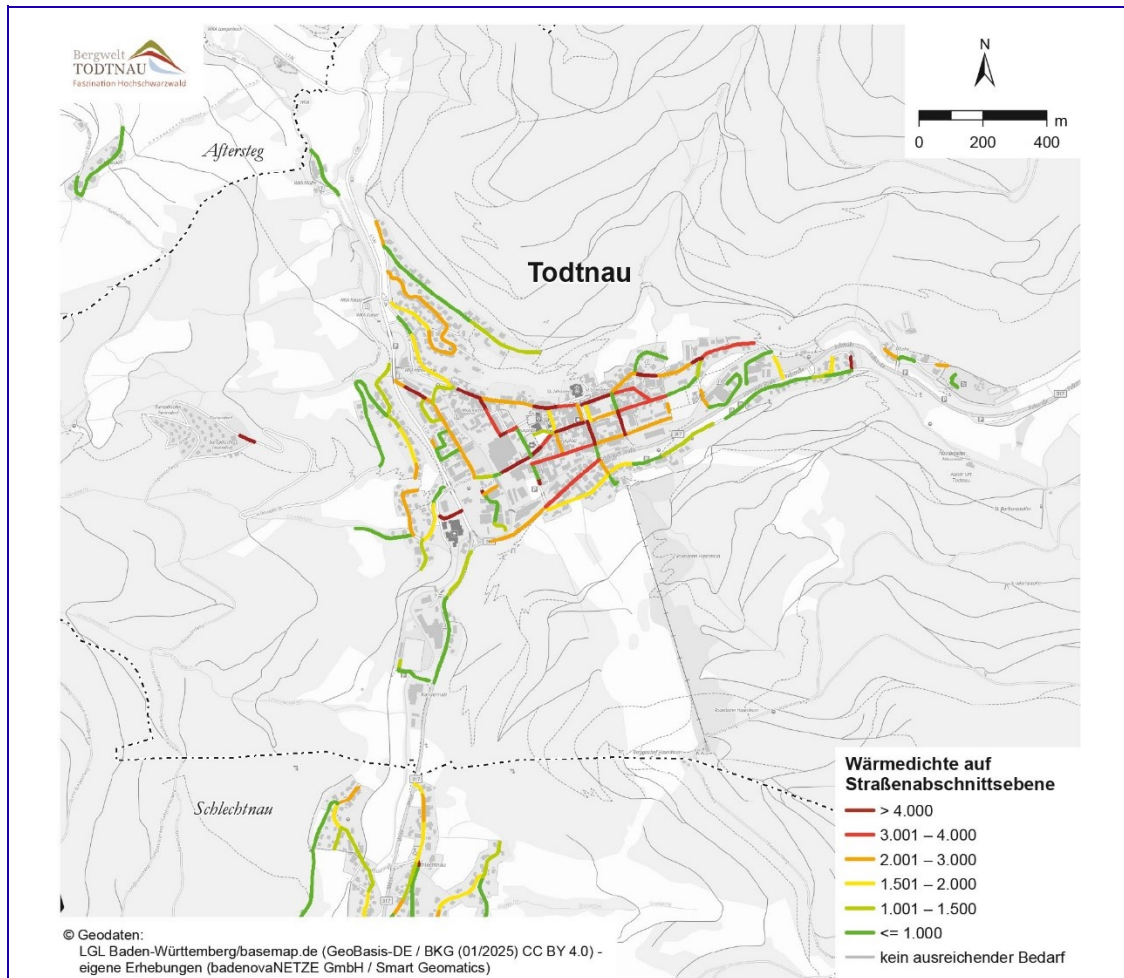
Wärmeversorgung in Todtnau

Zentrale Wärmeversorgung in Todtnau (Übersicht):

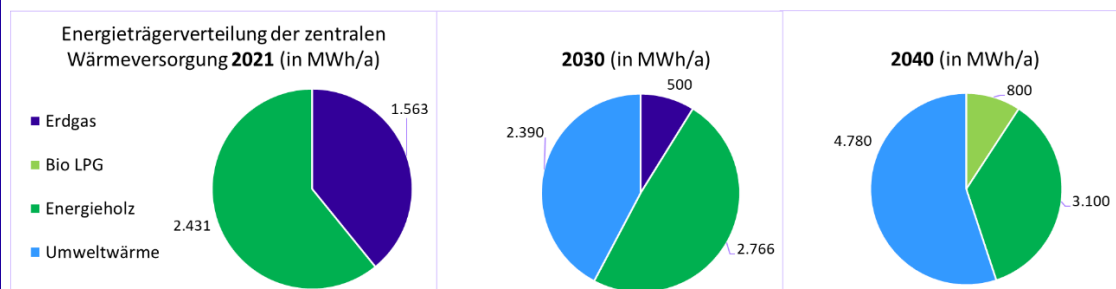
Wie bereits in Kapitel 3 beschrieben wurde, ist ein großer Teil der Kernstadt von Todtnau als Eignungsgebiet für die zentrale Wärmeversorgung ausgewiesen.



