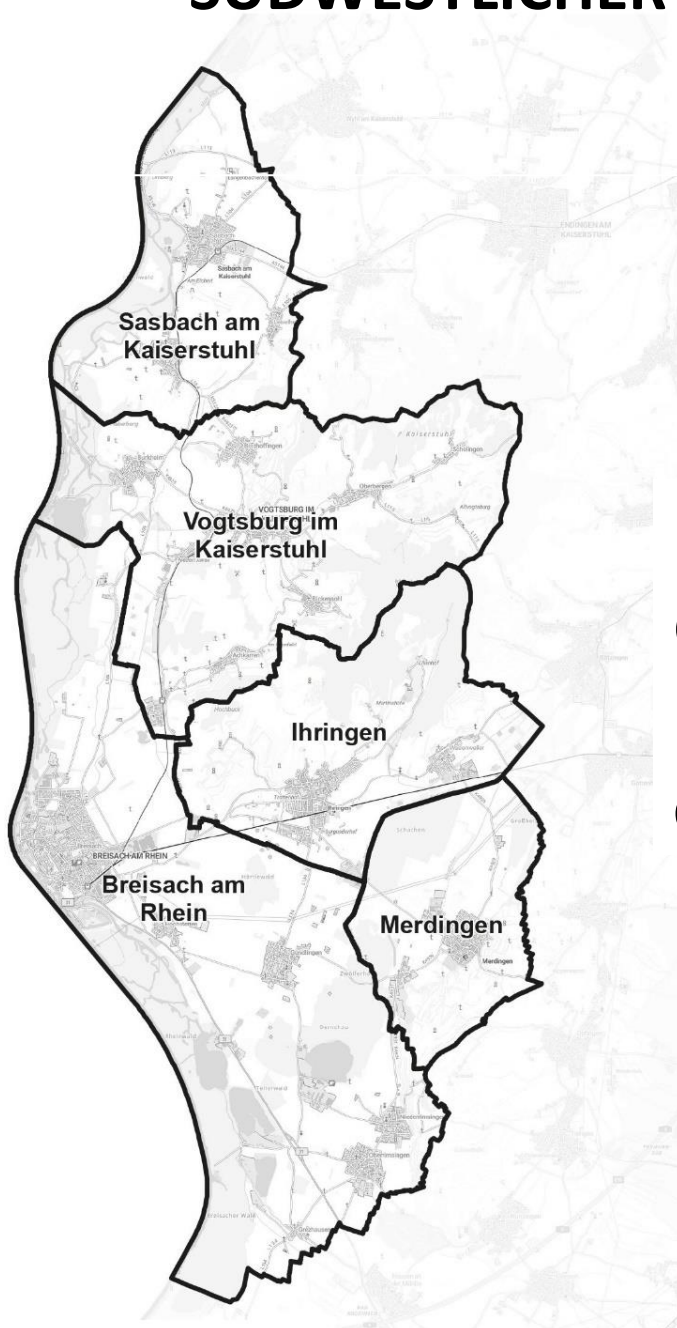




KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG IM KONVOI SÜDWESTLICHER KAISERSTUHL



**Fachgutachten
Gemeinde
Merdingen
Oktober 2025**



Auftraggeber:	Gemeinde Merdingen Kirchgasse 2 79291 Merdingen
Erstellt durch:	badenovaNETZE GmbH Tullastraße 61 79108 Freiburg
Projektteam:	Adrian Gut (Projektleiter) Manuel Gehring Marco Schneider Philip Lotte
In Zusammenarbeit mit:	Smart Geomatics Informationssysteme GmbH Ebertstraße 8 76137 Karlsruhe
Förderkennzeichen:	BWKWP 24503 Gefördert durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Freiburg, Oktober 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.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
KARTENVERZEICHNIS	III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	V
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
1. ZIELSETZUNG UND VORGEHEN DER KOMMUNALEN WÄRMEPLANUNG	1
2. AKTEURSBETEILIGUNG	4
2.1 AKTEURSANALYSE.....	4
2.2 BETEILIGUNGSKONZEPT	5
3. BESTANDSANALYSE	7
3.1 STRUKTUR DER GEMEINDE MERDINGEN	7
3.2 ERFASSUNG DES GEBÄUDEBESTANDS	8
3.3 AKTUELLE VERSORGUNGSSTRUKTUR	12
3.4 ENDENERGIEVERBRAUCH WÄRME	17
3.5 SEKTORENKOPPLUNG UND STROMBEDARFSDECKUNG	23
3.6 ERNEUERBARE GASE	24
3.7 KENNZAHLEN DER BESTANDSANALYSE	26
4. POTENZIALANALYSE	27
4.1 ENERGIEEINSPARUNG.....	27
4.2 STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	28
4.3 ERNEUERBARE ENERGIEN FÜR DIE WÄRMEVERSORGUNG	33
4.4 ERNEUERBARE ENERGIEN FÜR DIE STROMERZEUGUNG.....	41
4.5 ERNEUERBARE GASE	45
4.6 ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE	49
5. ZIELSZENARIO KLIMANEUTRALER GEBÄUDEBESTAND 2040	51
5.1 ZUKÜNFTIGER WÄRMEBEDARF 2030 UND 2040	51
5.2 DECKUNG DES ZUKÜNFTIGEN WÄRMEBEDARFS NACH ENERGIETRÄGERN	52
5.3 ENTWICKLUNG DER WÄRMEBEDINGTEN THG-EMISSIONEN IM ZIELSZENARIO.....	53
5.4 STROMBEDARFSDECKUNG IM ZIELSZENARIO	54
5.5 ZUKÜNFTIGE VERSORGUNGSSTRUKTUR 2030 UND 2040	56
5.6 TRANSFORMATION DES ERDGASNETZES	59
5.7 SENKEN FÜR RESTEMISSIONEN	61
5.8 KENNWERTE DES ZIELBILDS	62
6. KOMMUNALE WÄRMEWENDESTRATEGIE	64
6.1 KOMMUNALE HANDLUNGSFELDER FÜR DIE WÄRMEWENDE.....	64
6.2 MAßNAHMEN DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS 2025	67

6.3	FORTSCHREIBUNG DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS	79
7.	AUSBLICK	80
8.	METHODIK	81
8.1	DIGITALER ZWILLING.....	81
8.2	GEBÄUDETYPLOGIE.....	81
8.3	ENERGIE- UND THG-BILANZ	82
8.4	HINTERGRUND ERNEUERBARE GASE	86
8.5	POTENZIALBERECHNUNGEN.....	86
8.6	ZIELSZENARIO	91
9.	GLOSSAR	96
10.	LITERATURVERZEICHNIS	100
11.	ANHANG	102
11.1	STECKBRIEF ORTSTEIL MERDINGEN.....	103
11.2	GEBÄUDESTECKBRIEFE FÜR MUSTERSANIERUNGEN	106

Kartenverzeichnis

Karte 1 – Projektgebiet des Wärmeplanungskonvois	3
Karte 2 – Gliederung der Gemeinde Merdingen	8
Karte 3 – Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene	9
Karte 4 – Wohngebäudetypen in Merdingen	11
Karte 5 – Gasnetzinfrastruktur der Gemeinde Merdingen	12
Karte 6 – Bestehende Gebäudenetze in Merdingen	13
Karte 7 – Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene	15
Karte 8 – Vorwiegendes Heizungsalter auf Baublockebene	16
Karte 9 – Wärmedichte auf Straßenzugsebene in Merdingen	21
Karte 10 – Ausschnitt der Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude	29
Karte 11 – Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude auf Baublockebene	30
Karte 12 – Ausschnitt des Erdwärmepotenzials der Wohngebäude im Jahr 2040 (nach Sanierung)	37
Karte 13 – Karte der hydrologischen Durchlässigkeiten in Merdingen und Umgebung (LGRB)	38
Karte 14 – Ausschnitt des Wärmepumpenpotenzials der Wohngebäude in Merdingen	39
Karte 15 – Windleistungsdichte im Konvoi-Gebiet der Gemeinden Breisach, Ihringen und Merdingen	42
Karte 16 – Ausschnitt des Dachflächenpotenzials für PV-Anlagen in Merdingen	44
Karte 17 – Zentrale und dezentrale Eignungsgebiete der Gemeinde Merdingen	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung der kommunalen Wärmeplanung im Konvoi Südwestlicher Kaiserstuhl	4
Abbildung 2 – Anteil der Wohngebäude nach Baualterklassen in Merdingen	10
Abbildung 3 – Verteilung der Wohngebäudearten in Merdingen	10
Abbildung 4 – Anzahl der primären Heizanlagen in Merdingen nach Energieträger	14
Abbildung 5 – Einbaujahr der Heizanlagen in Merdingen	16
Abbildung 6 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Sektoren (2021)	17
Abbildung 7 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Energieträgern (2021)	18
Abbildung 8 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (2021)	19
Abbildung 9 – Wärmeenergieverbrauch der größten kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Merdingen	20
Abbildung 10 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger	22
Abbildung 11 – Wärmebedingte THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften Merdingen	23
Abbildung 12 – Anteil der lokalen, erneuerbaren Stromerzeugung 2021 im Vergleich zum Stromverbrauch	24
Abbildung 13 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial	31
Abbildung 14 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit	35
Abbildung 15 – Beispielhafte geologische Profilabfolgen bei Merdingen nach LGRB	36
Abbildung 16 – Stromerzeugungspotenziale mit PV in Merdingen	45
Abbildung 17 – Versorgungssicherheit durch Schließung der Winterlücke (Powerloop, 2020)	46
Abbildung 18 – RHYn Interco Projekt zur Wasserstoffinfrastruktur	47
Abbildung 19 – Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen (Agentur für erneuerbare Energien, 2017)	48
Abbildung 20 – Erneuerbare Strompotenziale in Merdingen	49
Abbildung 21 – Erneuerbare Wärmepotenziale in Merdingen	49
Abbildung 22 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Sektoren im Zielszenario	51
Abbildung 23 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Erzeugungsart im Zielszenario	52
Abbildung 24 – Möglicher Energieträgermix zur Wärmenetzversorgung im Zielszenario	53
Abbildung 25 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario bis zum Jahr 2040	54
Abbildung 26 – Stromverbrauch im Zielszenario nach Sektor	55
Abbildung 27 – Stromerzeugung im Zielszenario nach Energieträger	55
Abbildung 28– Übersicht der Speicherkapazität und Ausspeicherdauer verschiedener Speichertechnologien (Sternier & Stadler, 2014)	58

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Übersicht der Termine im Beteiligungskonzept und der jeweiligen Zielgruppen.....	6
Tabelle 2 – Endenergieverbrauch für Wärme der Gemeinde Merdingen nach Energieträger (2021).....	18
Tabelle 3 – Begriffsabgrenzung erneuerbarer Gase (angelehnt an VKU, (2017))	24
Tabelle 4 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse	26
Tabelle 5 – Energetisches Potenzial der landwirtschaftlichen Reststoffe und tierischen Exkremente in Merdingen	34
Tabelle 6 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien	50
Tabelle 7 – Energieträgereinsatz für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze für die Jahre 2021, 2030 und 2040	62
Tabelle 8 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2021	62
Tabelle 9 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2030	63
Tabelle 10 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2040	63
Tabelle 11 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (2005)	82
Tabelle 12 – Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung 2021 (Quelle: IFEU, (2024))	85
Tabelle 13 – Bewertung der Datengüte der Energie- und THG-Bilanz nach Sektoren	85
Tabelle 14 – Unterscheidung der Bezeichnungen für Wasserstoff nach Produktionsverfahren	86
Tabelle 15 – Vorgegebene Untergrundparameter	88
Tabelle 16 – Vorgegebene Sondenparameter	89
Tabelle 17 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte	89
Tabelle 18 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung	89
Tabelle 19 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte	90
Tabelle 20 – Abschätzung des Wärmeerzeugungspotenzial aus Grundwasser	91
Tabelle 21 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Strom nach Erzeugungsart für die Jahre 2030 und 2040 (Peters, et al., 2023)	93
Tabelle 22 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Wärme nach Energieträger für die Jahre 2030 und 2040 (Peters, et al., 2023)	94

Abkürzungsverzeichnis

BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
CCS	Carbon Capture and Storage
CO _{2e}	CO ₂ -Äquivalente
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EU	Europäische Union
FFÖ-VO	Freiflächenöffnungsverordnung
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GWP	Global Warming Potential
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH
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
PV	Photovoltaik
SCOP	Seasonal Coefficient of Performance
THG	Treibhausgas
TWW	Trinkwarmwasser
WSchV	Wärmeschutzverordnung

1. 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. Eine prioritäre Aufgabe ist hierbei die Dekarbonisierung der Energieversorgung. Während im Stromsektor durch den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung, wie z.B. Windenergie und Photovoltaik (PV) bereits wesentliche Fortschritte gemacht wurden, wird sich nun auf die ebenso notwendige Wärmewende fokussiert. Im Jahr 2023 wurden rund 82 % des Wärmeverbrauchs in Baden-Württemberg mit fossilen Wärmequellen, wie z.B. Heizöl und Erdgas, erzeugt (UMBW, 2023). Gleichzeitig ist die Sanierungsrate gering und der Wärmebedarf der Bestandsgebäude sinkt nur langsam, da energetische Sanierungen hohe Investitionskosten verursachen können.

Das Land Baden-Württemberg hat im Jahr 2023 den notwendigen Maßnahmen im Wärmesektor mit einer Novellierung des **Landes-Klimaschutzgesetzes (KlimaG BW)** Rechnung getragen und für alle großen Kreisstädte im Land eine verpflichtende kommunale Wärmeplanung (KWP) festgesetzt. Kreisstädte waren damit verpflichtet, einen kommunalen Wärmeplan bis zum 31.12.2023 vorzulegen. Städte und Gemeinden, die keine Kreisstädte sind, können die Wärmeplanung nach Landesrecht freiwillig erstellen. Nach dem aktuellen **Bundesgesetz (Wärmeplanungsgesetz WPG)**, welches zum 01.01.2024 in Kraft getreten ist, sind nun alle Kommunen verpflichtet, eine Wärmeplanung bis spätestens zum 30.06.2028 zu 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. Ein kommunaler Wärmeplan verknüpft die energetische Gebäudesanierung mit der Verwirklichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung und soll die Grundlage zur Umsetzung von lokalen Maßnahmen bilden.

Der kommunale Wärmeplan besteht aus den folgenden vier Arbeitspaketen, nach denen sich auch dieses Fachgutachten gliedert:

1. Bestandsanalyse (Kapitel 3)

Die Energie- und Gebäudeinfrastruktur sowie der Energieverbrauch und die damit entstehenden Treibhausgasemissionen (THG) werden für das Gemeindegebiet möglichst gebäudescharf erfasst. Die Ergebnisse werden als sogenannter digitaler Zwilling in einem GIS-Portal dargestellt.

2. Potenzialanalyse (Kapitel 4)

Die lokalen Potenziale zur Versorgung der Gemeinde mit erneuerbaren Energien werden erhoben. Dabei fließt die Betrachtung erneuerbarer Wärmequellen (Solarthermie, Geothermie, Biomasse etc.), erneuerbarer Stromquellen (PV, 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 (Kapitel 5)

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 über Einzelheizungslösungen erfolgen soll.

4. Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog (Kapitel 6)

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.

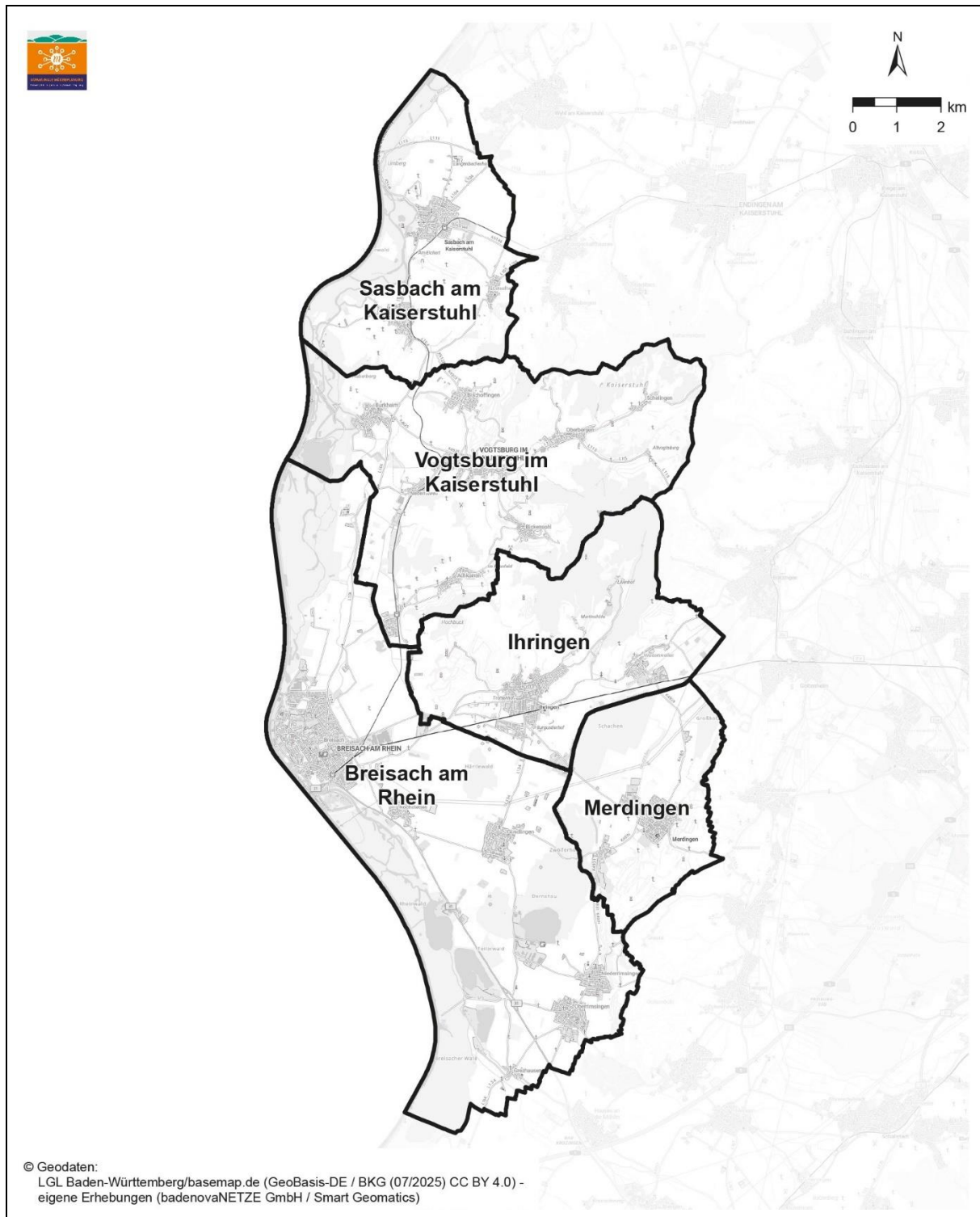
Die Kommunen Breisach am Rhein, Ihringen, Merdingen, Sasbach am Kaiserstuhl und Vogtsburg im Kaiserstuhl haben beschlossen, die kommunale Wärmeplanung gemeinsam im Konvoi durchzuführen.

Mit der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung haben die Gemeinden badenovaNETZE GmbH in Zusammenarbeit mit Smart Geomatics GmbH beauftragt.

Die Wärmeplanung wurde freiwillig nach dem KlimaG BW und in enger Abstimmung mit der kommunalen Verwaltung erarbeitet. Im Rahmen eines Beteiligungskonzepts wurden die relevanten Akteure vor Ort befragt und eingebunden. Dazu gehören neben der Verwaltung besonders die politischen Gremien, die Bürgerinnen und Bürger sowie örtliche Landwirte und Betriebe. Es wurden unterschiedliche Informations- und Workshopveranstaltungen durchgeführt. Das folgende Kapitel 2 gibt eine Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung der kommunalen Wärmeplanung im Konvoi Südwestlicher Kaiserstuhl.

Das folgende Fachgutachten stellt die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung der Gemeinde Merdingen mit dem Stand Oktober 2025 dar. Beim Wärmeplan sind die geografisch zugeordneten Daten des Wärmeverbrauchs (der sogenannte digitale Zwilling), der Potenziale und der perspektivischen Infrastruktur wichtige Ergebnisse. Diese werden der Gemeinde zur weiteren Bearbeitung übergeben, damit diese fortlaufend angepasst und bearbeitet werden können. Spätestens in sieben Jahren bei der Fortschreibung des Wärmeplans werden diese Daten eine wichtige Grundlage für die Beurteilung des bisherigen Fortschritts der Gemeinde Merdingen sein und sie werden Grundlage für die Ausarbeitung neuer Maßnahmen zur Erreichung des Ziels eines klimaneutralen Gebäudebestands sein.

Der kommunale Wärmeplan richtet sich zunächst klar an das Wirkungsfeld der Kommune. Ziel ist es, Maßnahmen zu definieren, die von der Gemeinde direkt umgesetzt werden können. Gleichzeitig ist klar, dass der Zielzustand eines klimaneutralen Gebäudebestands nur durch ein Mitwirken auf verschiedenen politischen Ebenen und mit großen Anstrengungen der lokalen Akteure und der Bürger der Gemeinde gelingen wird. In den kommenden Monaten und Jahren wird es für die Gemeinde 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.

**Karte 1 – Projektgebiet des Wärmeplanungskonvois**

2. Akteursbeteiligung

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

Abbildung 1 gibt einen Überblick über den Ablauf der kommunalen Wärmeplanung und die Akteursbeteiligung, die in den Kommunen durchgeführt wurde.

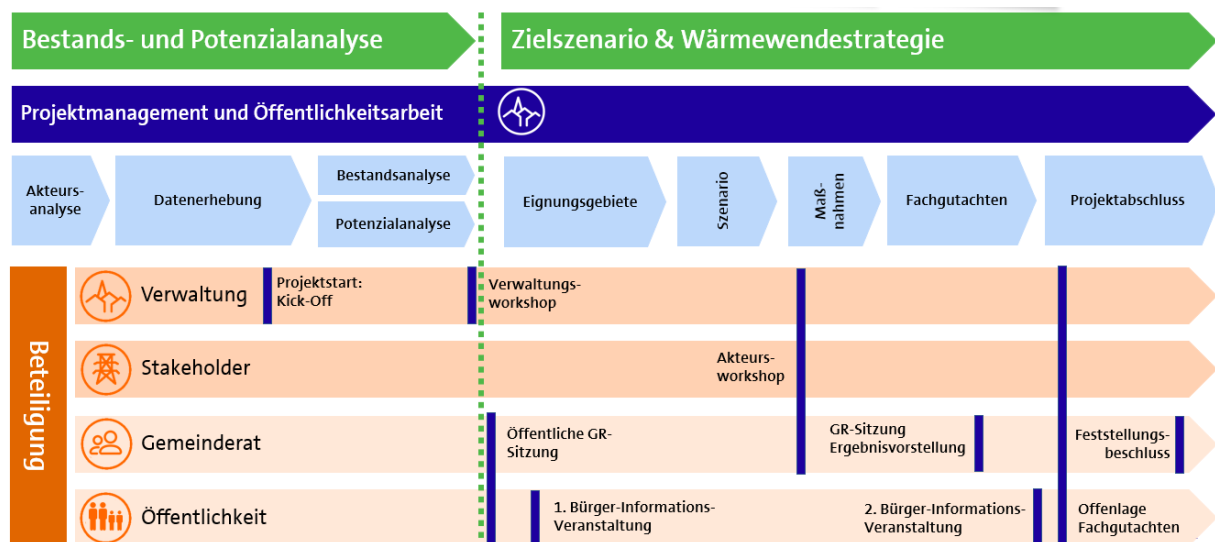


Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung der kommunalen Wärmeplanung im Konvoi Südwestlicher Kaiserstuhl

2.1 Akteursanalyse

Zu Beginn des Wärmeplanungsprozesses und zur Vorbereitung des Beteiligungskonzepts wurde eine Akteursanalyse durchgeführt, die die relevanten Akteure, lokalen Stakeholder und wichtigen Entscheidungsträger im Hinblick auf die Wärmewende in der Gemeinde identifiziert.

Ziel ist eine sinnvolle und ganzheitliche Beteiligung, um Ansichten, Anregungen und das lokale Wissen in die Planung mitaufzunehmen sowie eine breite Akzeptanz zu erreichen. Dabei sollen die Ergebnisse und Maßnahmen schließlich bei den relevanten Akteuren platziert werden, dass eine nahtlose Umsetzung erfolgen kann.

Folgende Akteure wurden in der Gemeinde Merdingen identifiziert:

- Bürgermeister
- Gemeindeverwaltung
- Gemeinderatsgremium
- Energieversorger
 - Erdgasnetzbetreiber
 - Stromnetzbetreiber
 - Wärmenetzbetreiber
- Lokale Wirtschaft
 - Gewerbebetriebe, Handel, Dienstleistungen
- Landwirtschaft & Winzer
- Bürgerschaft

- Insbesondere Gebäudeeigentümer

2.2 Beteiligungskonzept

Das Beteiligungskonzept ist ein wesentlicher Baustein bei der Entwicklung einer kommunalen Wärmeplanung. 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 mehrere Veranstaltungen und Informationsformate durchgeführt, die im Folgenden beschrieben werden.

- **Projektmanagement / Kernteam:** Zu Beginn der Wärmeplanung wurde ein Kernteam aus dem Projektteam der badenovaNETZE und Vertretern der fünf Verwaltungen gebildet. Das Kernteam hat sich über den gesamten Projektzeitraum in regelmäßigen Abstimmungsterminen zusammgefunden und gemeinsam organisatorische und inhaltliche Themen bearbeitet.
- **Markenzeichen:** Zur Vereinfachung der Kommunikation und zur Schaffung eines Wiedererkennungswerts wurde ein Markenzeichen für die kommunale Wärmeplanung im Konvoi der fünf Kommunen erstellt. Dieses Signet wurde und wird sowohl für die interne als auch für die öffentliche Kommunikation genutzt.
 
- **Fachliche Workshops:** Die fachlichen Workshops hatten zum Ziel, die relevanten Akteure und Entscheidungsträger vor Ort über den Sachstand der kommunalen Wärmeplanung zu informieren, an der Entwicklung des Wärmeplans zu beteiligen und die Ergebnisse zu diskutieren. Die Wärmeplanung wurde um das lokale Wissen der Akteure ergänzt, damit verifiziert und umsetzungsorientiert gestaltet. Es nahmen Vertreter der Gemeindeverwaltungen sowie der lokalen Energieversorger und Wärmenetzbetreiber teil. Der 1. Stakeholderworkshop legte inhaltlich den Fokus auf die Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse sowie des ersten Entwurfs der Eignungsgebiete für die zentrale und dezentrale Wärmeversorgung. Zum 2. Stakeholderworkshop wurden zusätzlich zu den bisher vertretenen Akteuren außerdem Vertreter aus jeder Gemeinderatsfraktion der fünf Kommunen eingeladen. Inhaltliche Themen waren hier das Zielszenario und die Sammlung und Erarbeitung von Maßnahmen.
- **Politische Ebene:** Als Entscheidungsträger ist das Gemeinderatsgremium von wesentlicher Bedeutung bei der Entwicklung und Verankerung der kommunalen Wärmeplanung. Im Rahmen öffentlicher Sitzungen des Gemeinderates wurden die Zwischenergebnisse und Eignungsgebietsdefinitionen jeweils in den fünf Kommunen vorgestellt und erläutert. Schließlich wurden die Ergebnisse der Wärmeplanung wiederum in öffentlichen Gemeinderatssitzungen vorgestellt und eine Offenlage durchgeführt. Abschließend wurde den Gemeinderatsgremien das Fachgutachten zum Beschluss vorgelegt.
- **Bürgerinformationsveranstaltungen:** Alle Bürger und interessierten Akteure der Kommunen konnten sich im Rahmen von zwei öffentlichen Informationsveranstaltungen über den aktuellen Stand der kommunalen Wärmeplanung informieren. Die erste Veranstaltung (online) diente zur Präsentation und Erläuterung der Zwischenergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse, ergänzt durch Informationen zu klimafreundlichem Heizen und gesetzlichen Anforderungen beim Heizungstausch. Die zweite Veranstaltung informierte in Form einer Abschlusspräsentation über die Ergebnisse der Wärmeplanung und der Maßnahmen. Fragen und Anmerkungen der Teilnehmenden wurden jeweils geklärt und aufgenommen.
- **Offenlage des Fachgutachtens:** In Abstimmung mit der Gemeindeverwaltung wurde entschieden, dass der kommunale Wärmeplan vor dem Feststellungsbeschluss durch den Gemeinderat der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden sollte, um den Akteuren und der Bürgerschaft die Möglichkeit zu geben, sich über die Ergebnisse und die geplanten Maßnahmen im Detail

zu informieren und um sie an der Wärmeplanung zu beteiligen. Das Fachgutachten der Gemeinde war insgesamt vier Wochen öffentlich über die Webseite der Gemeinde zugänglich. Es gingen keine Einwände zur Niederschrift ein.

Tabelle 1 listet die im Rahmen der Öffentlichkeits- und Akteursbeteiligung durchgeführten Veranstaltungen und Formate auf und gibt einen Überblick über die jeweiligen Zielgruppen und Teilnehmenden.

	Kernteam	Verwaltung	Gemeinderat	Stakeholder/Akteure	Bürgerschaft
Regelmäßiger Jour-fixe	X				
Auftaktveranstaltung	X	X			
Zwischenergebnisse in den Gemeinderäten	X	X	X		
1. Stakeholder-Workshop (Bestands- & Potenzialanalyse)	X	X		X	
1. Bürgerinfoveranstaltung	X			X	X
2. Stakeholder-Workshop (Maßnahmen & Szenarien)	X	X	X	X	
Ergebnispräsentationen	X		X		
2. Bürgerinfoveranstaltung	X			X	X
Offenlage des Fachgutachtens	X	X	X	X	X
Feststellungsbeschluss	X		X		

Tabelle 1 – Übersicht der Termine im Beteiligungskonzept und der jeweiligen Zielgruppen

3. Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse wird der energetische Ist-Zustand der Gemeinde Merdingen erfasst. Ein zentraler Baustein der Bestandsanalyse ist die Erstellung einer Energie- und THG-Bilanz. Diese erfasst sämtliche Energieverbräuche auf der Gemarkungsfläche der Gemeinde über den Zeitraum eines Jahres und ordnet diese Verbräuche den wichtigsten Sektoren (private Haushalte, Wirtschaft, kommunale Liegenschaften, Verkehr) zu. Die Energie- und THG-Bilanz liefert somit einen ersten Einblick in den energetischen Ist-Zustand der Gemeinde und die lokalen THG-Emissionen. Sie wird nach einer einheitlichen Methodik erstellt, so dass das Ergebnis auch mit anderen Kommunen und Jahren vergleichbar ist.

Da beim Transport von Wärme mit großen Verlusten zu rechnen ist, ist die räumliche Zuordnung von Wärmesenken und -quellen bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans ein weiterer wichtiger Baustein. Daher wurden im Rahmen der Bestandsanalyse räumliche Daten des Gebäudebestands, der Energieinfrastruktur und des Energieverbrauchs digital erfasst und ausgewertet.

In den folgenden Abschnitten werden die wesentlichen Ergebnisse der Bestandsanalyse festgehalten. Zunächst werden Strukturmerkmale der Gemeinde und der Gebäude ausgewertet und beschrieben. Es folgt eine Übersicht der Energieinfrastruktur der Gemeinde sowie die Auswertung des Wärmeverbrauchs und den damit verbundenen THG-Emissionen. Anschließend wird auf die Themen Sektorkopplung und Stromerzeugung in der Gemeinde und die Rolle von erneuerbaren Gasen eingegangen. Abschließend sind die wichtigsten Kennzahlen der Bestandsanalyse tabellarisch festgehalten.

3.1 Struktur der Gemeinde Merdingen

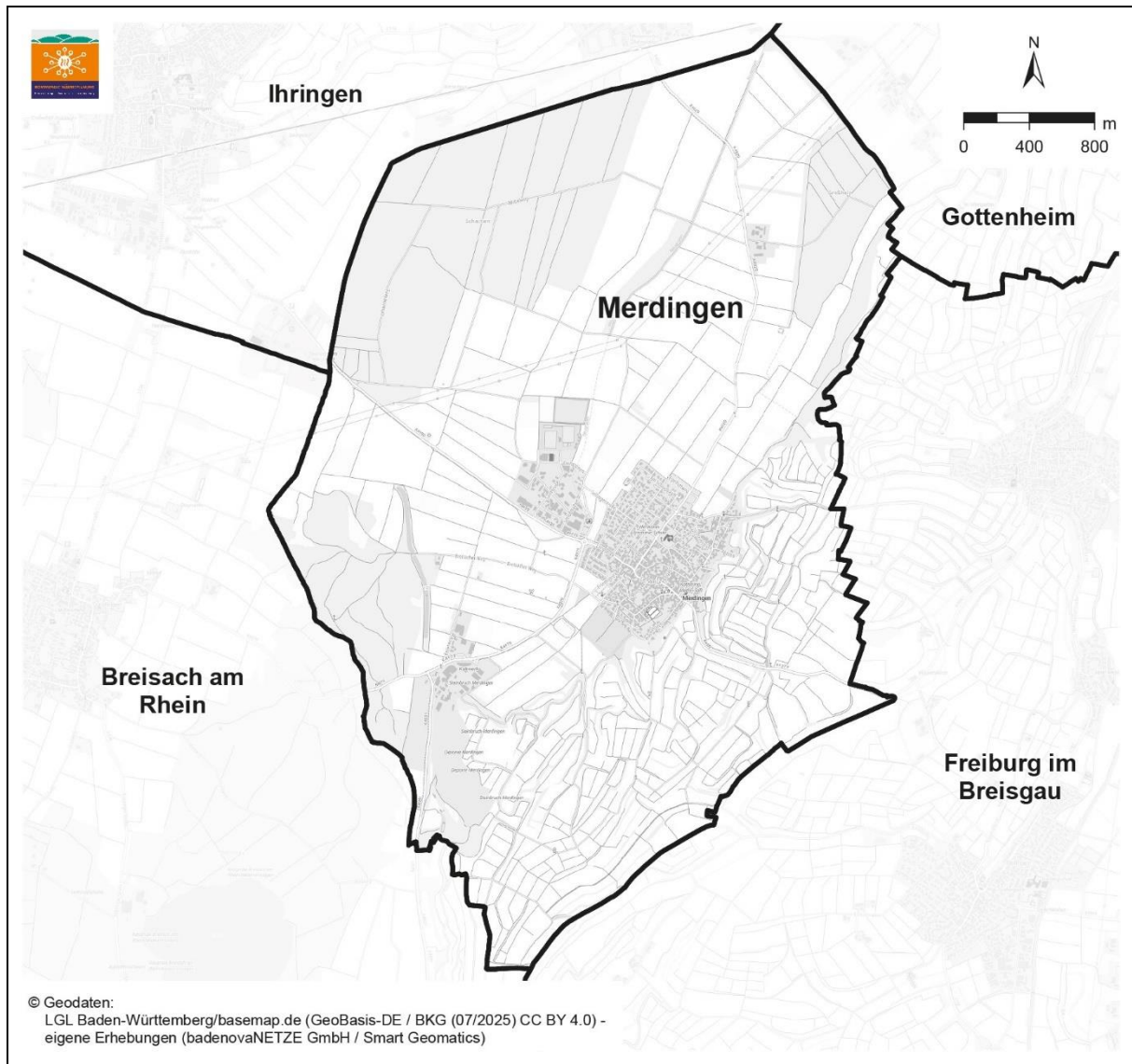
Merdingen ist eine Gemeinde im Südwesten Baden-Württembergs. Sie liegt südlich des Kaiserstuhls im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald, etwa 10 km Luftlinie westlich von Freiburg im Breisgau und ca. 8 km Luftlinie östlich vom Breisacher Zentrum entfernt. Im Norden grenzt Merdingen an die Gemarkung Ihringen, im Nordosten an Gottenheim. Westlich der Gemeinde erstreckt sich die Gemarkung Breisach, während im Osten die Gemarkung Freiburg im Breisgau angrenzt. Merdingen liegt innerhalb der oberrheinischen Tiefebene, nur wenige Kilometer von der Grenze zu Frankreich im Westen entfernt.

Die Gemarkungsfläche umfasst ca. 1.440 ha. Davon entfallen Stand 2023 ca. 316 ha auf Wald, und 865 ha auf Landwirtschaftsfläche. Die Höhe des Ortes wird mit ca. 213 m ü. NN angegeben. In Merdingen leben 2.666 Menschen (Stand 2024), wobei die Bevölkerungsentwicklung seit Beginn der Datenaufzeichnung und auch in den letzten Jahren noch einen nahezu stetigen Zuwachs aufzeigt. Die Gemarkung Merdingen umfasst keine weiteren Teilortschaften (Karte 2).

Merdingen ist ein attraktiver Wirtschaftsstandort in der Region, mit einer Vielzahl von Betrieben und knapp 700 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (Stand 2023) in verschiedenen Branchen. Insgesamt gibt es über 70 angemeldete Gewerbeunternehmen, ein größeres Gewerbegebiet im Westen von Merdingen (Gewerbegebiet Schloßmatten), sowie mehrere Unternehmensstandorte, die sich über die Gesamtmarkung hinweg verteilen.

Neben den Gewerbebetrieben spielt auch die Landwirtschaft eine Rolle in Merdingen. Es gibt 35 landwirtschaftliche Betriebe, davon zwei der Betriebe mit einer Fläche von > 50 ha. Sechs Bauern betreiben ihren Hof laut Statistischem Landesamt Baden-Württemberg hauptberuflich, 25 im Nebenerwerb. Aufgrund der fruchtbaren Lößböden, ist vor allem der Weinbau ein bedeutender Wirtschaftsfaktor in der Gemeinde.

Merdingen verfügt über eine gute Verkehrsanbindung über die Kreisstraße 4930, welche direkt durch den Ort führt und eine Anbindung an die Autobahnanschlussstelle bei Umkirch über Waltershofen ermöglicht. Von dort aus verläuft die A5 in Richtung Frankfurt und Basel.