Ein Grund dafür ist die hohe Wärmedichte von > 3.000 MWh/m/Jahr im Stadtzentrum Todtnaus. Das bestehende Wärmenetz kann so erweitert werden, dass mehr Gebäude zukünftig an das Wärmenetz angeschlossen werden können.



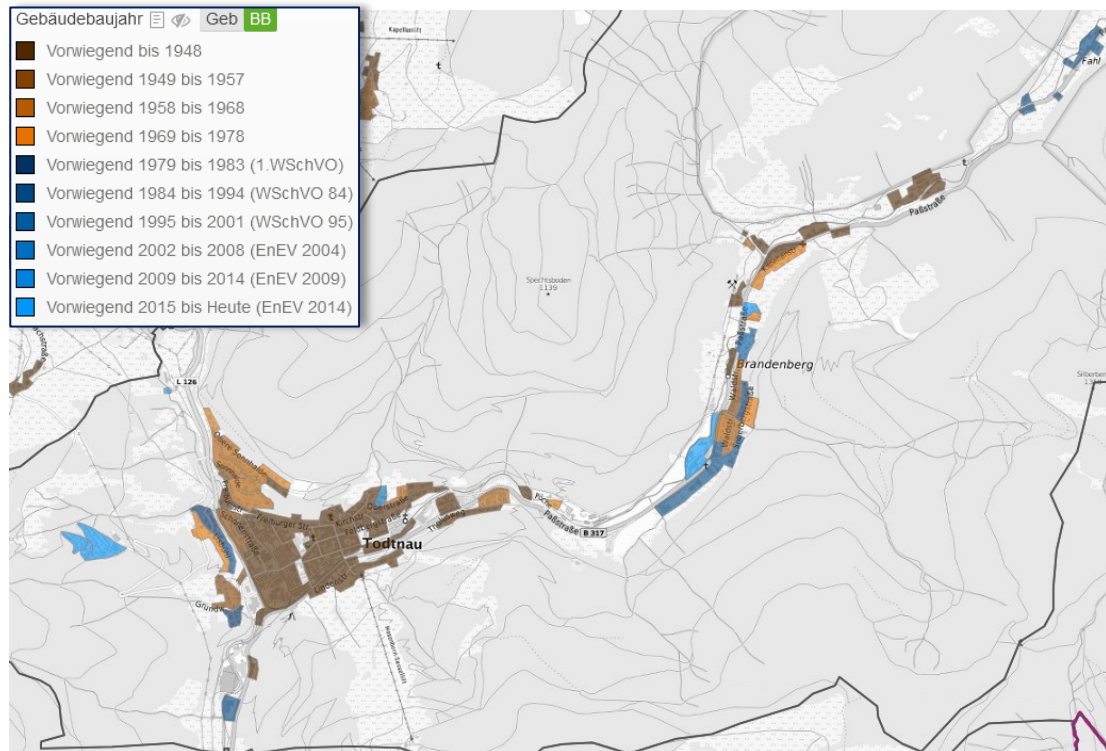
Für den Ausbau des Wärmenetzes wäre jedoch eine weitere Heizzentrale notwendig, die komplett auf erneuerbare Energien ausgerichtet ist. Von Seiten der Stadt wurde bereits eine potenzielle stadt-eigene Fläche, die für eine Heizzentrale in Frage kommen würde, in den Fokus gerückt. Eine mögliche Entwicklung der Energieträgerzusammensetzung für das Wärmenetz ist hier dargestellt:



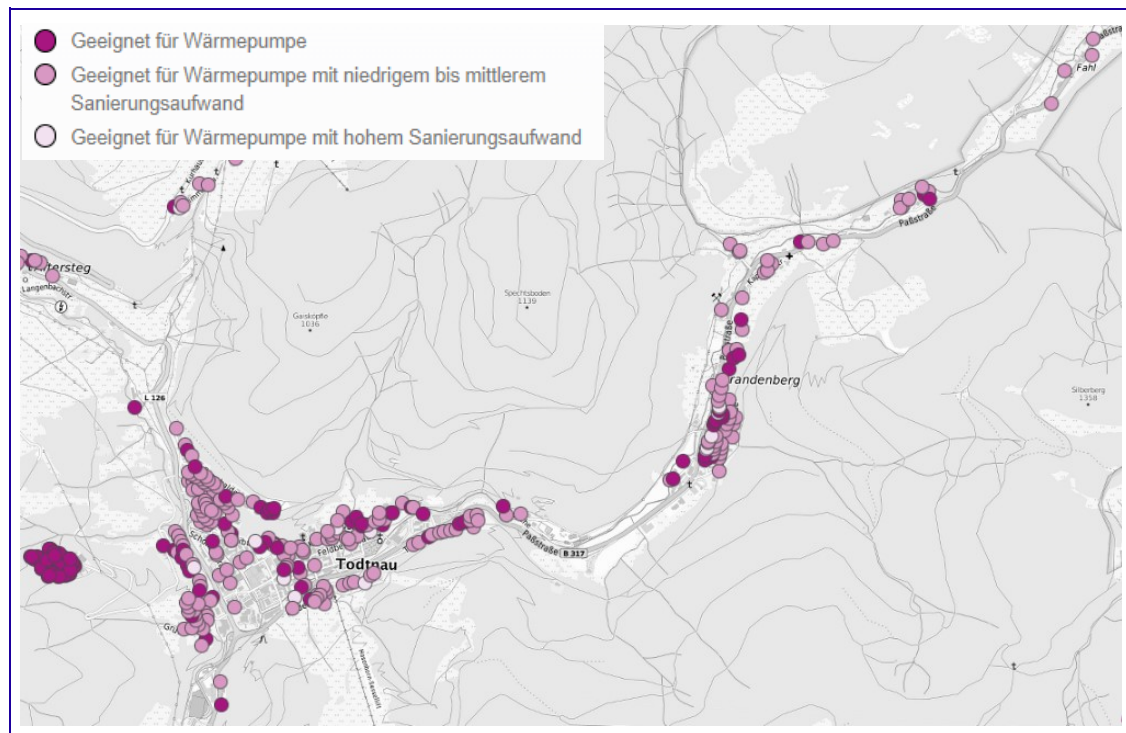
Demnach werden fossile Energieträger wie z.B. Erdgas bis zum Jahr 2040 keine Rolle mehr spielen. Die Nutzung von Holz wird erhöht. Die wichtigste Wärmequelle, die für das Wärmenetz eingesetzt werden wird, ist die von den Wärmepumpen genutzte Umweltwärme. Daneben wird vor allem im Rahmen der Redundanzkessel auch Bio LPG bis 2040 zum Einsatz kommen.

Dezentrale Wärmeversorgung (Übersicht):

Die Gebäude, die außerhalb des zentralen Eignungsgebietes liegen, werden zukünftig dezentral über Einzelheizungen versorgt. Dies wird v.a. auf den östlichen Teil Todtnaus, bei Brandenburg und Fahl, zutreffen. Hier ist die Wärmedichte gering und die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes sehr wahrscheinlich nicht gegeben. Hier werden v.a. Wärmepumpen und Biomasse in der Wärmeerzeugung zum Einsatz kommen.

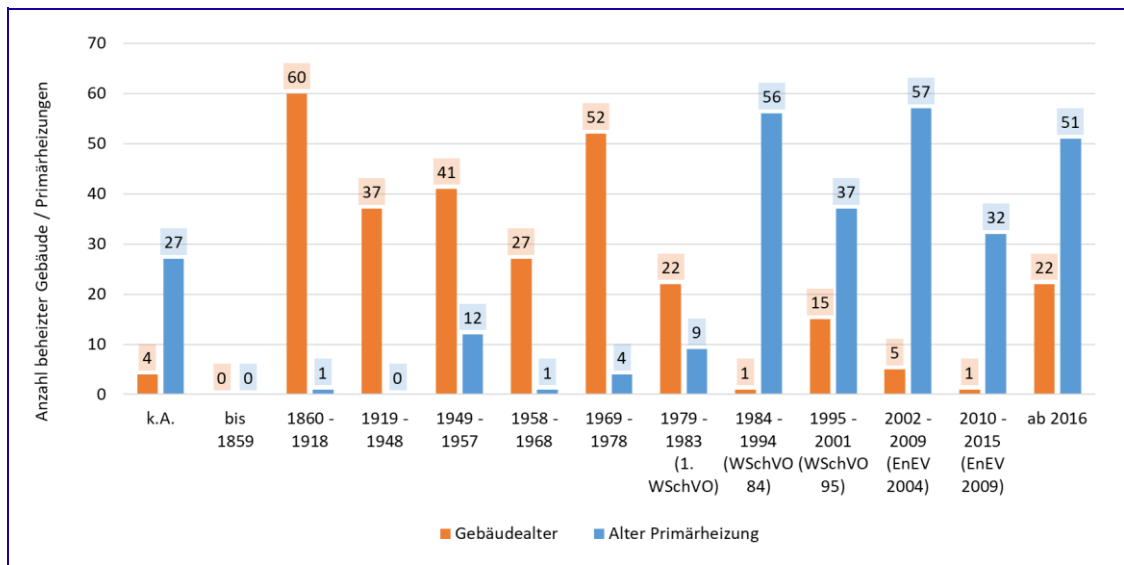


Die Gebäudealterstruktur in Todtnau ist sehr heterogen. Während der Stadtkern v.a. durch ältere Gebäude geprägt ist, sind in Brandenburg und Fahl auch neuere Gebäude zu finden. In Brandenburg und Fahl können bereits heute oder mit geringem Sanierungsaufwand viele Gebäude mit einer Wärmepumpe versorgt werden. Dies ist im Stadtkern Todtnau nicht der Fall.