Karte 2 – Gliederung der Gemeinde Merdingen

3.2 Erfassung des Gebäudebestands

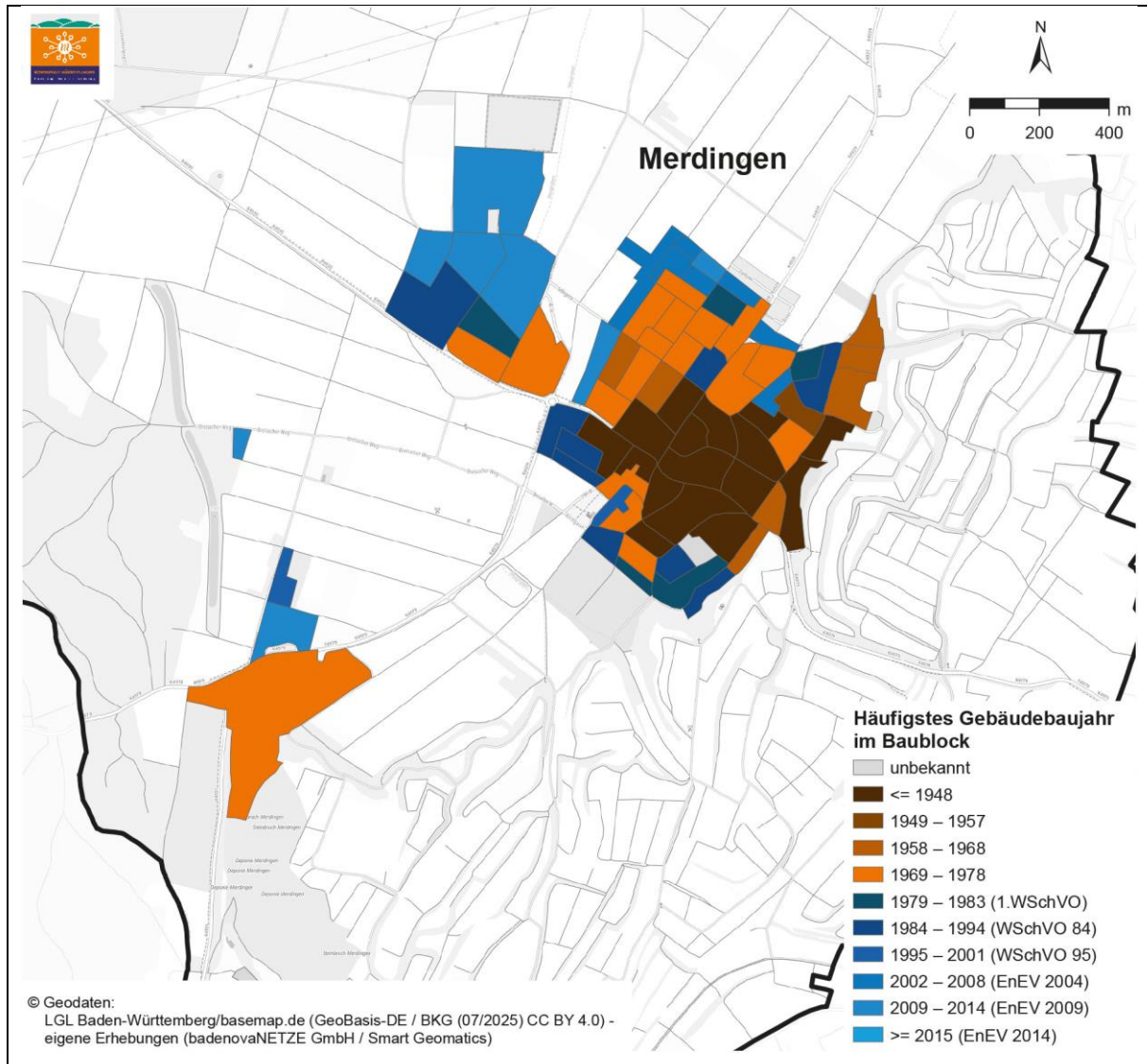
Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in der Gemeinde wurde der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudegröße in Klassen eingeteilt gemäß der „deutschen Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU). Bei der Typologie wird davon ausgegangen, dass Gebäude aus einer bestimmten Bauzeit in der Regel ähnliche Baustandards und damit ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen (Busch, et al., 2010).

3.2.1 Baualtersklassen

Aus der Einordnung der Gebäude in die Gebäudetypologie lassen sich Aussagen über die Siedlungsstruktur von Merdingen treffen. Hierzu wurden die vorwiegenden Altersklassen der Gebäude auf Blockebene dargestellt und ausgewertet (vgl. Karte 3). Dies erleichtert die schnelle Identifizierung von Gebieten ähnlicher Struktur für mögliche Maßnahmen zur Energieeinsparung.

In Merdingen befinden sich zahlreiche Gebäude mit einem Baujahr vor 1950, die somit noch vor oder zwischen den beiden Weltkriegen erbaut wurden. Diese stehen mehrheitlich in der Ortsmitte. Deutlich

wird, dass insbesondere in den 1970er und 1980er neue Wohngebiete erschlossen wurden. Ebenso ist zu erkennen, dass weitere Neubaugebiete erschlossen wurden, was die jüngere Entwicklung verdeutlicht. Insgesamt sind immer wieder neue Gebäude hinzugekommen, sowohl in neu ausgewiesenen Wohngebieten als auch als Nachverdichtung, sodass heute in den meisten Bereichen eine gemischte Gebäudestruktur aufzufinden ist.



Karte 3 – Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene

In Merdingen sind 71 % 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 2 stellt die Anzahl der Wohngebäude in der Gemeinde nach Baualter dar.

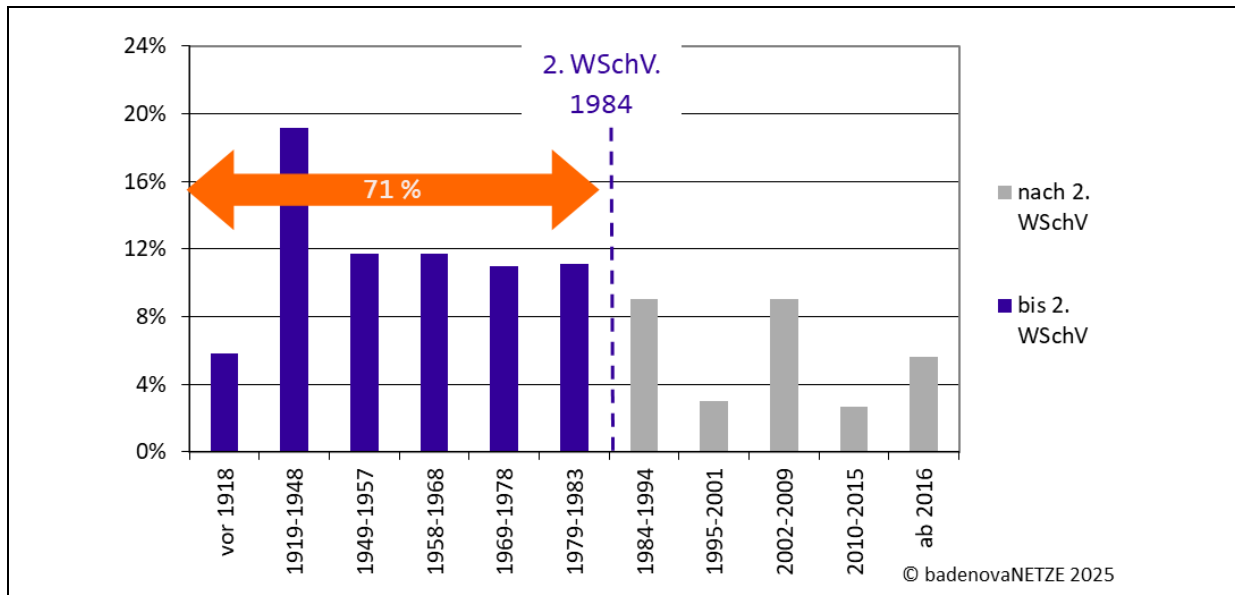


Abbildung 2 – Anteil der Wohngebäude nach Baualtersklassen in Merdingen

3.2.2 Gebäudetypen

Neben dem Gebäudealter, ist auch der Gebäudetyp für die Ermittlung der Energiebedarfswerte und der Energieeinsparpotenziale relevant. In Merdingen gibt es etwa 748 Wohngebäude und die Gebäudекategorie Wohnen hat mit 80 % aller Gebäude den größten Anteil am Gebäudebestand.

Charakteristisch für das Gemeindegebiet ist der höhere Anteil an Einfamilienhäuser und Reihen- und Doppelhäusern (vgl. Abbildung 3). Die Einfamilienhäuser spielen bei der Erschließung der Einsparpotenziale eine wichtige Rolle. Zum einen verzeichnen sie im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro Einwohner, zum anderen werden Einfamilienhäuser häufig vom Eigentümer oder Eigentümerin selbst bewohnt. Der Nutzen von Sanierungsmaßnahmen wirkt sich hier direkt aus und erhöht die Bereitschaft, Investitionen zur Energieeinsparung vorzunehmen.

Karte 4 zeigt die räumliche Verteilung der Gebäudetypen.

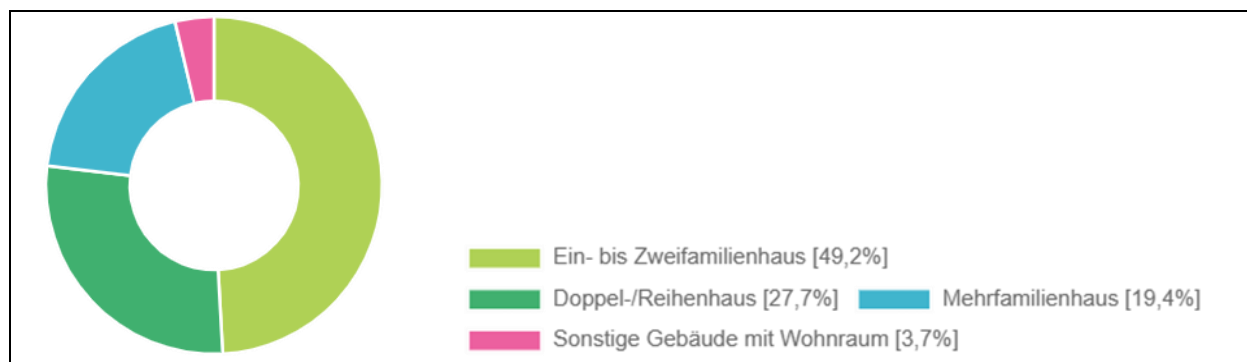
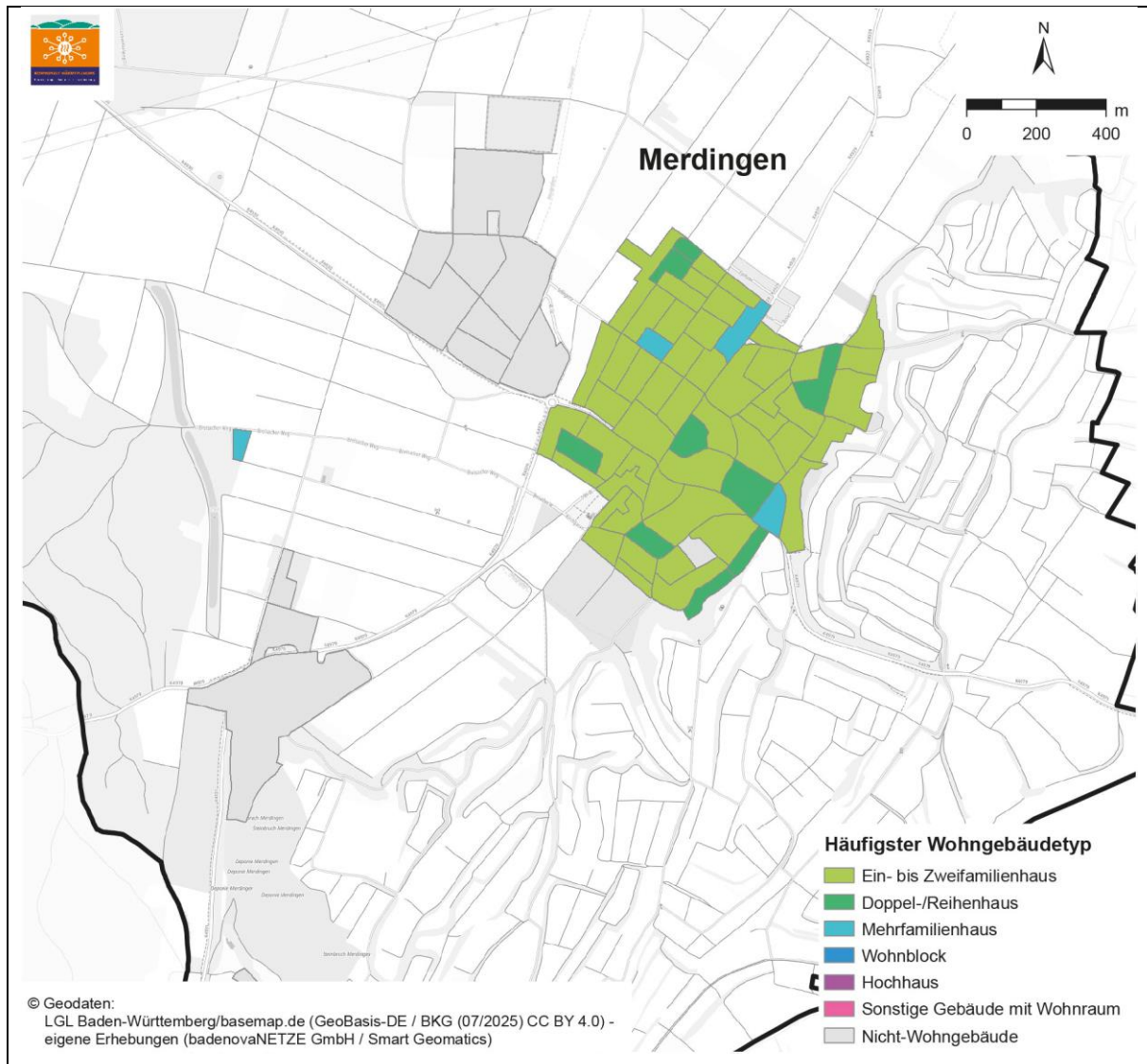


Abbildung 3 – Verteilung der Wohngebäudearten in Merdingen



Karte 4 – Wohngebäudetypen in Merdingen

3.2.3 Wärmebedarf der Gebäude

Ausgehend von der Einordnung des Gebäudebestands nach Gebäudetyp und -alter und Daten zur Gebäudekubatur wurde für jedes Wohngebäude der Wärmebedarf und das Energieeinsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen rechnerisch ermittelt. Durch die Typologie werden Gebäude mit ähnlichen thermischen Eigenschaften zusammengefasst. Für jeden Gebäudetyp wurden vom IWU entsprechende Kennwerte des Wärmebedarfs statistisch ermittelt. Zudem liegen Kennwerte für die durchschnittliche Energieeinsparung durch energetische Sanierungsmaßnahmen (Wärmeschutzfenster, Außenwanddämmung, Dachdämmung, Kellerdeckendämmung) vor (Hamacher & Hausladen, 2011). Somit können sowohl der Wärmebedarf jedes Gebäudes als auch die möglichen Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen bestimmt werden (siehe Abschnitt 4.2.3). Die Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden Energienutzungsplan (Hamacher & Hausladen, 2011).

Der Wärmebedarf der Gebäude stellt den Nutzenergiebedarf des Gebäudes dar. Der tatsächliche Endenergieverbrauch wird von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst und weicht in der Regel vom Wärmebedarf ab. Hierzu zählen das Nutzerverhalten, die Anzahl der dort lebenden Personen, die passive Wärmenutzung (Erwärmung durch Sonneneinstrahlung), interne Wärmegewinne (Erwärmung durch Elektrogeräte), die Witterung, der Wirkungsgrad der Heizung und Wärmeverluste im Heizsystem. Der

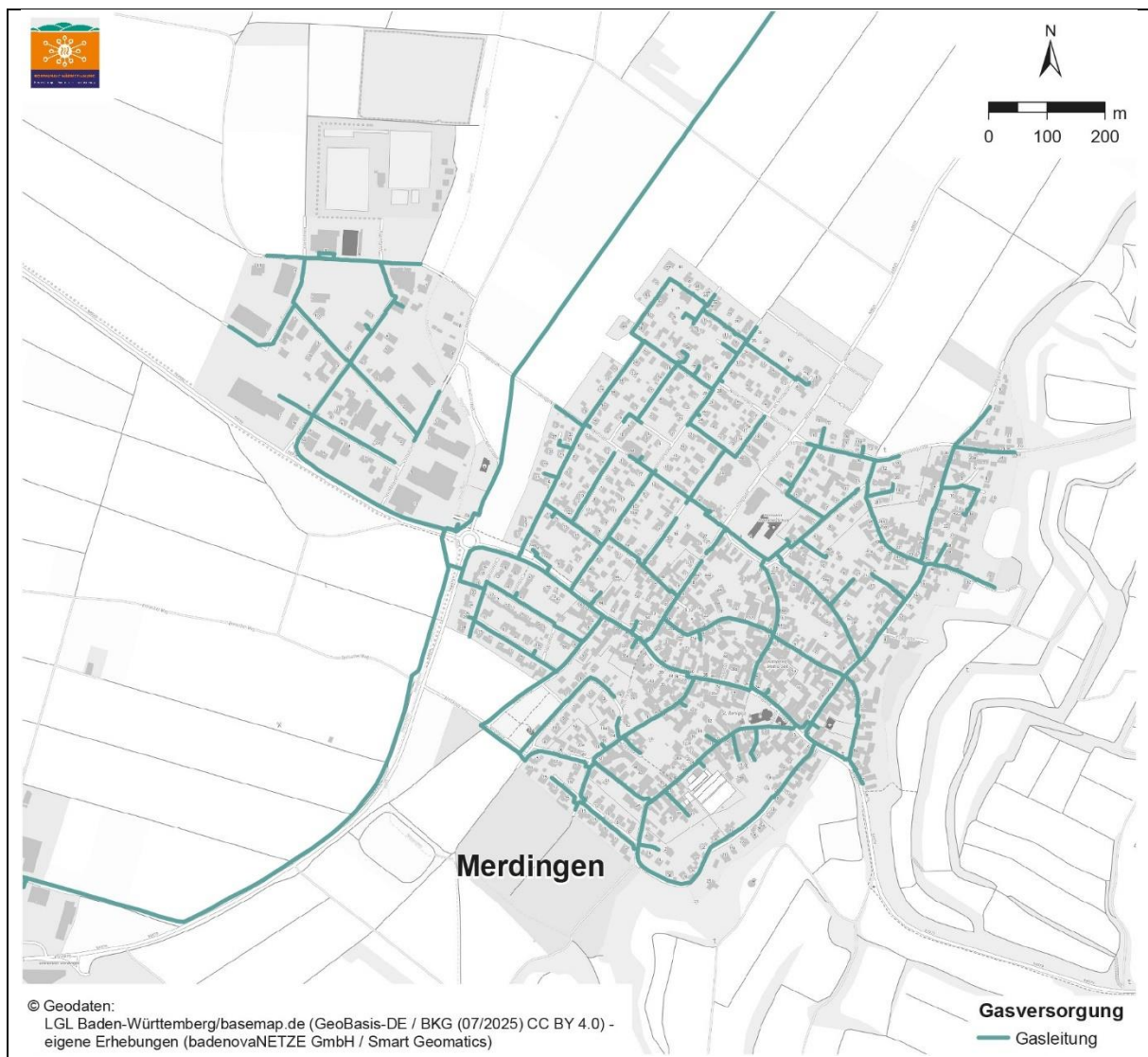
Wärmebedarf der Gebäude ist eine wichtige Grundlage für die Berechnung der Potenziale und des Zielbilds. Zur weiteren Beschreibung des Ist-Zustands der Gemeinde wird der Endenergieverbrauch im Abschnitt 3.4 näher beschreiben.

3.3 Aktuelle Versorgungsstruktur

Die Energieinfrastruktur gibt Hinweise zu Art und Menge der zur Wärmeversorgung eingesetzten Energieträger. Zusätzlich werden aus diesen Daten Effizienz- und Einsparpotenziale berechnet. Im folgenden Abschnitt wird der aktuelle Stand der Wärmeenergieversorgung der Gemeinde beschrieben. Zunächst wird der Ausbaustand der Gasnetz- und Wärmenetzinfrastruktur dargestellt. Anschließend folgt eine Auswertung der Heizanlagenaten.

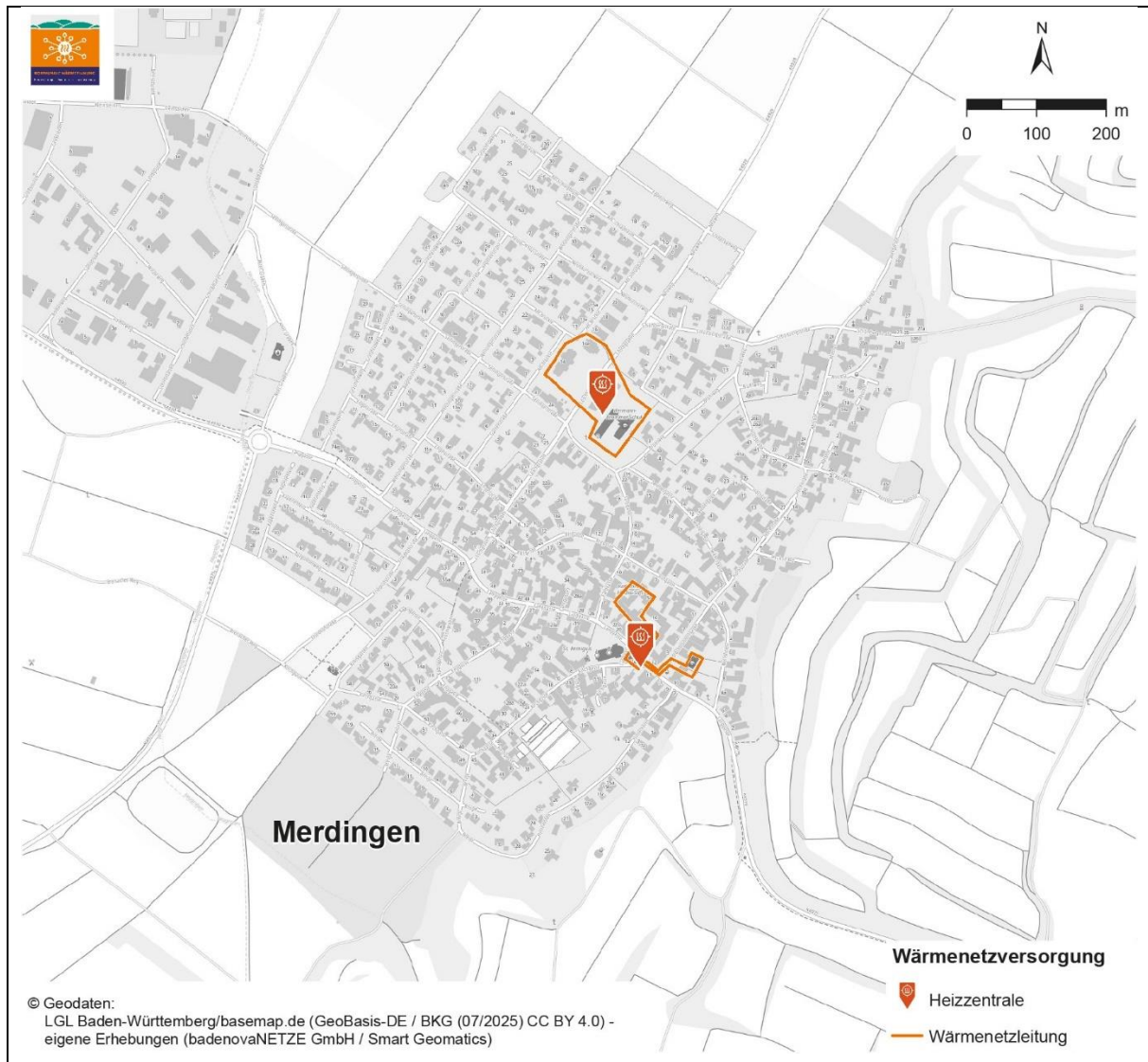
3.3.1 Gasinfrastruktur, Wärmenetze und Sektorkopplung

Das Gasnetz ist ein zentraler Bestandteil der lokalen Wärmeversorgungsinfrastruktur der Gemeinde. Erdgas hat den höchsten Anteil aller Energieträger, die zur Wärmeerzeugung in der Gemeinde dienen. Alle Ortsteile der Gemeinde, sowie die Gewerbe und Wohngebiete sind mit dem Erdgasnetz erschlossen. Karte 5 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastruktur.



Karte 5 – Gasnetzinfrastruktur der Gemeinde Merdingen

In der Ortsmitte von Merdingen werden kommunale Liegenschaften (u.a. Hermann-Brommer-Schule und zwei Kindergärten) über ein Gebäudenetz mit Wärme versorgt. Die Energiezentrale befindet sich in der Schule. Die Grundlast wird mit dem Energieträger Pellets und die Spitzenlast mit Erdgas abgedeckt. Zusätzlich gibt es ein kleines kommunales Gebäudenetz, welches u. a. das Bürgerhaus mit Wärme versorgt. Das BHKW im Bürgerhaus hat eine Leistung von 44 kW thermisch. Karte 6 zeigt den aktuellen Leitungsverlauf des bestehenden Wärmenetzes der Gemeinde.



Karte 6 – Bestehende Gebäudenetze in Merdingen

3.3.2 Breitbandinfrastruktur

Im Sinne einer integrierten Infrastrukturplanung und koordinierten Baumaßnahmen an der Straßeninfrastruktur werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung weitere mögliche Straßenbauvorhaben in der Gemeinde betrachtet. Hierzu werden der Stand und die Planungen des Breitbandausbaus einbezogen. Zu berücksichtigen ist, dass Wärmeleitungen in der Regel unter den Verkehrsstraßen verlegt werden, während Breitbandleitungen dagegen meist unter dem Gehweg verlegt werden. Ob es Synergieeffekte bei einem potenziellen Wärmenetzausbau und dem Breitbandausbau gibt, sollte somit im Einzelfall geprüft werden.

Der Breitbandausbau in Merdingen hat in den letzten Jahren Fortschritte gemacht. Die Verfügbarkeit schneller Internetanschlüsse variiert je nach Straßenzug. Der Zweckverband Breitband Breisgau-Hochschwarzwald plant, baut und finanziert den Ausbau in unterversorgten Bereichen. Für den Lückenschluss wurden Bundesfördermittel genehmigt. Mögliche Synergieeffekte bei einem perspektivischen Wärmenetzaufbau sollten beim weiteren Breitbandausbau geprüft und berücksichtigt werden.

3.3.3 Erzeugungsanlagen

Wesentlicher Bestandteil der lokalen Wärmeinfrastruktur sind die vor Ort installierten Heizanlagen. Hierzu wurden Daten durch eine Abfrage bei den örtlichen Schornsteinfegern ermittelt und ausgewertet. Diese enthalten Angaben zur installierten Leistung, zu Energieträgern und Einbaujahr der Anlagen. Die Daten wurden ergänzt durch Angaben des Stromverteilnetzbetreibers zu Nachtspeicherheizanlagen und Wärmepumpen.

Eine Auswertung der Heizanlagenstatistik zeigt, dass ein Großteil der Heizanlagen in Merdingen mit den fossilen Energieträgern Erdgas (60,1 %) und Heizöl (21,8 %) betrieben werden. Insgesamt 10,3 % der Gebäude heizen mit einer Holzzentralheizung (Scheitholz, Hackschnitzel oder Holzpellets). Weitere 7,8 % der Heizanlagen sind Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen (vgl. Abbildung 4). Zusätzlich haben viele Gebäude eine Zusatzheizung wie Kaminöfen, Kachelöfen und Schwedenöfen.

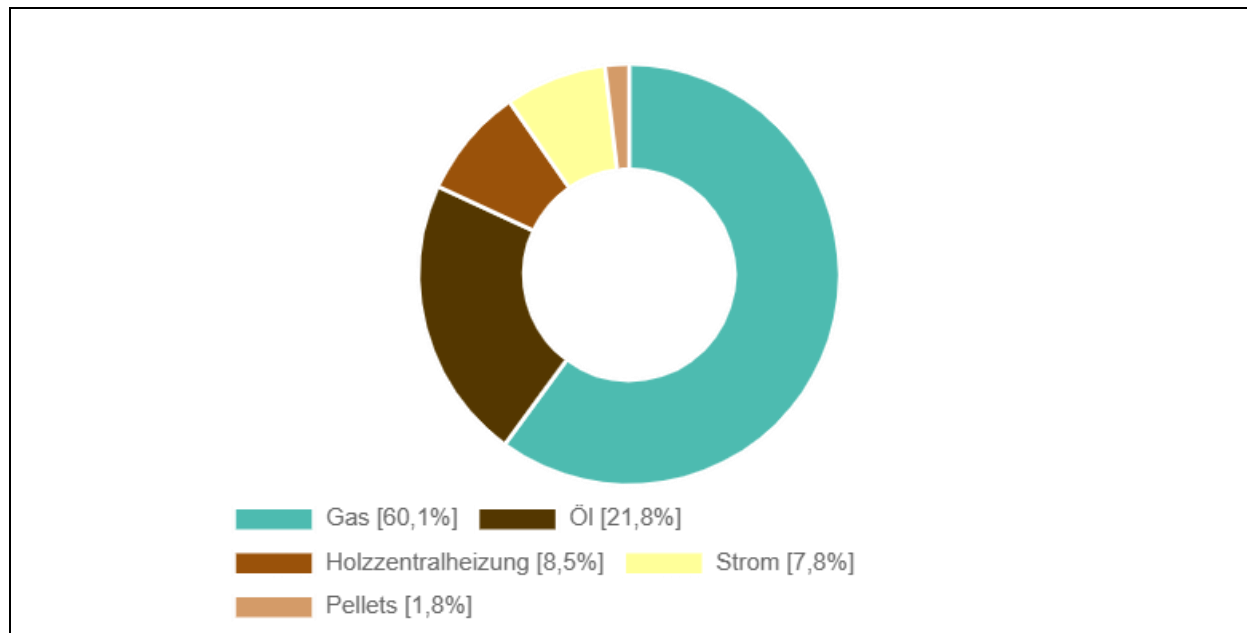
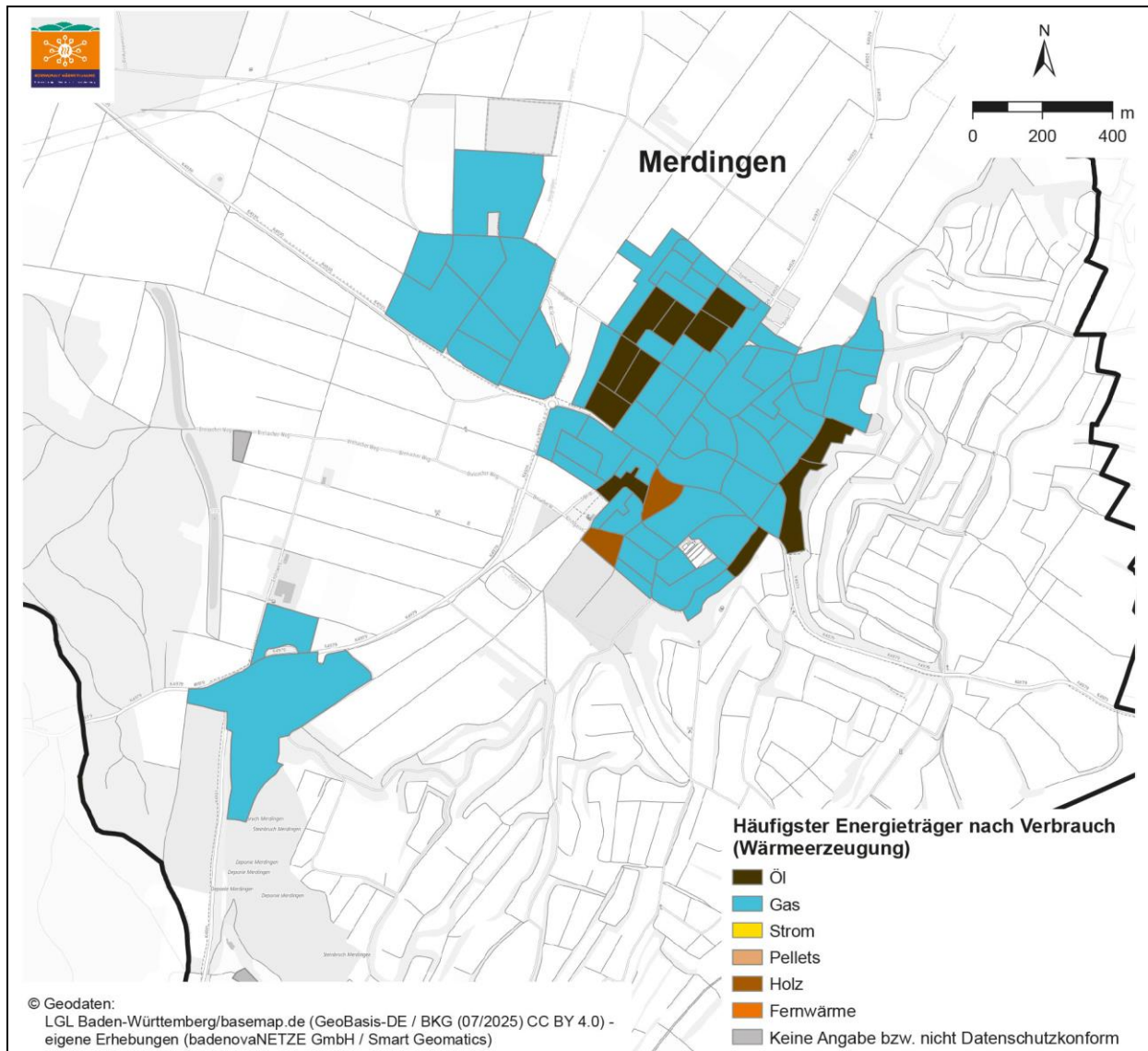


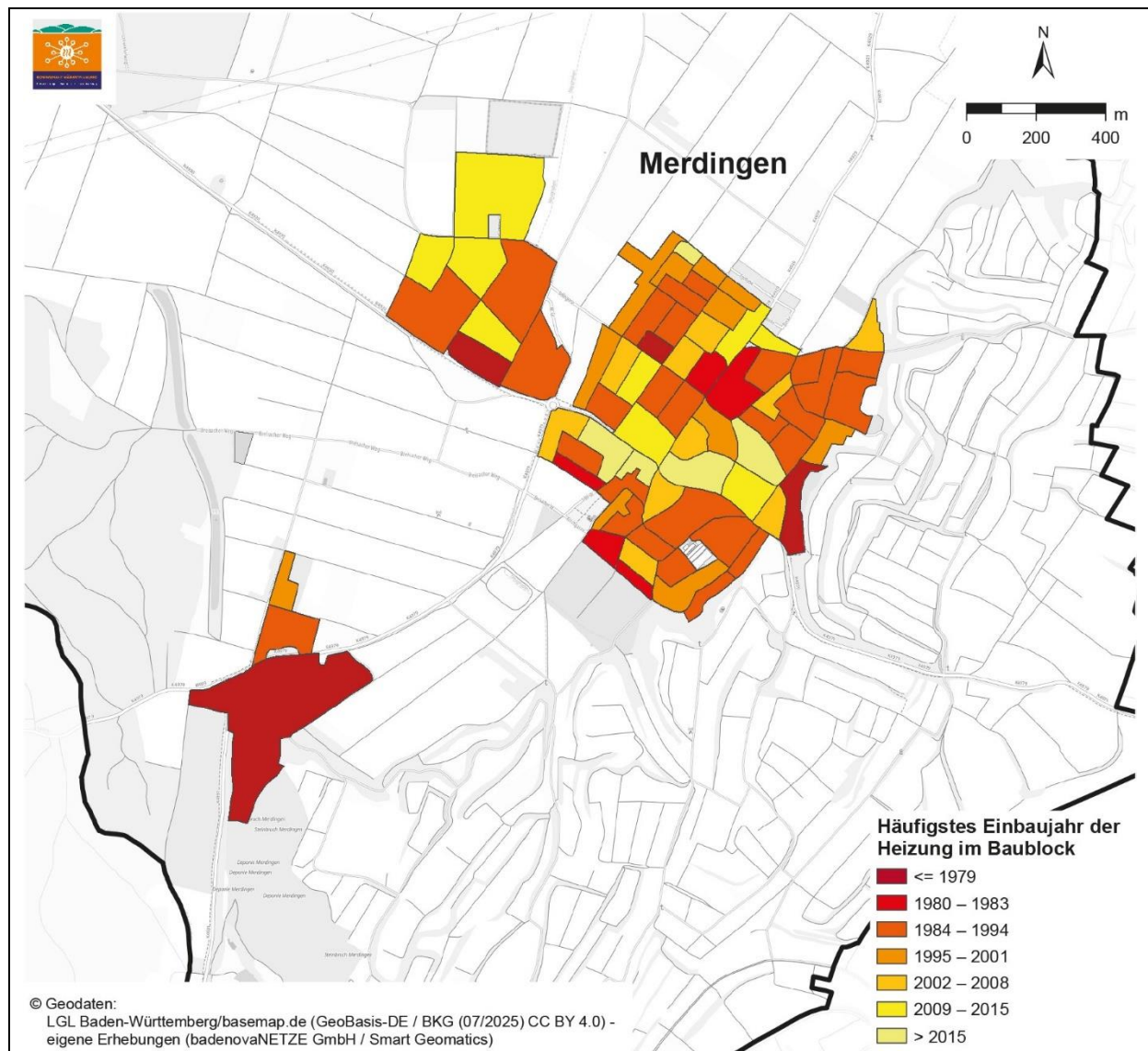
Abbildung 4 – Anzahl der primären Heizanlagen in Merdingen nach Energieträger

Karte 7 veranschaulicht die vorwiegenden Energieträger der Zentralheizanlagen auf Baublockebene. Es wird sichtbar, dass überwiegend Erdgas als Energieträger eingesetzt wird. In einzelnen Baublöcken hingegen kommen auch vorwiegend Heizöl oder Holz als Energieträger zum Einsatz.



Karte 7 – Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene

Das Alter der Heizungen ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ebenfalls wichtig, denn es liefert einen Hinweis, in welchen Gebieten der Gemeinden in den kommenden Jahren vermehrt Heizungswechsel anstehen werden. Diese Information kann sowohl für gezielte Energieberatungsangebote oder beim Aufbau eines Wärmenetzes Hinweise auf einen potenziellen Anschlusszeitraum geben. Die Auswertung des Einbaujahrs der Heizanlagen (nur bei Feuerungsanlagen vorhanden) zeigt, dass etwa 29 % der Heizanlagen bereits älter als 30 Jahre sind und somit ein Heizungswechsel in den kommenden Jahren wahrscheinlich ist (vgl. Abbildung 5). Karte 8 stellt zudem das vorwiegende Alter der installierten Heizanlagen auf Baublockebene räumlich dar.



Karte 8 – Vorwiegendes Heizungsalter auf Baublockebene

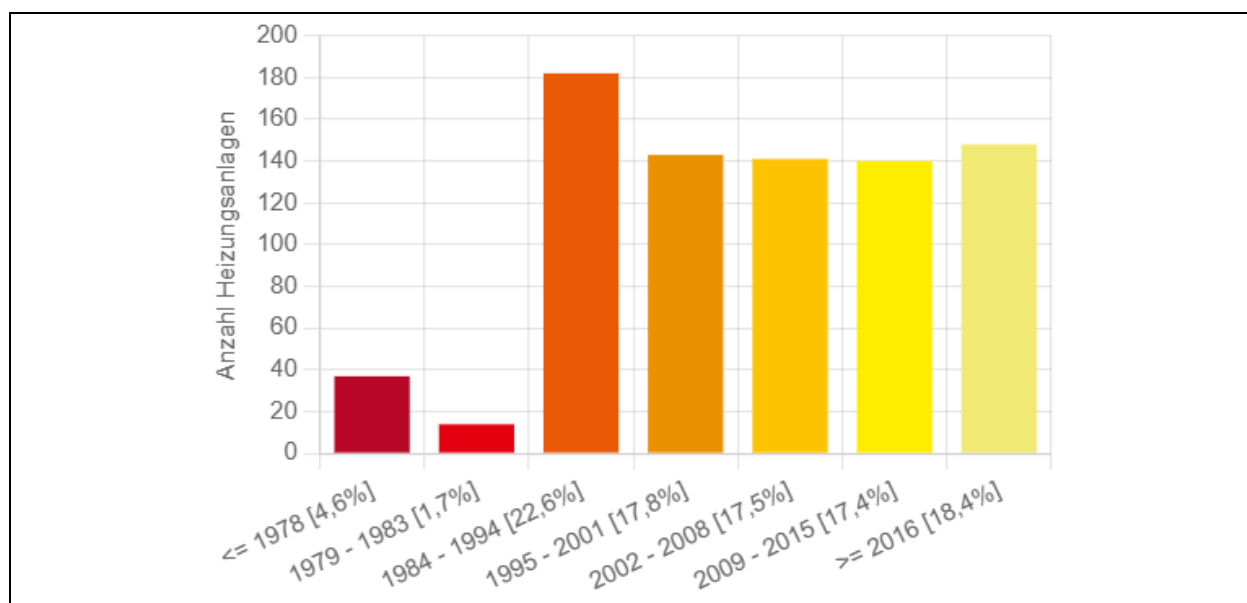


Abbildung 5 – Einbaujahr der Heizanlagen in Merdingen

3.4 Endenergieverbrauch Wärme

Während der Wärmebedarf aufzeigt, wie viel Energie die Gebäude für Raumwärme und Warmwasser benötigen, um ein konstantes Temperaturniveau zu erreichen, erfasst der Endenergieverbrauch die tatsächlich vor Ort eingesetzte Energiemenge. Damit können Faktoren wie die Wirkungsgrade der Heizanlagen, das Nutzerverhalten und der Energieverbrauch für die Prozesswärme im Gewerbe betrachtet werden. Der Endenergieverbrauch für Wärme (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) der Gemeinde, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren, wurde mit einer Energie- und THG-Bilanz für das Jahr 2021 mit dem für das Land Baden-Württemberg konzipierten Tool BICO2 BW (Version 3.1) ermittelt (IFEU (2024)).