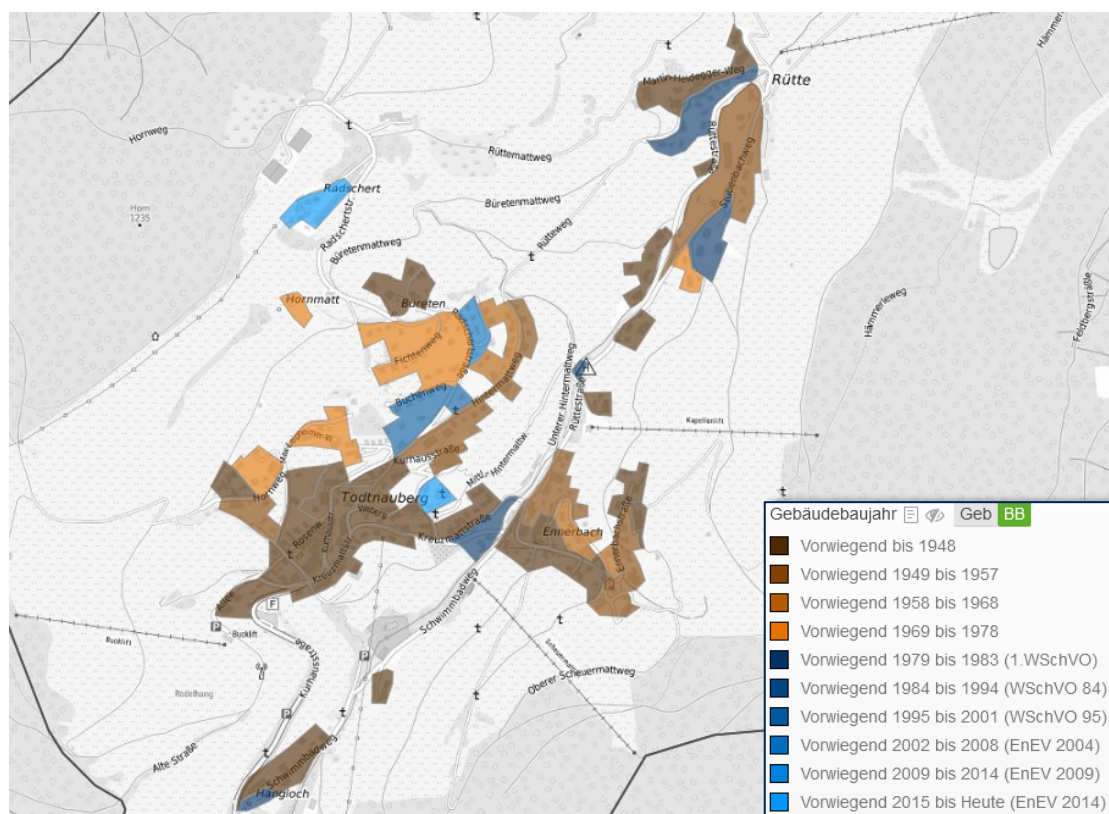
10.1.7 Todtnauberg

Steckbrief Todtnauberg																																
Beschreibung des Eignungsgebietes																																
Anzahl beheizter Wohngebäude	287	Lage: Todtnauberg liegt nordöstlich von Aftersteg und ist durch die L126 mit Todtnau verbunden. Geographisch ist Todtnauberg von den Ausläufern des Feldbergs und des Belchens umgeben.																														
Endenergieverbrauch Wohnen	12.735 MWh																															
Einsparpotenzial Sanierung	48,4 %																															
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung																														
Der Endenergieverbrauch der Wohngebäude in Todtnauberg beträgt 12,7 GWh/a. Insgesamt liegt der Verbrauch bei 14,3 GWh/a. Der vorwiegende Energieträger in Aftersteg ist Heizöl mit einem Anteil von 63 % Anteil. Pellets haben einen Anteil von ca. 13 %, Holz ca. 12 %.		Der überwiegende Teil der Gebäude in Todtnauberg besteht aus Wohngebäuden (94 %). Gebäude mit einer Wohnmischnutzung haben einen Anteil von 6 %.																														
<table><caption>Energieverbrauch nach Energieträgern</caption><thead><tr><th>Energieträger</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Heizöl</td><td>63%</td></tr><tr><td>Pellets</td><td>13%</td></tr><tr><td>Holz</td><td>12%</td></tr><tr><td>k.A.</td><td>7%</td></tr><tr><td>Erdgas</td><td>4%</td></tr><tr><td>Strom</td><td>1%</td></tr><tr><td>Fernwärme</td><td>0%</td></tr></tbody></table>		Energieträger	Anteil (%)	Heizöl	63%	Pellets	13%	Holz	12%	k.A.	7%	Erdgas	4%	Strom	1%	Fernwärme	0%	<table><caption>Gebäudenutzung</caption><thead><tr><th>Gebäudetyp</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Wohnen</td><td>94%</td></tr><tr><td>Wohnmischnutzung</td><td>6%</td></tr><tr><td>Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie</td><td>0%</td></tr><tr><td>Hotel- und Gastgewerbe</td><td>0%</td></tr><tr><td>Gebäude für öffentliche Zwecke</td><td>0%</td></tr><tr><td>Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen</td><td>0%</td></tr></tbody></table>	Gebäudetyp	Anteil (%)	Wohnen	94%	Wohnmischnutzung	6%	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie	0%	Hotel- und Gastgewerbe	0%	Gebäude für öffentliche Zwecke	0%	Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen	0%
Energieträger	Anteil (%)																															
Heizöl	63%																															
Pellets	13%																															
Holz	12%																															
k.A.	7%																															
Erdgas	4%																															
Strom	1%																															
Fernwärme	0%																															
Gebäudetyp	Anteil (%)																															
Wohnen	94%																															
Wohnmischnutzung	6%																															
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie	0%																															
Hotel- und Gastgewerbe	0%																															
Gebäude für öffentliche Zwecke	0%																															
Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen	0%																															
Gebäudealter & Heizungsalter																																
76 % der Gebäude in Todtnauberg wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung erbaut. Die gebäudescharfe Sanierungspotenzialberechnung ergab ein durchschnittliches Einsparpotenzial von 48 % bei den Wohngebäuden. 42 % aller Primärheizanlagen sind mindestens 20 Jahre alt, was darauf schließen lässt, dass diese Heizungen in den nächsten Jahren das Ende ihrer technischen Nutzungsdauer erreichen werden.																																