3.4.1 Gesamtendenergieverbrauch Wärme

Nach dem Ergebnis der Energie- und THG-Bilanz betrug der Gesamtendenergieverbrauch für Wärme in Merdingen 81.275 MWh im Jahr 2021. Nach den Sektoren betrachtet, hatte der Wärmeverbrauch des verarbeitenden Gewerbes im Bereich der Prozesswärme den mit Abstand höchsten Anteil am Wärmeverbrauch der Gemeinde mit einem Anteil von etwa 70 %. An zweiter Stelle hatte der Sektor private Haushalte einen Anteil von 24 % des Gesamtwärmeverbrauchs. Der Wärmeverbrauch des Sektors Gewerbe und Sonstiges liegt bei 5 %. Die kommunalen Liegenschaften haben nur einen geringen Anteil am Gesamtwärmeverbrauch von rund 0,9 % auf Grund des hohen Anteils der Prozesswärme in Merdingen (vgl. Abbildung 6).

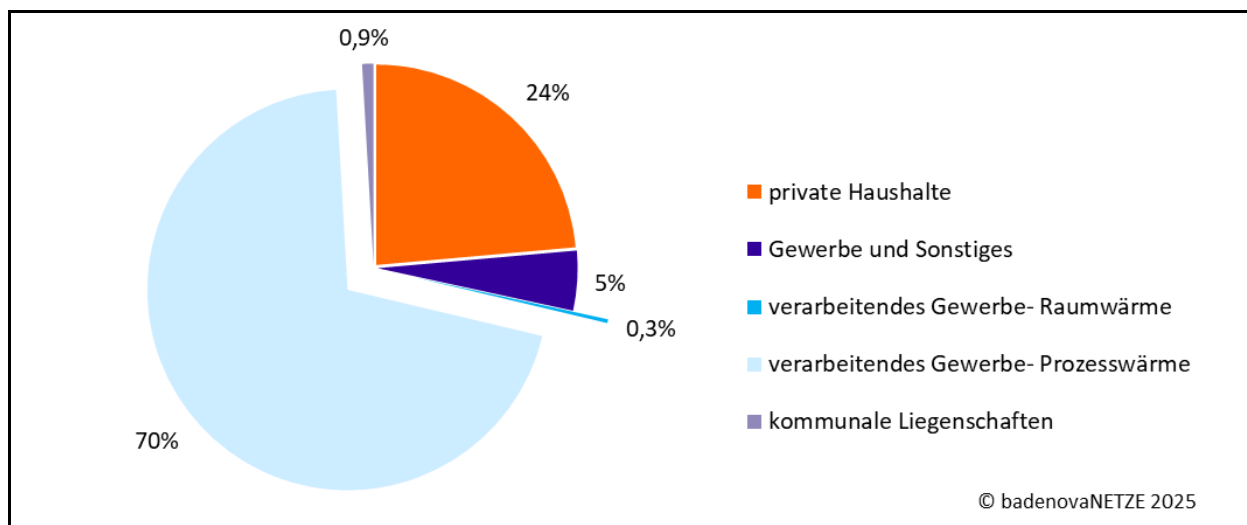


Abbildung 6 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Sektoren (2021)

Nach den vorliegenden Informationen wurden zur Deckung des Wärmebedarfs im Jahr 2021 in Merdingen etwa 93 % fossile Energieträger eingesetzt, darunter vorrangig sonstige fossile Energieträger wie z. B. Kohle (Prozesswärme) und Erdgas. Erneuerbare Energieträger deckten insgesamt 6 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde. Diese beinhalten die erneuerbaren Energien Energieholz, Solarthermie und Umweltwärme. Die Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs auf die Energieträger ist in Abbildung 7 dargestellt und die eingesetzten Mengen sind in Tabelle 2 festgehalten.

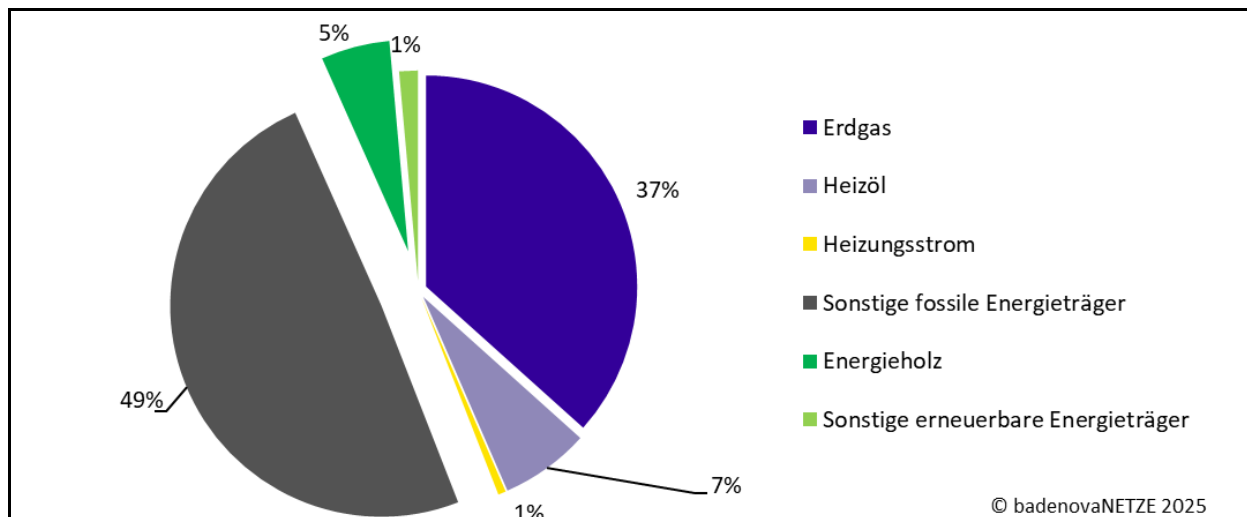


Abbildung 7 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Energieträgern (2021)

Energieträger	Wärmeverbrauch (MWh im Jahr 2021)	Anteil am Gesamtwärmeverbrauch
Erdgas	29.784	36,6 %
Heizöl	5.551	6,8 %
Heizungsstrom	486	0,6 %
Fernwärme/KWK	0	0,0 %
Sonstige fossile Energieträger	40.016	49,2 %
Energieholz	4.275	5,3 %
Solarthermie	793	1,0 %
Umweltwärme	370	0,5 %
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0,0 %
Gesamt	81.275	

Tabelle 2 – Endenergieverbrauch für Wärme der Gemeinde Merdingen nach Energieträger (2021)

Abbildung 8 zeigt nochmals detailliert die Aufteilung des Wärmeenergieverbrauchs nach Energieträger und Sektoren. Hierbei wird der Wirtschaftssektor grundsätzlich in den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung („Gewerbe und Sonstiges“) und in den Sektor des verarbeitenden Gewerbes (Industrie) aufgeteilt. Der Sektor verarbeitendes Gewerbe wird dabei in Raum- und Prozesswärme unterteilt.

Die Darstellung verdeutlicht den hohen Anteil des verarbeitenden Gewerbes am Gesamtenergieverbrauch sowie den hohen Anteil der fossilen Energieträger zur Wärmebereitstellung.

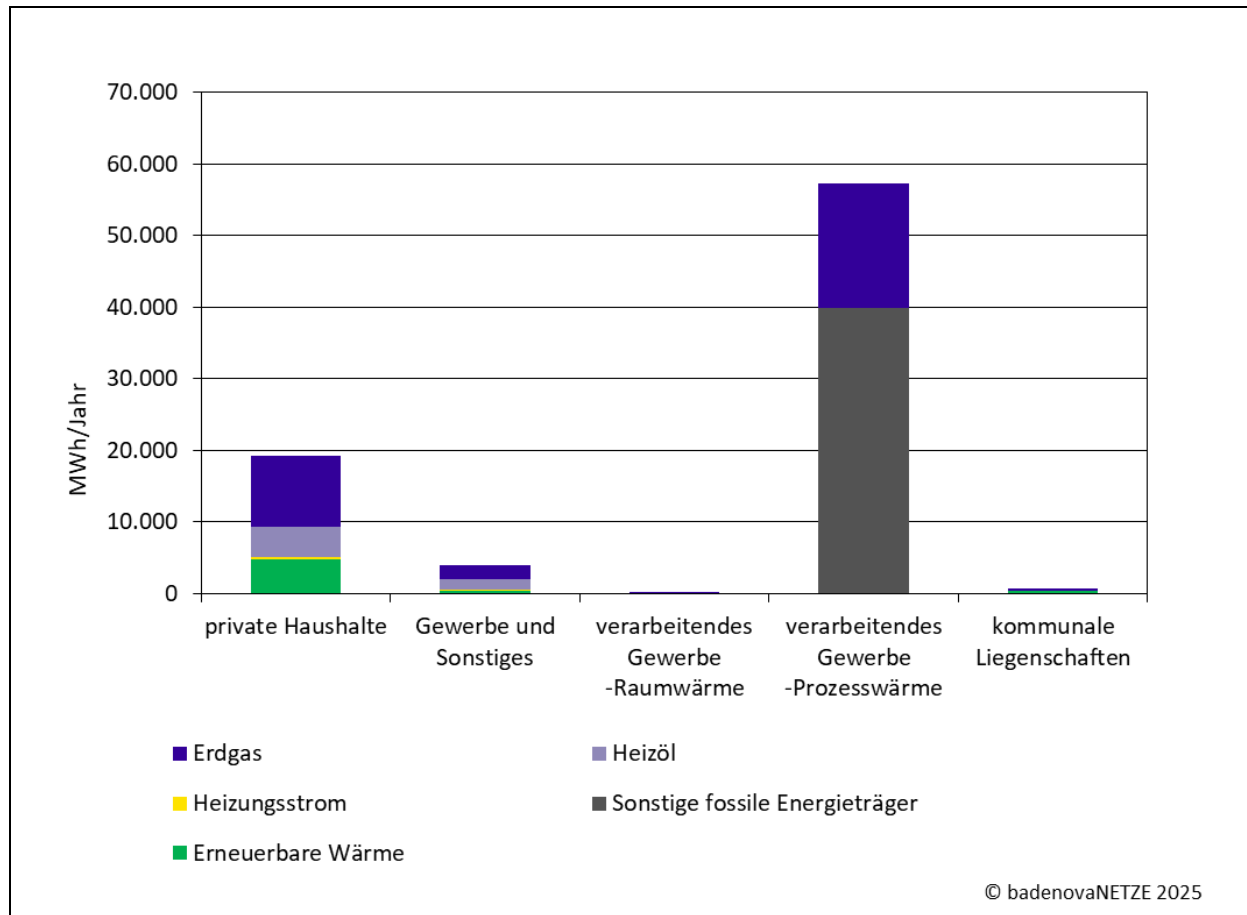


Abbildung 8 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (2021)

3.4.2 Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften

Für die kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2021 ca. 739 MWh Energie für die Wärmeversorgung eingesetzt. Davon sind Erdgas 54 % bzw. 401 MWh und Energieholz (Pellets) 46% bzw. 339 MWh zuzuordnen.

Die eingesetzten Energiemengen zur Wärmeversorgung der einzelnen Liegenschaften der Gemeinde ist in Abbildung 9 nach Energieträgern dargestellt. Die Abbildung zeigt den absoluten Wärmeverbrauch.

Die Hermann-Brommer-Schule hatte den höchsten absoluten Verbrauch der kommunalen Liegenschaften im Jahr 2021 mit rund 227 MWh Wärme. Dies liegt an der insgesamt großen beheizten Fläche bzw. Volumen und an den hohen Nutzungszeiten des Gebäudes.

An zweiter Stelle verbrauchte das Altenpflegeheim Katharina-Mathis-Stift, das mit einem Erdgasbrennwertkessel beheizt wird, rund 180 MWh im Jahr 2021.

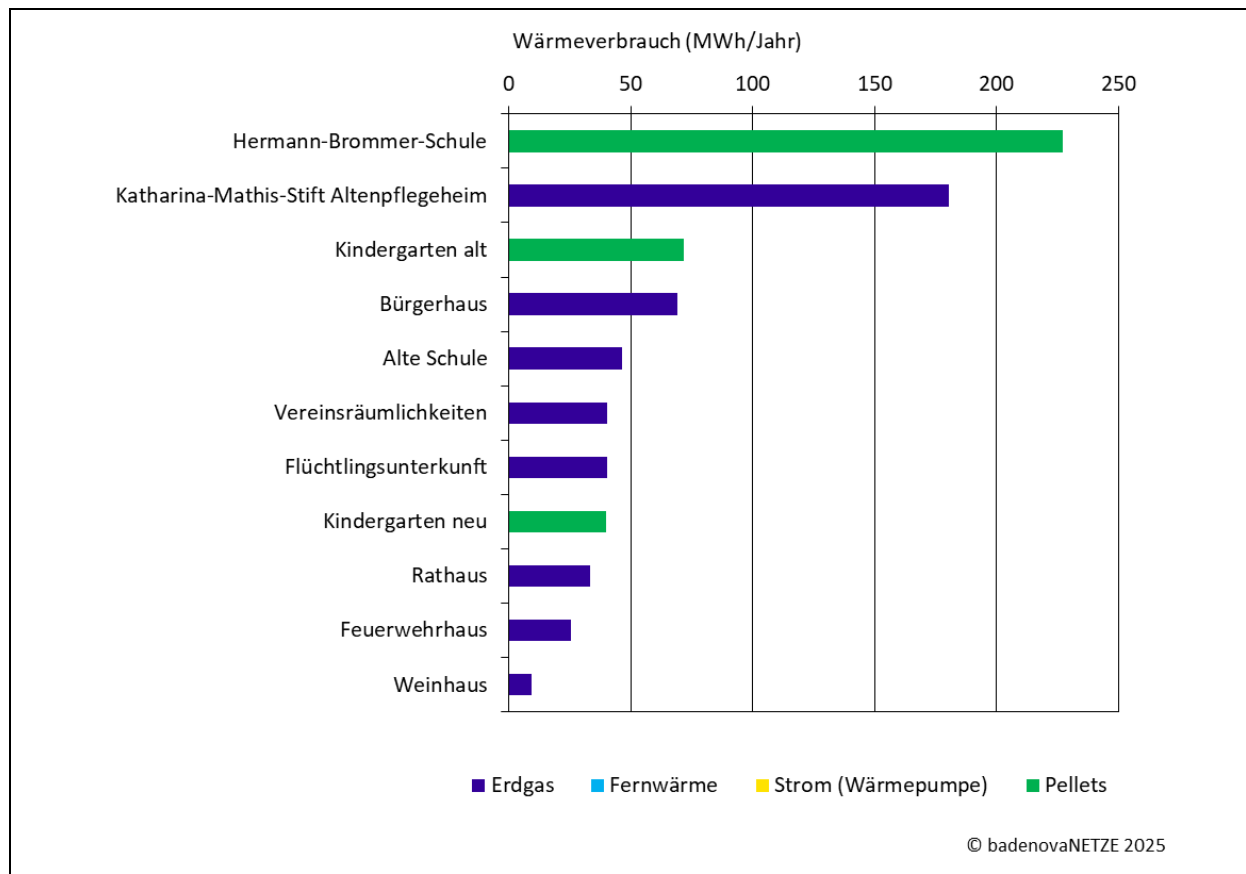


Abbildung 9 – Wärmeenergieverbrauch der größten kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Merdingen

3.4.3 Endenergieverbrauch für Prozesswärme/Prozesskälte

Während der Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie der kommunalen Liegenschaften dem Bedarf für Raumwärme zuzuordnen ist, benötigt der Sektor verarbeitendes Gewerbe/Industrie auch Prozesswärme und -kälte. Eine getrennte Betrachtung des Wärmeverbrauchs für die Prozesswärme ist für die Wärmeplanung von Bedeutung, denn die benötigten Mengen, Temperaturen und Lasten unterscheiden sich bei der Prozesswärme und -kälte stark von der Raumwärme. Dadurch sind die Potenziale zur Umstellung auf erneuerbare Energien zur Deckung des Prozesswärmebedarfs begrenzt.

In Merdingen sind Unternehmen unterschiedlichster Branchen vertreten. Neben zahlreichen Gewerbebetrieben aus den Bereichen Einzelhandel, Handwerk und Dienstleistungen finden sich auch einige Industrie- und Landwirtschaftsbetriebe mit einem erhöhten Wärmebedarf. Besonders hervorzuheben ist ein größerer Industriebetrieb, der mit seinen Prozessen einen wesentlichen Anteil am Gesamtwärmebedarf der Gemeinde ausmacht. Da nicht von allen Betrieben in Merdingen detaillierte Daten vorliegen und eine eindeutige 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, berechnet.

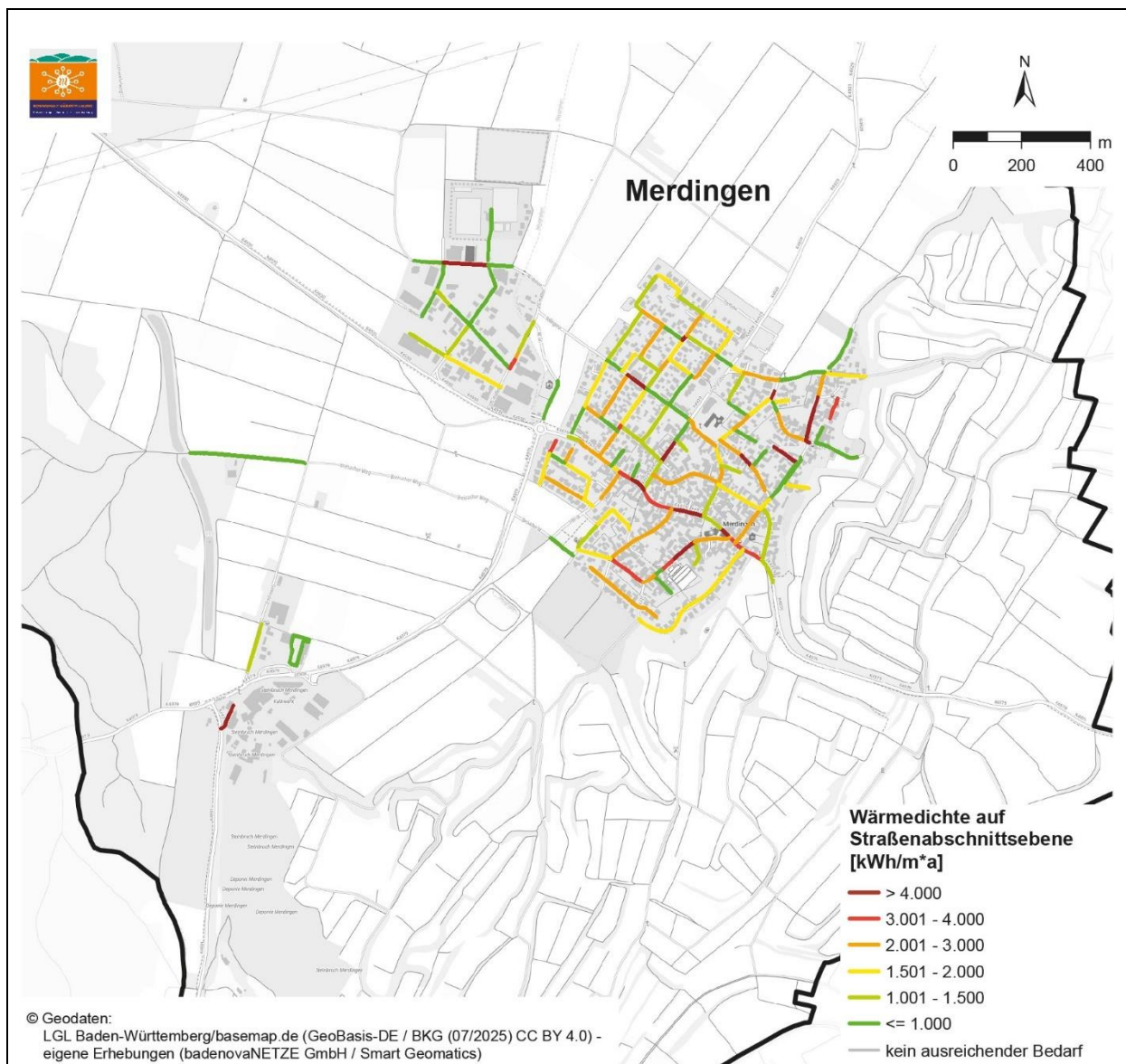
Demnach lag der Prozesswärmeverbrauch in Merdingen im Jahr 2021 bei ca. 57.200 MWh und machte somit ca. 70 % des Gesamtwärmeverbrauchs der Gemeinde aus.

3.4.4 Räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs

Anhand der Gebäudeeigenschaften, der Heizanlagenstatistik und der Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger, konnte die räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs ermittelt werden.

Karte 9 zeigt den Wärmeverbrauch der Gebäude, aggregiert auf Straßenzugsebene. In jedem Ortsteil sind größere zusammenhängende Bereiche mit hohem Wärmeverbrauch zu finden. Diese konzentrieren sich um die Ortsmitte, in der die Gebäude tendenziell dichter bebaut sind und einen hohen spezifischen Wärmeverbrauch aufweisen.

Zu beachten ist, dass die Wärmelinienichte auch von der Straßenzugslänge und den möglicherweise nur punktuell darin befindlichen Großverbrauchern abhängig sein kann. Zudem werden die Verbräuche in einem automatisierten Verfahren den Straßenzügen zugeordnet, diese Zuordnung wird jedoch von einem Verlauf eines perspektivischen Wärmenetzes abweichen, da bei der Trassenplanung eines Wärmenetzes eine Vielzahl an weiteren Faktoren berücksichtigt werden muss. Für die operative Vorgehensweise bei der Wärmeplanung ist die Wärmedichte auf Straßenzugsebene trotzdem von größerer Relevanz, da die Wärmeabnahme pro Trassenmeter für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes entscheidend ist.



Karte 9 – Wärmedichte auf Straßenzugsebene in Merdingen

3.4.5 Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung

Auf Basis der Verbrauchsmengen der jeweiligen Energieträger, berechnet das Bilanzierungstool BICO2 BW anhand der entsprechenden Emissionsfaktoren die THG-Emissionen des Wärmeverbrauchs. Die Deckung des Wärmeverbrauchs der Gemeinde Merdingen führte demnach im Jahr 2021 zu THG-Emissionen in Höhe von ca. 26.108 t CO_{2e}. Der überwiegende Anteil ist den fossilen Energieträgern Kohle (56 %) und Erdgas 28 % zuzuordnen. Heizöl hatte einen Anteil von 7 %.

Die kommunalen Liegenschaften waren mit ihrem Wärmeverbrauch für 106 t CO_{2e} im Jahr 2021, und somit 0,4 % der wärmebedingten Emissionen verantwortlich. Abbildung 10 zeigt die Aufteilung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Sektor und Energieträger.

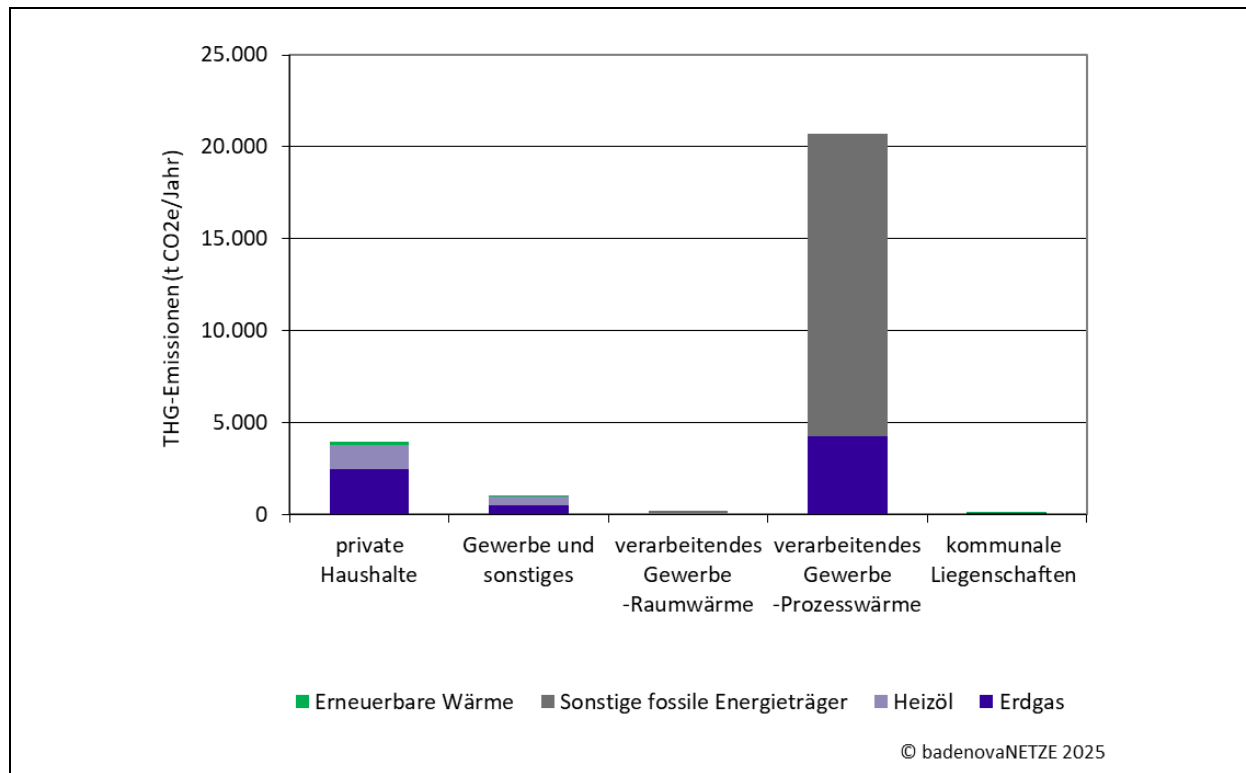


Abbildung 10 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger

Abbildung 11 zeigt die wärmebedingten THG-Emissionen der einzelnen kommunalen Liegenschaften analog zur Abbildung 9. Im Vergleich zu den Verbrauchswerten der Liegenschaften wird hier sichtbar, dass der Emissionsfaktor von Holzpellets deutlich geringer ist als der Emissionsfaktor von Erdgas. Zudem wird erneut die Bedeutung der Liegenschaften deutlich, die in Merdingen mit Abstand den größten Energieverbrauch aufweisen.

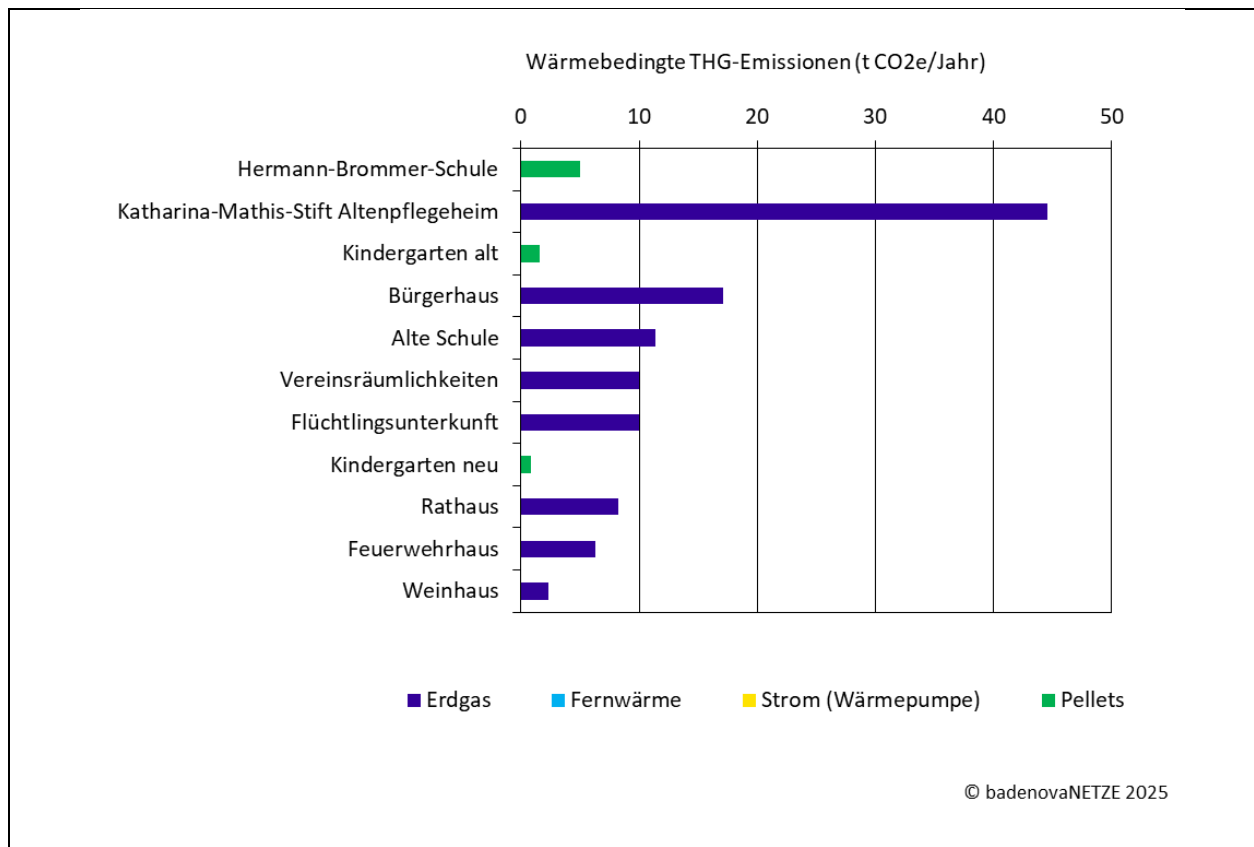


Abbildung 11 – Wärmebedingte THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften Merdingen

3.5 Sektorenkopplung und Strombedarfsdeckung

Bei der kommunalen Wärmeplanung liegt der Fokus auf einer möglichst klimaneutralen Wärmeversorgung. Dabei werden die zwei anderen großen Bereiche der Energiebilanz einer Gemeinde, der Stromverbrauch und die Mobilität, größtenteils ausgeblendet. Allerdings sind diese drei Bereiche nicht gänzlich voneinander zu trennen, denn die Bereiche Mobilität (durch die Verbreitung von Elektroantrieben) und Wärme (durch den Einsatz von Wärmepumpen) werden zunehmend durch Strom gedeckt. Vor diesem Hintergrund wurde auch die lokale Stromerzeugung und der lokale Stromverbrauch bei der Bestandsanalyse betrachtet.

In Merdingen erzeugten PV-Anlagen im Jahr 2021 etwa 1.744 MWh Strom und deckten damit 13 % des Gesamtstromverbrauchs der Gemeinde. Zum Vergleich: Im Jahr 2021 wurden in Baden-Württemberg 30 % des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien erzeugt. Damit lag Merdingen im Referenzjahr unter dem Durchschnitt.

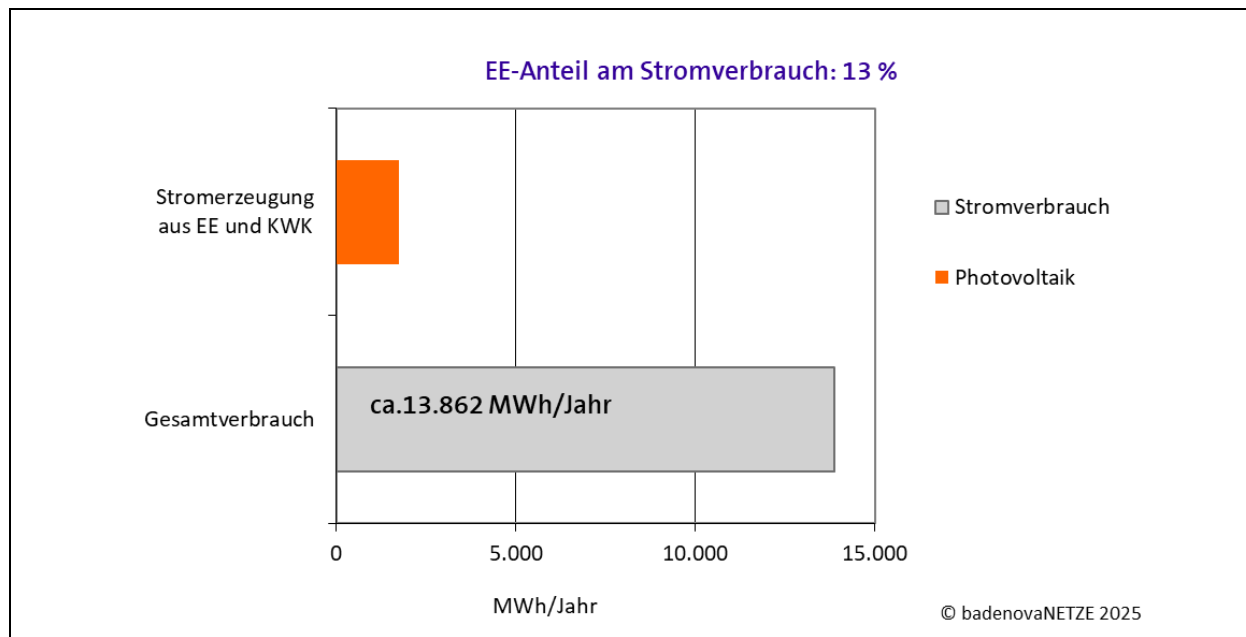


Abbildung 12 – Anteil der lokalen, erneuerbaren Stromerzeugung 2021 im Vergleich zum Stromverbrauch

3.6 Erneuerbare Gase

Im Zuge der Energiewende und dem damit verbundenen Zuwachs einer fluktuierenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bedarf es neuer Möglichkeiten, diese Energie zu speichern. Zusätzlich wird durch den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen der Stromverbrauch im Winter deutlich steigen, während davon auszugehen ist, dass in den Sommermonaten Überschüsse an Strom aus PV-Anlagen erzeugt werden. Um Versorgungssicherheit zu gewährleisten, werden in Zukunft sowohl die kurzfristige als auch die saisonale Speicherung von Überkapazitäten notwendig sein (siehe auch Abschnitt 5.5.1).

Während Batteriespeicher kurzfristige Überkapazitäten decken können und bspw. in der Elektromobilität eingesetzt werden, können auch saisonale Speicher für die Wärmewende entscheidend sein. In diesem Zusammenhang sollen in Zukunft erneuerbare Gase eine zentrale Rolle spielen. Bei der Energie- bzw. Wärmewende werden vor allem drei erneuerbare Gase betrachtet: Wasserstoff, synthetisches Methan und Biomethan (Synonym Bioerdgas). Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die Herstellungsverfahren, Aufbereitungsschritte und Einsatzmöglichkeiten dieser drei Gase.

	Biomethan	Power to Gas (PtG)	
		Synthetisches Methan	Wasserstoff
Herstellung/ Gewinnung	Vergärung verschiedener Substrate zu Biogas	Gewinnung von Wasserstoff durch Elektrolyse unter Einsatz von (überschüssigem EE-) Strom	
Aufbereitung	Aufbereitung des Biogases	Methanisierung u. a. mit CO ₂ zu erneuerbarem Methan	keine weitere Verarbeitung
Einsatz im Erdgasnetz	Einspeisung zu 100 % in das Erdgasnetz möglich und Einsatz wie herkömmliches Erdgas möglich		anteilige Einspeisung in Erdgasnetz möglich

Tabelle 3 – Begriffsabgrenzung erneuerbarer Gase (angelehnt an VKU, (2017))

In Merdingen spielen erneuerbare Gase im Sinne der Tabelle 3 noch keine Rolle.

Insbesondere bei Wasserstoff wird durch eine zusätzliche Bezeichnung die Herkunft bzw. Gewinnungsart gekennzeichnet (vgl. Tabelle 14 in Methodik). Momentan gilt Wasserstoff als einer der zentralen Hoffnungsträger der deutschen und europäischen Energiewende. Wasserstoff kann im Gegensatz zu Strom und Wärme sehr gut über einen langen Zeitraum gespeichert werden und weist eine relativ hohe Energiedichte auf. Wird Wasserstoff aus erneuerbarem Strom erzeugt, ist er zudem nahezu klimaneutral und wird als grüner Wasserstoff bezeichnet (vgl. Methodik 8.4).

Wasserstoff und synthetisches Methan sind ebenso vielseitig einsetzbar wie Erdgas. Auch andere Vorteile wie die Speicherbarkeit und die vorhandene Erdgasverteilinfrastruktur können durch den Einsatz dieser Gase genutzt werden. Synthetische Gase werden jedoch voraussichtlich auch langfristig im Zeithorizont bis 2050 ein knappes Gut bleiben, da auch erneuerbarer Strom nur in begrenzten Mengen zur PtG-Erzeugung zur Verfügung steht bzw. stehen wird.

3.7 Kennzahlen der Bestandsanalyse

In Tabelle 4 sind die wesentlichen Kennzahlen und Ergebnisse der Bestandsanalyse festgehalten.

Beschreibung Kennwert	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch der Haushalte	8,92	MWh/gem. Person
THG-Emissionen der Haushalte	2,25	t CO _{2e} /gem. Person
Endenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften	0,40	MWh/gem. Person
THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften	0,09	t CO _{2e} /gem. Person
Endenergieverbrauch für Wärme für Wohngebäude	0,15	MWh/m ² Wohnfläche
Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte	0,16	MWh/gem. Person
Endenergieverbrauch in GHD und Industrie	27,91	MWh/gem. Person
THG-Emissionen in GHD und Industrie	10,40	t CO _{2e} /gem. Person
Einsatz erneuerbarer Energien nach Energieträgern		
• Energieholz	1,68	MWh/gem. Person
• Solarthermie	0,31	MWh/gem. Person
• Umweltwärme	0,15	MWh/gem. Person
• Sonstige Erneuerbare (Industrie)	-	MWh/gem. Person
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Stromerzeugung	100	%
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Wärmeerzeugung	6,69	%
Anteil erneuerbarer Energien Strombedarf	12,58	%
Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf	6,69	%
Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX)	-	MWh/gem. Person
Stromverbrauch für die Wärmebereitstellung	586	MWh
Fläche solarthermischer Anlagen	0,40	m ² /gem. Person
Fläche PV-Anlagen	4,99	m ² /gem. Person
Stromerzeugung KWK pro Kopf	0,01	MWh/gem. Person
Wärmeerzeugung KWK pro Kopf	0,02	MWh/gem. Person
Installierte Speicherkapazität Strom	1.361,00	MWh
Installierte Speicherkapazität Wärme	k. A.-	
Hausanschlüsse in Gasnetzen	521,00	Anzahl
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gasnetzen	26.940,00	m
Hausanschlüsse in Wärmenetzen	-	Anzahl
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Wärmenetzen	-	m

Tabelle 4 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse

4. Potenzialanalyse

Bei der Wärmewende hat die Senkung des Wärmebedarfs durch die Energieeinsparung und die Erhöhung der Energieeffizienz eine hohe Priorität. Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung muss der verbleibende Wärmeverbrauch durch Energie aus erneuerbaren Quellen, aus Abwärme oder aus synthetischen Brennstoffen, die aus erneuerbaren Energien erzeugt werden, gedeckt werden.