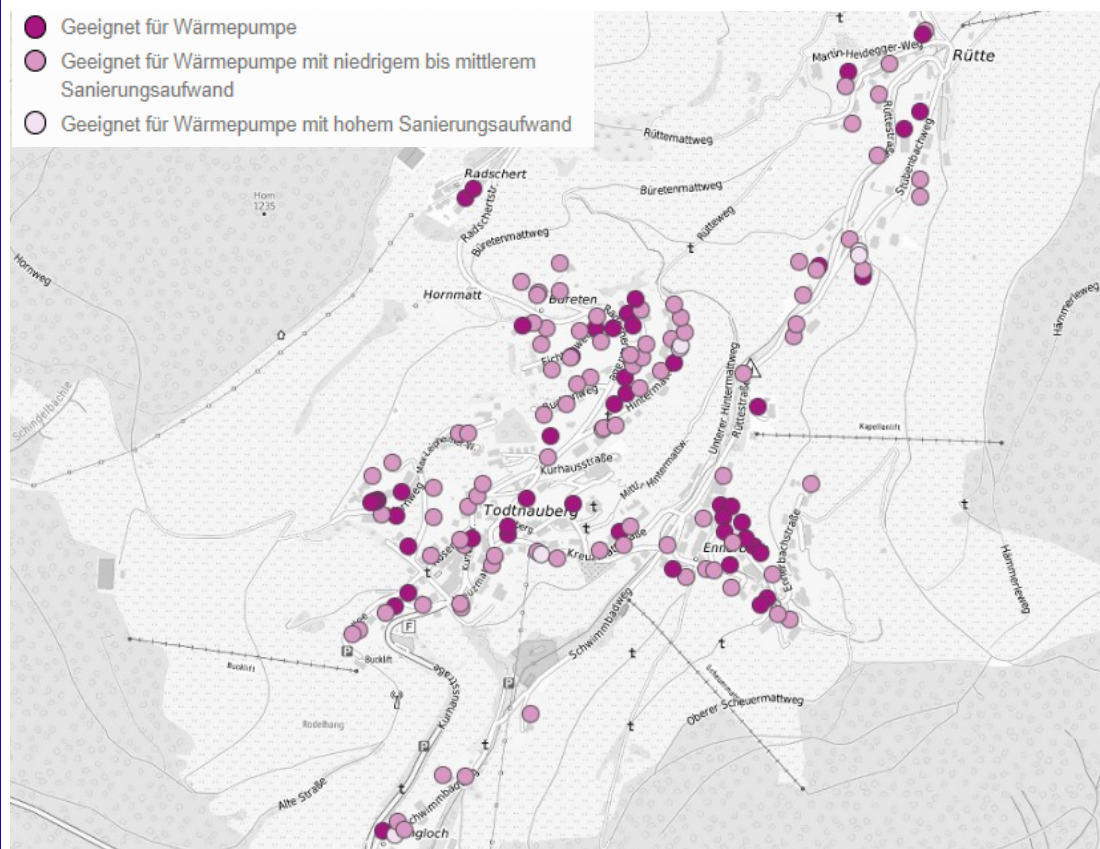
Dezentrale Wärmeversorgung in Todtnauberg

Todtnauberg wird derzeit primär mit Heizöl beheizt. Vor allem der südliche Teil ist durch ältere Gebäude geprägt, was sich auch im dortigen Sanierungspotenzial widerspiegelt. Die Wärmedichte ist gering bis moderat. Vor allem aber ist das Relief im Siedlungsgebiet von Todtnauberg erheblich. Eine Eignung für ein Wärmenetz ist daher mit hoher Wahrscheinlichkeit in diesem Ortsteil nicht gegeben.