In den folgenden Abschnitten werden diese Potenziale zur klimaneutralen Wärmeversorgung in der Gemeinde Merdingen beschrieben und nach Möglichkeit beziffert. Dabei werden zunächst Potenziale der Energieeinsparung und Energieeffizienz erläutert, die den Energieverbrauch für Wärme senken können. Anschließend werden Potenziale zur Deckung des Wärmeverbrauchs durch lokale erneuerbare Energien erläutert. Da davon auszugehen ist, dass in diesem Zusammenhang der Stromverbrauch für Wärmeerzeugung steigen wird, werden zusätzlich die Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien aufgezeigt. Abschließend werden Potenziale zur Anwendung und Erzeugung von synthetischen Brennstoffen erläutert.

4.1 Energieeinsparung

Energieeinsparung bedeutet, durch einen bewussten und verantwortungsvollen Umgang mit Energie den Verbrauch zu reduzieren. Obwohl die Möglichkeiten zur Einsparung bekannt sind, ist die Umsetzung oft schwierig, da sie nicht allein durch technische Maßnahmen erreicht werden kann. Vielmehr hängt sie vom täglichen Verhalten aller Nutzer ab. Dieses Verhalten wird stark von Gewohnheiten sowie sozialen und psychologischen Faktoren beeinflusst, was eine Änderung erschwert. Dennoch ist Energieeinsparung ein wichtiger Bestandteil der Wärmewende. Im folgenden Abschnitt werden Möglichkeiten beschrieben, durch die der Wärmebedarf gesenkt werden kann.

4.1.1 Senkung des Wärmebedarfs durch Nutzerverhalten

Durch verändertes Nutzerverhalten kann in Gebäuden Wärmeenergie eingespart werden.

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 im Gewerbesektor (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).

4.2 Steigerung der Energieeffizienz

4.2.1 Effizienz der Heizungssysteme

Durch die Kombination verschiedener Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz von Heizsystemen kann durchschnittlich 8-15 % Energie eingespart werden. Dies beziffert eine Studie des Instituts für Technische Gebäudeausrüstung (ITG) Dresden (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 Nachtabenkung 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. Ist der hydraulische Abgleich durchgeführt worden, lassen sich bis zu 3 % Energie einsparen. Der hydraulische Abgleich ist erforderlich, damit durch alle Heizkörper die notwendige Wassermenge fließen kann.

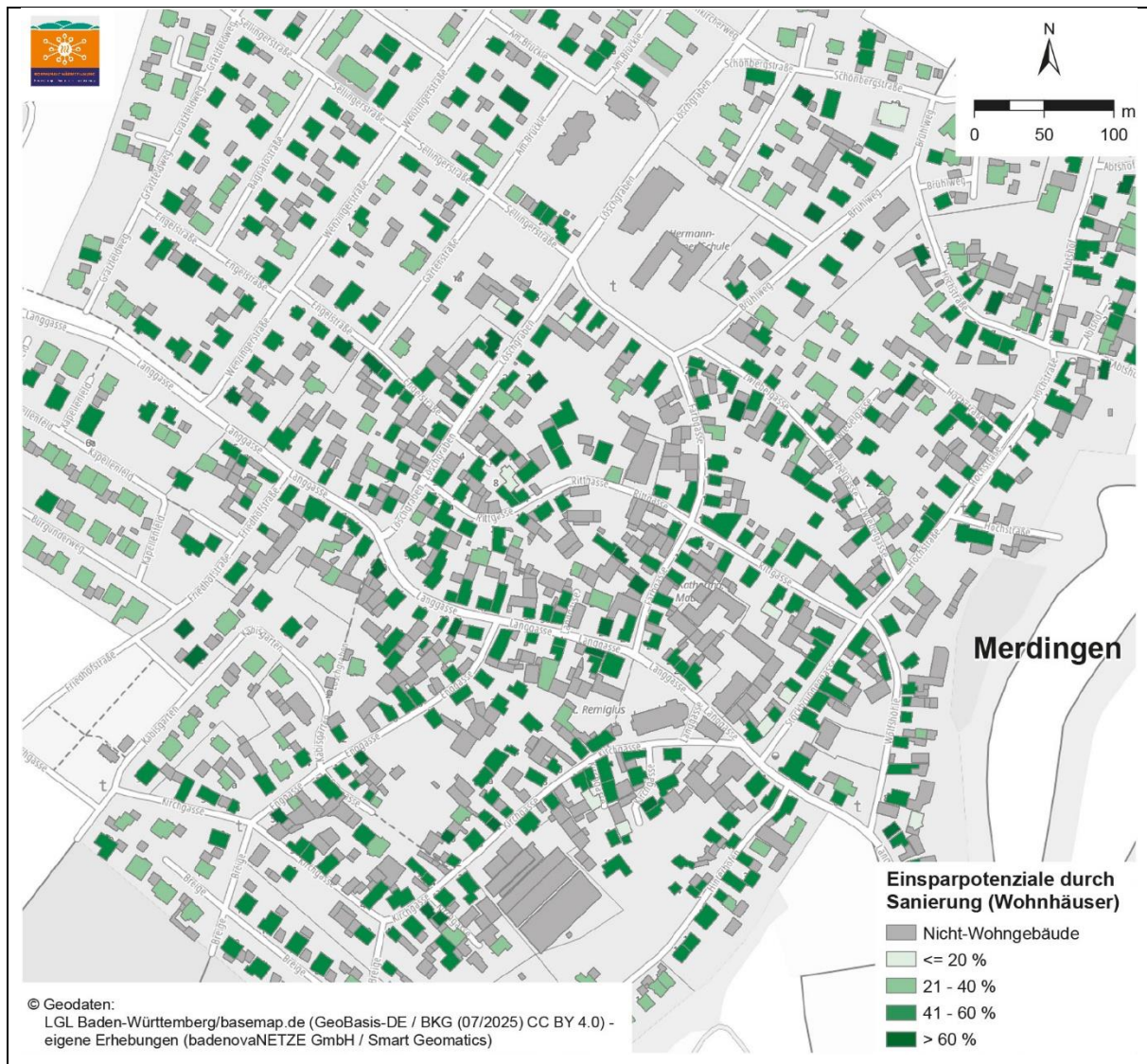
Alle diese Maßnahmen sind vor allem für einen effizienten Betrieb von Wärmepumpen in Bestandsgebäuden unverzichtbar. Die Vergrößerung von Heizflächen durch neue und größenangepasste Heizkörper kann in manchen Fällen ausreichen, um auch ältere Gebäude für einen Betrieb von Wärmepumpen zu ertüchtigen. Gerade in alten Gebäuden sind die Heizkörper in vielen Fällen überdimensioniert, so dass sie jetzt schon für den Wärmepumpenbetrieb geeignet sein können und eine Vergrößerung der Heizfläche oder der Einbau von Fußbodenheizungen nicht notwendig ist.

4.2.2 Monitoring und Optimierung der technischen Anlagen

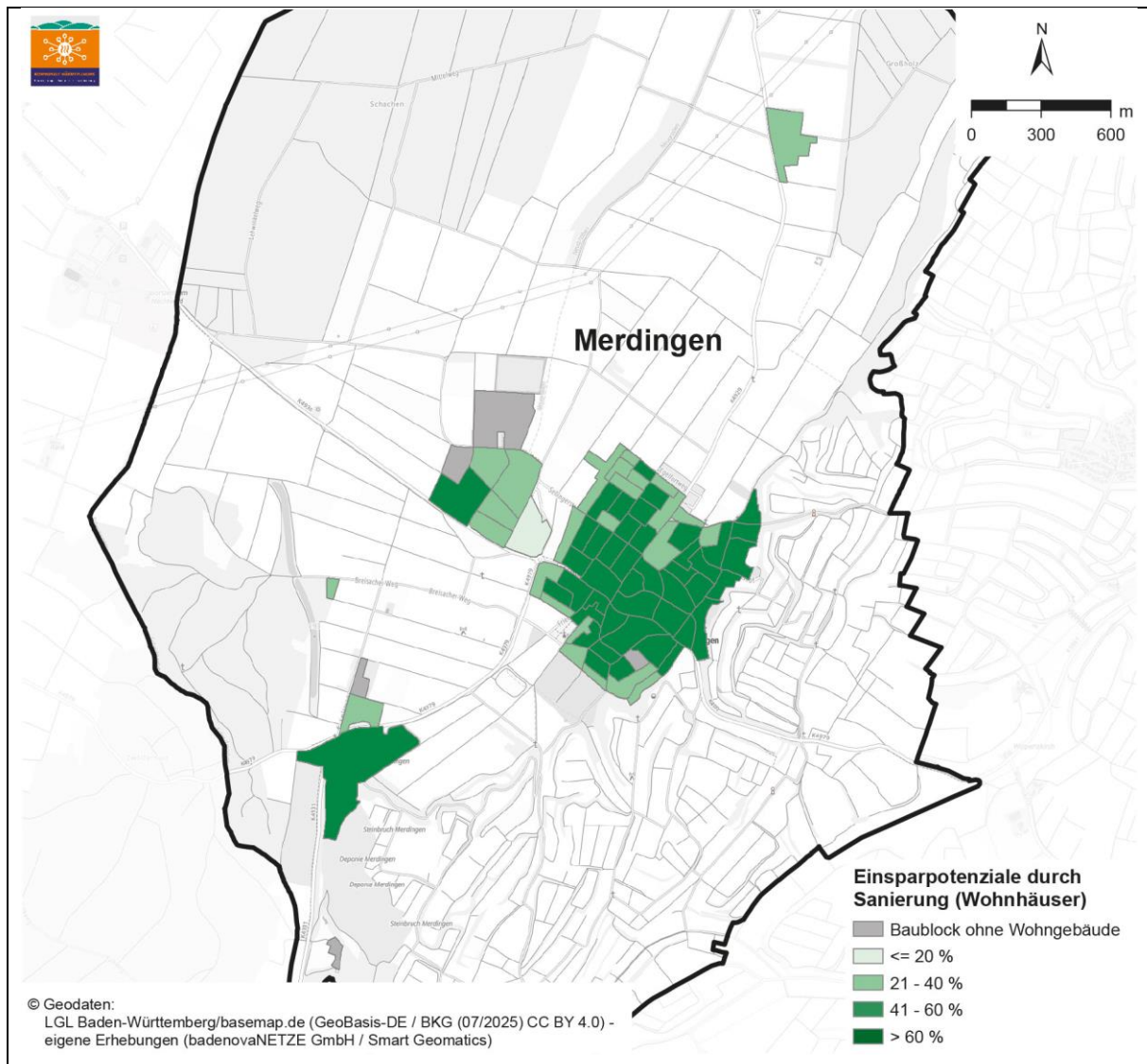
Bei Nicht-Wohngebäuden (Gewerbe, Industrie oder öffentliche Liegenschaften) kann die Effizienz und Funktionsweise von technischen Anlagen mit Hilfe eines Monitorings durch engmaschige Kontrollen überprüft und mit geeigneten Gegenmaßnahmen bis zu 10 % Energie eingespart werden. Die Nutzung einer Gebäudeautomation 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 Präsenz 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).

4.2.3 Energetische Sanierung der Wohngebäude und Nichtwohngebäude

Die energetische Sanierung von Gebäuden bietet einen großen Hebel, um den Raumwärmebedarf der Gebäude zu senken. In Merdingen wurden 71 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutzverordnung 1984 erbaut, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte. Anhand der Klassifizierung der Gebäude in Gebäudetypen (Gebäudealtersklasse und Gebäudeart) wurde, ausgehend vom Gebäudewärmebedarf, das Potenzial durch die energetische Sanierung für jedes Gebäude berechnet. 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. Karte 10 zeigt mit einem Ausschnitt des digitalen Zwillings die Einsparpotenziale durch energetische Sanierung für einzelne Gebäude in Merdingen. Karte 11 fasst die Sanierungspotenziale der gesamten Gemeinde in Baublöcken zusammen.



Karte 10 – Ausschnitt der Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude



Karte 11 – Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude auf Baublockebene

In Summe könnten 43 % des aktuellen Wärmebedarfs der Wohngebäude eingespart werden, wenn alle Wohngebäude auf den aktuellen Stand des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) modernisiert werden. In Abbildung 13 sind sowohl der aktuelle Wärmeverbrauch der Wohngebäude (links) sowie das mögliche Einsparpotenzial (rechts) für die gesamte Gemeinde Merdingen grafisch zusammengefasst. Durch die weitere Sanierung der Wohngebäude und der damit einhergehenden Energieeinsparung könnten die THG-Emissionen jährlich um 1.706 t CO_{2e} gesenkt werden. Dies entspricht 5 % der gesamten THG-Emissionen der Gemeinde im Jahr 2021.

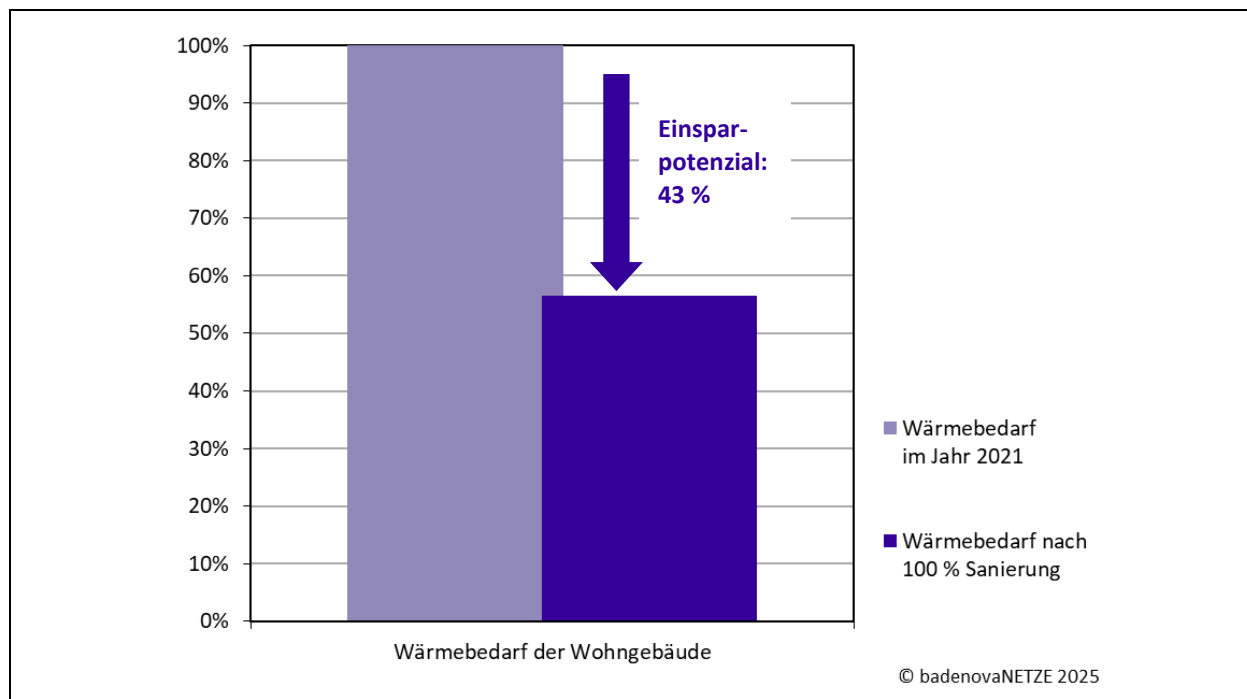


Abbildung 13 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

4.2.4 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Zur Ermittlung von Einsparpotenzialen bei energetischen Sanierungsmaßnahmen wurde eine Gebäudetypisierung der Wohngebäude in Merdingen vorgenommen. Diese Gebäudetypisierung nach der Methodik des IWU ermöglicht eine vereinfachte Abbildung des Wohngebäudebestands und dient als Grundlage zur Berechnung konkreter Sanierungspotenziale (IWU, 2005).

Um die Sanierungspotenziale für Gebäudeeigentümer greifbar und nutzbar zu machen, wurden für die häufigsten Gebäudetypen der Gemeinde sogenannte Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen erstellt. Eine Auflistung und methodische Hinweise finden sich im Abschnitt 8.5.1.

Die Gebäudesteckbriefe zeigen beispielhaft Mustersanierungen am jeweiligen Gebäudetyp auf und beschreiben somit die Potenziale zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle und zur Optimierung bzw. Umstellung der Wärmeversorgung konkret für den jeweiligen Gebäudetyp. Die jeweils vierseitigen Gebäudesteckbriefe stellen die wichtigsten Daten der einzelnen Beispielgebäude zusammen und bieten eine übersichtliche Darstellung des Ist-Zustands und der durch energetische Modernisierung erzielbaren Energieeinsparungen. Darüber hinaus werden beispielhafte technische Anlagenlösungen und die damit einhergehenden Investitionskosten dargestellt. Auf der letzten Seite sind abschließend entsprechende Hinweise zu Förderprogrammen und gesetzlichen Rahmenbedingungen zu finden.

Ziel der Steckbriefe ist es, Gebäudeeigentümern eine erste Übersicht und Hilfestellung für den Einstieg in die Themen Energieeffizienz des Gebäudes und des Heizsystems zu bieten. Im optimalen Fall wird dies gefolgt von einer Energieberatung durch einen neutralen Energieeffizienzexperten vor Ort.

Im Anhang 11.2 ist beispielhaft der Gebäudesteckbrief für ein Einfamilienhaus mit einem Baualter zwischen 1958 und 1968 (Baualtersklasse E) abgebildet. Alle 24 im Rahmen des kommunalen Wärmeplans erarbeiteten Gebäudesteckbriefe werden der Gemeinde digital zur Verfügung gestellt. So können diese auf der Homepage der Gemeinde veröffentlicht oder im Rahmen von Veranstaltungen und Sanierungskampagnen den Bürgern von Merdingen zur Verfügung gestellt werden.

4.2.5 Einsparpotenzial der Raumwärme der kommunalen Liegenschaften

Die Energie- und THG-Bilanz der Gemeinde Merdingen weist einen Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften von ca. 783 MWh im Jahr 2021 aus. Unter Anwendung der Studie des ITG Dresden zur Steigerung der Effizienz von Heizsystemen (Rehmann, et al., 2022) kann ein Einsparpotenzial von durchschnittlich 8-15 % angesetzt werden, so dass ohne Gebäudesanierungen der Verbrauch um 63-117 MWh/Jahr gesenkt werden kann. Zusätzlich kann der Energieverbrauch der kommunalen Liegenschaften durch Sanierung bzw. Dämmung der Gebäudehülle sowie durch die Umstellung auf effiziente Heizsysteme deutlich reduziert werden.

4.2.6 Prozesswärme

Wesentliche Effizienzpotenziale bei der Prozesswärme im Gewerbesektor bieten diverse Modernisierungs- und Optimierungsmaßnahmen, durch die der Energieverbrauch um bis zu 15 % gesenkt werden kann. Der Einsatz von energieeffizienten Anlagenkomponenten, wie drehzahlgeregelten Pumpen und Ventilatoren, regelbaren Brennern und großen Wärmeübertragungsflächen, stellen schnelle und wirkungsvolle 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 4.3.6).

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 Solarthermieranlagen kann vorhandene Energie effizienter genutzt werden.

Die örtlichen Potenziale zur Senkung des Prozesswärmebedarfs lassen sich nur durch eine Untersuchung der bestehenden Anlagen und Prozesse der jeweiligen Betriebe in Merdingen genau beziffern. Eine solche Erhebung ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht vorgesehen.