Zukünftig wird dieser Ortsteil demnach mit dezentralen Heizungsösungen versorgt werden. Auf Grund der Höhe über NN des Ortsteils können die Jahresarbeitszahlen der zu installierenden Wärmepumpen ggf. niedriger sein als in tiefergelegenen Ortsteilen. Nichtsdestotrotz wird die Wärmepumpe auch in Todtnauberg zukünftig eine Rolle in der Wärmeversorgung spielen. Der zweite wichtige Energieträger wird weiterhin Holz sein. Vor allem in den Gebäuden, in denen auch nach der Durchführung

von Sanierungsmaßnahmen keine Wärmepumpe wirtschaftlich betrieben werden kann, ist Holz eine valide Option.



10.2 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Im Folgenden wird ein beispielhafter Gebäudesteckbrief für den Typ Einfamilienhaus mit einem Baualter zwischen 1958 und 1968 (EFH-E) dargestellt. Alle dreizehn erstellten Gebäudesteckbriefe werden der Stadt digital zur Verfügung gestellt.

Stand: Januar 2024

Gebäudesteckbrief für die Einstiegsberatung



Einfamilienhaus der Baualtersklasse E in Anlehnung an die Gebäudetypologie des IWU*

Dieser Steckbrief beschreibt ein typisches unsaniertes Einfamilienhaus der Baualtersklasse E.

Es werden beispielhafte Sanierungsmaßnahmen dargestellt, welche für das Typgebäude möglich sind, wie hoch die Investitionskosten sind und wie viel Energie eingespart werden kann. Der Steckbrief zeigt hierzu Größenordnungen auf. Die für das Typgebäude genannten Werte können im konkreten Einzelfall abweichen. Der „die Energieberater_in“ geht mit Ihnen den Steckbrief gemeinsam durch und erläutert Ihnen gerne die einzelnen Angaben und Informationen.

Ist-Zustand

Allgemeine Daten

Gebäudetyp	Einfamilienhaus
Baualter	1958 - 1968 (Klasse E)
Wohnfläche	110 m²
Anzahl Vollgeschosse	1 - 2
Anzahl Wohnungen	1
Keller	unbeheizt
Dachgeschoss	beheizt



Quelle: Deutsche Gebäudetypologie - Institut Wohnen und Umwelt GmbH

Bauteile Gebäudehülle

Bauteil	Beschreibung	Fläche
Außenwand	Mauerwerk aus Hohlblocksteinen oder Hochlochziegeln	141 m²
Außenwand gg. Erdreich	nicht relevant	-
Fenster	Holzfenster mit Zweischeiben-Isolierverglasung	27 m²
Dach	Steildach, 5cm Zwischensparrendämmung	169 m²
oberste Geschossdecke	nicht relevant	-
Kellerdecke	Betondecke mit 1 cm Dämmung	116 m²
Fußboden gegen Erdreich	nicht relevant	-

Heizungs- und Anlagentechnik

Heizungsart	Gas-Zentralheizung
Warmwasserbereitung	über Zentralheizung
Lüftung	Fensterlüftung

Endenergiebedarf und Energiekosten

Energieart	Endenergiebedarf	Energiekosten ¹⁾
Erdgas	24.000 kWh/a	3.360 €/a
Strom	3.000 kWh/a	1.200 €/a

* Institut Wohnen und Umwelt (IWU)

¹⁾ Annahmen für die jährlichen Energiekosten (ohne Wartungskosten); Erdgas: 14 Ct/kWh, Strom Haushaltstarif: 40 Ct/kWh, ohne zukünftige Energiepreissteigerung und nicht vergleichbar mit Wärmegestehungskosten.

Seite 2/4

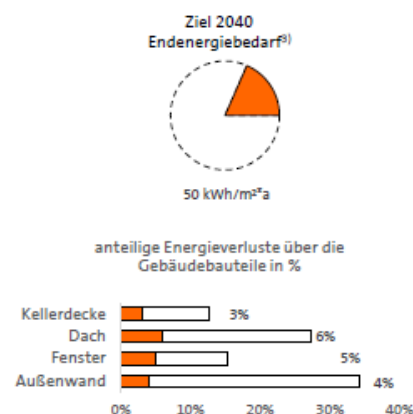
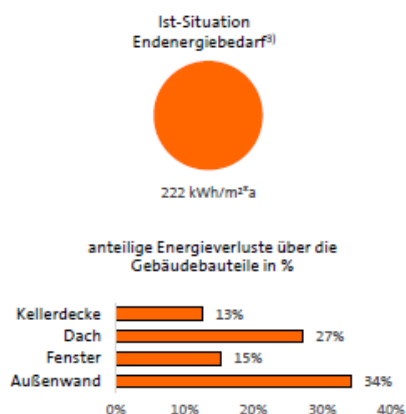
Stand: Januar 2024

Sanierung der Gebäudehülle

Die Sanierung der Bauteile der Gebäudehülle (Fassade, Fenster, Dach, Kellerdecke etc.) wird in der Regel nur alle 30 Jahre (oder noch seltener) vorgenommen und ist mit erheblichen Investitionen verbunden. Wenn Sie sanieren, lohnt es sich langfristig zu denken, gut zu planen und eine möglichst hohe energetische Qualität anzustreben. Die Tabelle zeigt die Kosten und die Energieeinsparung für eine Sanierung der Gebäudehülle - je Bauteil und insgesamt. Alle Sanierungsmaßnahmen wurden so gewählt, dass ein hochwertiger energetischer Standard erreicht wird. Die Nutzung möglicher Förderprogramme und der damit verbundenen Zuschüsse wurden hierbei nicht berücksichtigt. Einen Überblick hierzu finden sie auf der Seite 4.

Sanierung			
Bauteil	Beschreibung	Kosten in € ²⁾ (Brutto)	Energie- einsparung ²⁾
Außenwand	Dämmung 24 cm (WLS 035) + Verputz (Wärmedämmverbundsystem)	64.000 €	30%
Außenwand gg. Erdreich	keine Maßnahme		
Fenster	3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung und gedämmtem Rahmen	31.000 €	10%
Dach	18 cm Zwischensparrendämmung und 12 cm Aufsparrendämmung (WLS 035)	68.000 €	22%
oberste Geschossdecke	keine Maßnahme		
Kellerdecke	Dämmung 12 cm (WLS 035) unter der Decke	14.000 €	9%
Fußboden gegen Erdreich	keine Maßnahme		
Umsetzung aller Maßnahmen	Gesamtkosten und Gesamteinsparung	177.000 €	72%
davon "energiebedingte Mehrkosten"	Anteil der Gesamtkosten, die durch die Dämmung bzw. energetische Maßnahmen verursacht werden (im Gegensatz zur Instandhaltung)	127.000 €	
Nebenkosten	Kosten für Planung und Baubegleitung	30.000 €	
Gesamtinvestition	Maßnahmen und Nebenkosten	207.000 €	

Sanierungsvarianten



Je nach Art und Umfang der Sanierungsvarianten lassen sich bis zu 2.700 € der jährlichen Energiekosten einsparen.

²⁾ Die hier genannten Werte sind Abschätzungen gem. Baukostenindex für das Beispielgebäude. Kosten und Einsparungen für ein spezielles Gebäude können u.U. deutlich abweichen (je nach Konstruktion, Zustand und Nutzung des Gebäudes).

³⁾ Der Endenergiebedarf eines Gebäudes liefert einen Richtwert über den notwendigen Brennstoffeinsatz in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (abgekürzt: kWh/m²a).

badenovaNETZE
Zuverlässig und vor Ort

Seite 3/4

Stand: Januar 2024

Sanierung der Heizung

Die Tabelle gibt einen Überblick über die Systeme, die bei der Heizungssanierung prinzipiell zur Auswahl stehen. Es handelt sich um zentrale Systeme (Zentralheizungen), die sowohl die Raumheizung als auch die Warmwasserbereitung übernehmen. Alle Systeme sind darüber hinaus in der Lage das EWärmeG (Erläuterung siehe letzte Seite) zu erfüllen. Die hier genannten Zahlen gelten für das Beispielgebäude. Für den Einzelfall ist die Wirtschaftlichkeit jeweils individuell zu prüfen!

System	Beschreibung / Hinweise	Investitionskosten in € (Brutto) ⁴⁾
Luft-Wasser-Wärmepumpe	Der Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Nutzung von Umweltwärme über die Umgebungsluft kann in gut gedämmten Gebäuden zum Einsatz kommen. Systembedingt können Wärmepumpen sinnvoll in Kombination mit Niedertemperaturheizungen (z.B. Fußbodenheizungen) und einer Frischwasserstation eingesetzt werden.	
	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 23 - 28 ct/kWh	30.000 € - 45.000 €
Luft-Wasser-Wärmepumpe + Gas-Spitzenlastkessel	Die Luft-Wasser-Wärmepumpe in Verbindung mit einem Gas-Spitzenlastkessel wird bevorzugt in Altbauten mit hohen Vorlauftemperaturen im Heizungssystem und in größeren Gebäuden bivalent eingesetzt.	
	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 28 - 34 ct/kWh	42.000 € - 57.000 €
Sole-Wasser-Wärmepumpe	Die Sole/Wasser-Wärmepumpe nutzt die Umweltwärme mit Hilfe von Erdwärmesonden oder Erdkollektoren. Systembedingt können Wärmepumpen sinnvoll in Kombination mit Niedertemperaturheizungen (z.B. Fußbodenheizungen) und einer Frischwasserstation eingesetzt werden. Die Effizienz kann höher sein als die einer vergleichbaren Luft-Wasser-Wärmepumpe.	
	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 22 - 29 ct/kWh	35.000 € - 55.000 €
Holzpelletkessel + ggf. Solarthermie-Anlage	Eine Pelletheizung verbrennt nachwachsende Rohstoffe. Sind Solaranlage, Pelletkessel und Pufferspeicher aufeinander abgestimmt, erhält der Hausbesitzer eine hervorragende Energieeffizienz und den höchstmöglichen Wärmeertrag – und das sehr umweltschonend. Es besteht ein erhöhter Platzbedarf durch Pelletlager und -austragung.	
ohne Solarthermieanlage	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 24 - 30 ct/kWh	30.000 € - 45.000 €
inkl. Solarthermieanlage	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 28 - 37 ct/kWh	42.000 € - 63.000 €
Fernwärme	Bei einem Anschluss an ein bestehendes Fernwärmenetz, ist die Verfügbarkeit und die Kostenkalkulation abhängig von den lokalen Angeboten der Fernwärmeanbieter.	
Zusatzsysteme	(Systeme, die nur einen Teil der Wärmebereitstellung übernehmen können)	
Solarthermieanlage	Thermische Solaranlage zur Warmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung (ca. 10 m² Kollektorfläche) zur Erfüllung des EWärmeG – 15 % Erneuerbare.	12.000 € - 18.000 €
Photovoltaikanlage + ggf. Stromspeicher	Die Photovoltaikanlage (ca. 10 kWp) wandelt die Sonnenenergie in elektrische Energie um und dient der Eigenstromnutzung. Sinnvoll auch in Kombination mit einer Wärmepumpe.	15.000 € - 35.000 €
Lüftung mit Wärmerückgewinnung	Mechanisches Lüftungssystem (Be- und Entlüftung) mit Wärmerückgewinnung.	10.000 € - 18.000 €

⁴⁾ Investitionskosten inklusive Nebenkosten (Planungskosten), ohne Förderung

⁵⁾ bei unsanierter Gebäudehülle. Die Wärmegestehungskosten sind das Verhältnis der Vollkosten der Wärmeversorgung (Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten) zur gelieferten Wärme. (Betrachtungszeitraum 20 Jahre, 4% Kapitalzins, ohne Energiepreisteigerung und ohne Förderung).

Seite 4/4

Stand: Januar 2024

Was Sie noch wissen sollten!

Gesetzliche Rahmenbedingungen

Gebäudeenergiegesetz (GEG):

Ab 2024 muss jede neu eingebaute Heizung zu 65 Prozent mit Erneuerbaren Energien betrieben werden. In Neubaugebieten greift diese Regel direkt ab 1. Januar 2024. Für bestehende Gebäude und Neubauten außerhalb von Neubaugebieten gibt es längere Übergangsfristen: In Großstädten (mehr als 100.000 Einwohnerinnen und Einwohner) werden klimafreundliche Energien beim Heizungswechsel spätestens nach dem 30. Juni 2026 Pflicht. In kleineren Städten ist der Stichtag der 30. Juni 2028. Gibt es in den Kommunen bereits vorab eine Entscheidung zur Gebietsausweisung für zum Beispiel ein Wärmenetz, die einen kommunalen Wärmeplan berücksichtigt, können frühere Fristen greifen.



Alle Infos und Details unter:

<https://www.energiewechsel.de/KAENEf/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html>

Energie-effizienzklasse	Endenergiebedarf oder -verbrauch in kWh/m²a	Haustyp
A+	unter 30	Neubauten mit höchstem Energiestandard z.B. Passivhaus, KfW 40
A	30 bis unter 50	Neubauten, Niedrigenergiehäuser, KfW 55
B	50 bis unter 75	normale Neubauten
C	75 bis unter 100	Mindestanforderung Neubau
D	100 bis unter 130	gut sanierte Altbauten
E	130 bis unter 160	sanierte Altbauten
F	160 bis unter 200	sanierte Altbauten
G	200 bis unter 250	teilweise sanierte Altbauten
H	über 250	unsanierte Gebäude

Ausblick

Steigerung Komfort / Marktwert

Neben der Energieeinsparung steigert eine energetische Sanierung in erheblichem Maße den Raumkomfort. Beeinträchtigungen, wie beispielsweise kalte Wandoberflächen oder Zugerscheinungen an Fenstern, werden beseitigt. Dies trägt zu einer höheren Behaglichkeit der Bewohner bei und steigert den Wohn- und Marktwert der Immobilie.

Professionelle Planung und Baubegleitung

Es wird dringend empfohlen, umfangreiche energetische Sanierungen professionell planen und umsetzen zu lassen. Die Aufgabe von Energieeffizienz-Expertinnen und Experten ist es, Gebäude – Wohngebäude, Nichtwohngebäude oder auch Baudenkmäler – energetisch zu bauen oder zu sanieren. Sie beraten vor Ort, planen die Maßnahmen und begleiten den Bau oder die Sanierung nach energiespezifischen Vorgaben – immer individuell und entsprechend der jeweiligen Anforderungen und des Budgets ihrer Kunden. Dabei können sie die größtmöglichen Energieeinsparpotenziale für private Bauherren und Bauherren, Kommunen oder Unternehmen erzielen und Fördermittel des Bundes beantragen.



Alle Infos und Details unter:

www.energie-effizienz-experten.de

Förderprogramme

Einzelmaßnahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM)



Alle Infos und Details unter:

www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html

Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG)



Alle Infos und Details unter:

www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-fuer-effiziente-Gebaeude/