4.3 Erneuerbare Energien für die Wärmeversorgung

Um einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, sollte der verbleibende Wärmebedarf nach Einspar- und Effizienzmaßnahmen möglichst treibhausgasneutral durch erneuerbare Energieträger gedeckt werden. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden daher die lokal verfügbaren erneuerbaren Energieträger auf ihre Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung untersucht und nach Möglichkeit beziffert. In diesem Kapitel 4.3 werden die Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung beschrieben. Das folgende Kapitel 4.4 widmet sich anschließend den Potenzialen zur erneuerbaren Stromerzeugung.

Die untersuchten erneuerbaren Wärmequellen auf der Gemarkung der Gemeinde Merdingen sind Biomasse, oberflächennahe Erdwärme, Tiefengeothermie, Umweltwärme, Solarthermie und Abwärme aus Gewerbe und Abwasser.

4.3.1 Biomasse

Bei der energetischen Nutzung der Biomasse kann zwischen Energieholz und Biogas unterschieden werden. Energieholz in Form von Stückholz, Holzpellets oder Holzhackschnitzel wird aus der Forstwirtschaft sowie der Holzverarbeitenden Industrie gewonnen und wird hauptsächlich für die Wärmeerzeugung genutzt, während Biogas aus verschiedenen Substraten, vor allem aus der Landwirtschaft, erzeugt werden kann und sowohl für die Erzeugung von Strom als auch von Wärme genutzt wird. Im Rahmen dieser Studie wurde das Potenzial an Biomasse (Biogas und Energieholz) für die energetische Nutzung innerhalb des Gemarkungsgebiets durch eine empirische Erhebung ermittelt.

In den folgenden Abschnitten werden die lokal verfügbaren Potenziale zur Erzeugung von Biogas und zur energetischen Verwertung fester Biomasse (Energieholz) in Merdingen beschrieben. Es wird das technische Potenzial zur Energieerzeugung anhand des Massenaufkommens der ermittelten Reststoffe quantifiziert.

4.3.1.1 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Landwirtschaft

Die Ermittlung der Biogaspotenziale erfolgte mithilfe statistischer Kennzahlen sowie einer Befragung bei ausgewählten Betrieben, Landwirten und Winzern. Laut dem Statistischen Landesamt wurde im Jahr 2021 in der Gemeinde Merdingen eine Fläche von 559 ha landwirtschaftlich genutzt (STALA (2024)). Bei der Bewirtschaftung dieser Flächen entstehen unterschiedliche Reststoffe, die sich für den Betrieb einer Biogasanlage eignen. Tabelle 5 gibt eine Übersicht dieser Reststoffe und deren energetischen Potenziale in der Gemeinde.

Die Nutzung von tierischen Exkrementen als Biogassubstrat ist ökologisch sinnvoll, denn die vergorene Gülle bzw. der ausgefaulte Festmist kann nach der Nutzung in einer Biogasanlage in Form von Biogasgülle als hochwertiger organischer Dünger auf das Feld ausgebracht werden. Anhand der vom Statistischen Landesamt angegebenen Tierbestände in der Gemeinde wurde ein energetisches Potenzial der tierischen Exkremente ermittelt (vgl. Tabelle 5).

Eine ökologische Bewertung der Nutzung dieser Biomasse ist abhängig von der Tatsache, ob diese Reststoffe als organischer Dünger oder zur Tierernährung genutzt werden. Im ersten genannten Fall stellt die Nutzung dieser Reststoffe in einer Biogasanlage eine Wertschöpfung dar, da am Ende des Biogasprozesses erneut ein hochwertiger Dünger entsteht. Bei Letzterem ist eine Falluntersuchung notwendig, ob die als Tierfutter genutzte Biomasse kostengünstig und unter ökologischen Gesichtspunkten äquivalent substituiert werden kann.

Landwirtschaft	Anbaufläche (ha) (Quelle: STALA 2021)	Energetisches Potenzial (MWh/Jahr)
Ackerpflanzen	378	2.198
Dauergrünlandflächen	20	93
Obstanbau	0	0
Rebland	156	204
Landschaftspflegematerial	k. A.	k. A.
Viehhaltung	Tiere (Quelle: STALA 2021)	Energetisches Potenzial (MWh/Jahr)
Tierische Exkremente	Hühner, Pferde, Rinder, Schweine, Schafe	0

Tabelle 5 – Energetisches Potenzial der landwirtschaftlichen Reststoffe und tierischen Exkremente in Merdingen

4.3.1.2 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen

Eine energetische Nutzung von Rest- und Abfallstoffen ist aus ökologischer Sicht sehr attraktiv, da keine Konkurrenz zu Nahrungsmitteln besteht und es sich teilweise um Stoffe handelt, die bisher entsorgt werden müssen.

Die Nutzung der organischen Abfälle der Haushalte der Gemeinde Merdingen birgt zwar ein energetisches Potenzial von ca. 240 MWh/Jahr, die Verwertung in einer Biogasanlage in Merdingen wird jedoch in dieser Studie ausgeschlossen, da die Entsorgung dieser Abfälle in der Verantwortung des Landkreises Breisgau-Hochschwarzwald liegt.

Betriebe mit organischen Reststoffen haben laut den Erhebungen und Befragungen bereits bestehende Verwertungspfade (v.a. Verbrennung) oder die Abfälle werden außerhalb der Gemeindet weiterverarbeitet.

4.3.1.3 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

Insgesamt ergibt sich für Merdingen ein technisches Biogaspotenzial von 2.495 MWh/Jahr, was im Rahmen einer Stromerzeugung einem elektrischen Erzeugungspotenzial von ca. 948 MWh/Jahr und einer Leistung mit ca. 139 kW_{el} entsprechen würde (vgl. Methodik 8.5.2).

Eine Investition in eine Anlage zur Nutzung oben genannter Reststoffe ist aufgrund der aufwendigen Abgasreinigung erst ab einer Mindestgröße wirtschaftlich vertretbar. Das wirtschaftliche Potenzial einer Biogasanlage in Merdingen sollte daher zunächst geprüft werden. Eine solche Prüfung ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung nicht vorgesehen.

4.3.1.4 Energieholz

Die Quantifizierung der kommunalen Energieholzpotenziale konnte einerseits durch konkrete Holzeinschlagsdaten, andererseits auf Basis von Erfahrungsberichten der zuständigen Forstverwaltung durchgeführt werden.

In Merdingen beläuft sich die gesamte Waldfläche auf 314 ha. Das eingeschlagene Holz wird teilweise energetisch genutzt und als Hackschnitzel (ca. 150 fm/Jahr) und Brennholz (330 fm/Jahr) verwendet. Zusätzlich werden ca. 280 fm/Jahr stofflich genutzt. Auf Grundlage der Informationen des zuständigen Forstamtes kann festgestellt werden, dass die kommunale Waldfläche der Gemeinde Merdingen bereits nachhaltig bewirtschaftet wird und der ungenutzte Zuwachs dem Wiederaufforstungsprogramm

unterliegt. Das Waldrestholz dient durch den hohen Nährstoffgehalt dem Erhalt der Bodenfruchtbarkeit der Wälder und verbleibt im Wald. Zusätzlich nutzbare energetische Potenziale sind daher nicht vorhanden.

4.3.2 Oberflächennahe Geothermie

Bei der oberflächennahen Geothermie werden die Erdwärmepotenziale betrachtet, die in bis zu 400 m Tiefe erschließbar sind. Diese sind ausschließlich zur Wärmeversorgung und nicht zur Stromerzeugung vorgesehen. Dabei wird die in oberflächennahen Erdschichten vorhandene niedrigtemperierte Wärme mit einer Sole aufgenommen und in einem Kühlmittelkreislauf mittels einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gehoben. Dieses ermöglicht das Heizen eines Gebäudes. In Abbildung 14 sind die verschiedenen Techniken zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden mit Erdwärme dargestellt. Welches System seine Anwendung findet, hängt wesentlich vom Bedarf, von den Untergrundverhältnissen und von der zur Verfügung stehenden Fläche ab. Für gewerbliche Zwecke, größere Gebäude und Gebäudegruppen bieten sich Erdwärmesonden und Grundwasserbrunnen an. Bei Einfamilienhäusern sind vor allem Erdwärmesonden oder auch Kollektorsysteme sinnvoll, letzteres allerdings nur in sehr begrenztem Maße.

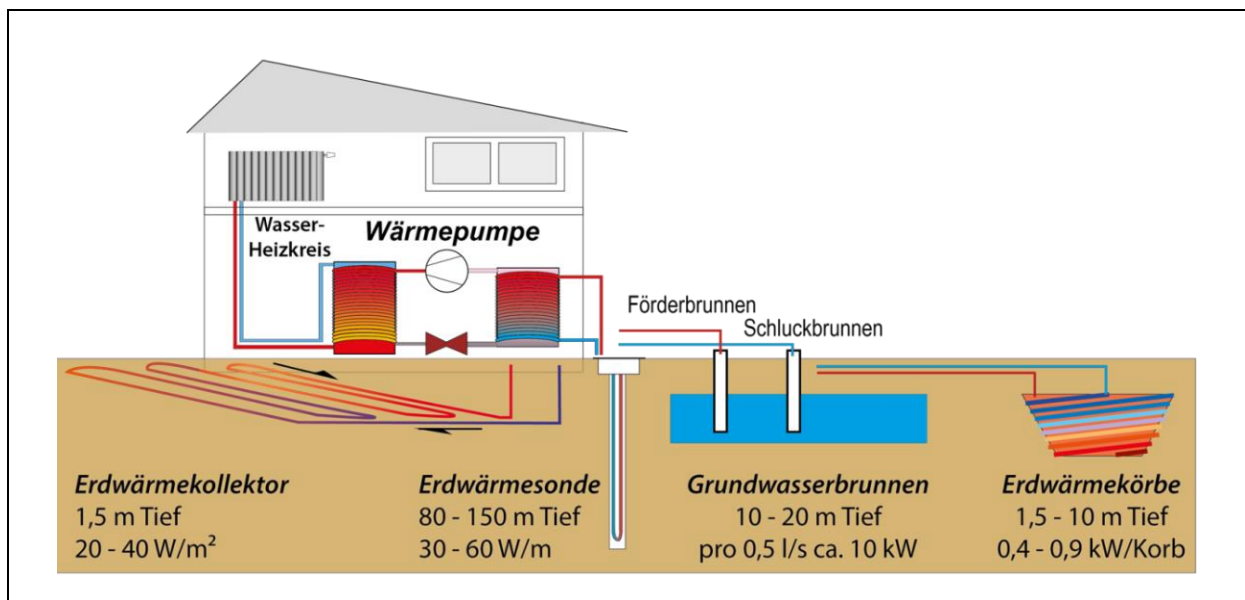


Abbildung 14 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

Die oberflächennahe Geothermie kann im Siedlungsgebiet der Gemeinde Merdingen genutzt werden. Der Untergrund besteht oberflächennah bis in 20 m Tiefe aus den sandig-schluffigen Kiesen der Neuburg-Formation (Quartär), die gut wasserdurchlässig sind. Das im Nordwesten gelegene Gewerbegebiet kann dieses Grundwasser als Wärmequelle verwenden. Unter dem Quartär lagern im Wesentlichen Mergel, Kalksande und Tone des Tertiärs. Das Abteufen in die Tertiärgesteine des Oberrheingraben wird behördlich restriktiv gehandhabt. Hier könnten Anhydrit führende Salzgesteine im tieferen Untergrund auftreten, die einen Abbruch der Bohrung bedingen, wenn diese angebohrt werden. Am morphologischen Rand der Siedlungen zum Tuniberg können zudem mesozoische Kalksteinschichten auftreten, in denen Karsthohlräume zu erwarten sind. Überlagert werden diese Kalksteine von bis zu 5 m mächtigem Löss (vgl. Abbildung 15). In den Siedlungsbereichen sind keine Wasserschutzzonen ausgewiesen.

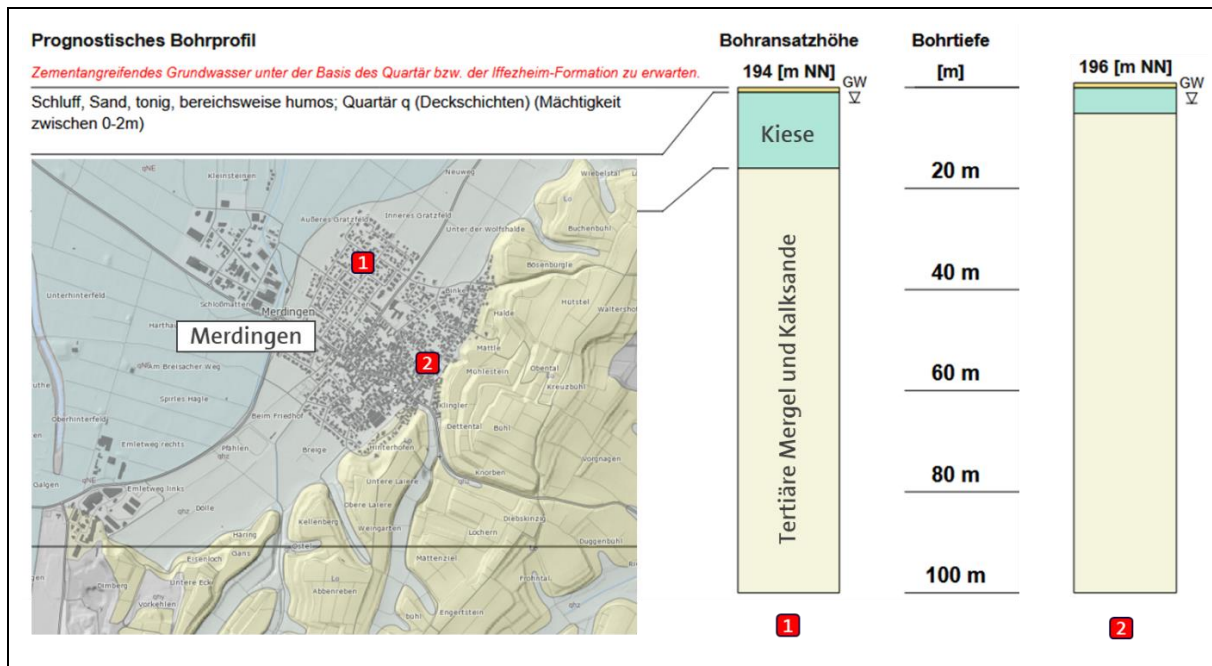


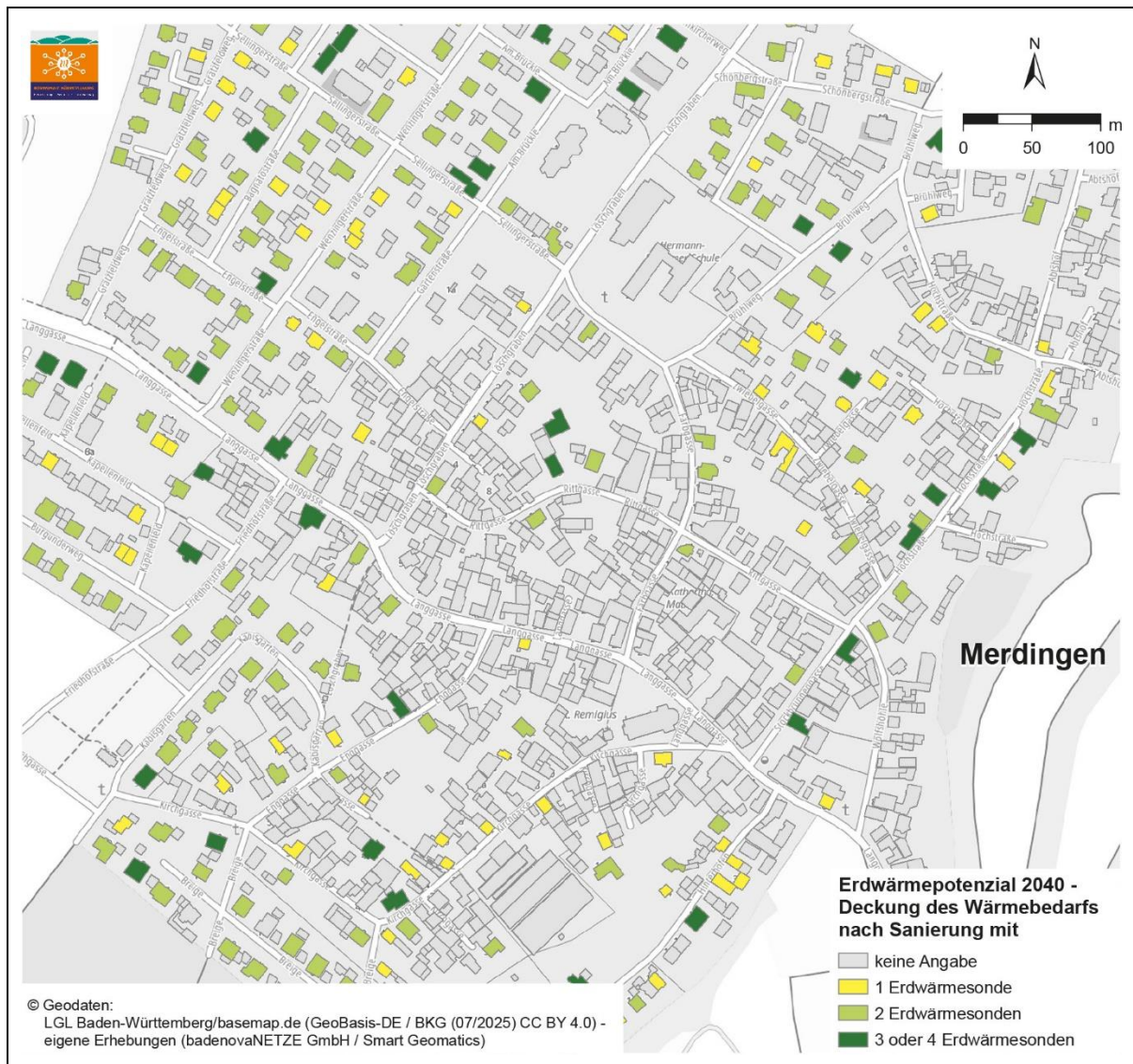
Abbildung 15 – Beispielhafte geologische Profilabfolgen bei Merdingen nach LGRB

4.3.2.1 Erdwärmesonden

Geologisch betrachtet bietet der Untergrund von Merdingen ein mäßiges bis gutes Potenzial für die Anwendung von Erdwärmesonden. Die Wärmeleitfähigkeiten des oberflächennahen Untergrundes und die geologisch bedingten thermischen Entzugsleistungen von Sonden liegen aufgrund der lithologischen Gegebenheiten im gut geeigneten Bereich (vgl. Methodik 8.5.4). Im Allgemeinen ist der Untergrund in Merdingen für die Abteufung von Erdwärmesonden mit geringem bohrtechnischem Risiko behaftet. Das Antreffen von Anhydrit oder von Hohlräumen würde jedoch das Umsetzen oder den Abbruch der Bohrung bedingen, wodurch ein wirtschaftliches Risiko gegeben ist.

Das technische Potenzial zur Deckung des Wärmeverbrauchs der Wohngebäude über Erdwärmesonden liegt in Merdingen aktuell bei ca. 10.419 MWh/Jahr, was ca. 54 % des Wärmebedarfs der Wohngebäude entspricht. Bis zum Jahr 2040 erhöht sich dieser Anteil aufgrund der Gebäudesanierungen auf ca. 63 % des dann erwarteten Wärmebedarfs.

In Karte 12 wird das Potenzial je Wohngebäude angegeben. Der Ausschnitt zeigt die Wohngebäude, die ihren Wärmebedarf nach Sanierung mit Erdwärmesonden decken könnten. Eine geothermische Bedarfsdeckung konzentriert sich vor allem auf die Wohngebiete mit überwiegend Einfamilienbebauung. Karte 12 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 Oberrheingraben berücksichtigt. Gebäude, die mehr als vier Erdwärmesonden benötigen, sollten mit anderen Energieträgern versorgt werden, da die Wirtschaftlichkeit einer Erdwärmeheizung voraussichtlich nicht gegeben ist.



Karte 12 – Ausschnitt des Erdwärmepotenzials der Wohngebäude im Jahr 2040 (nach Sanierung)

4.3.2.2 Grundwasser

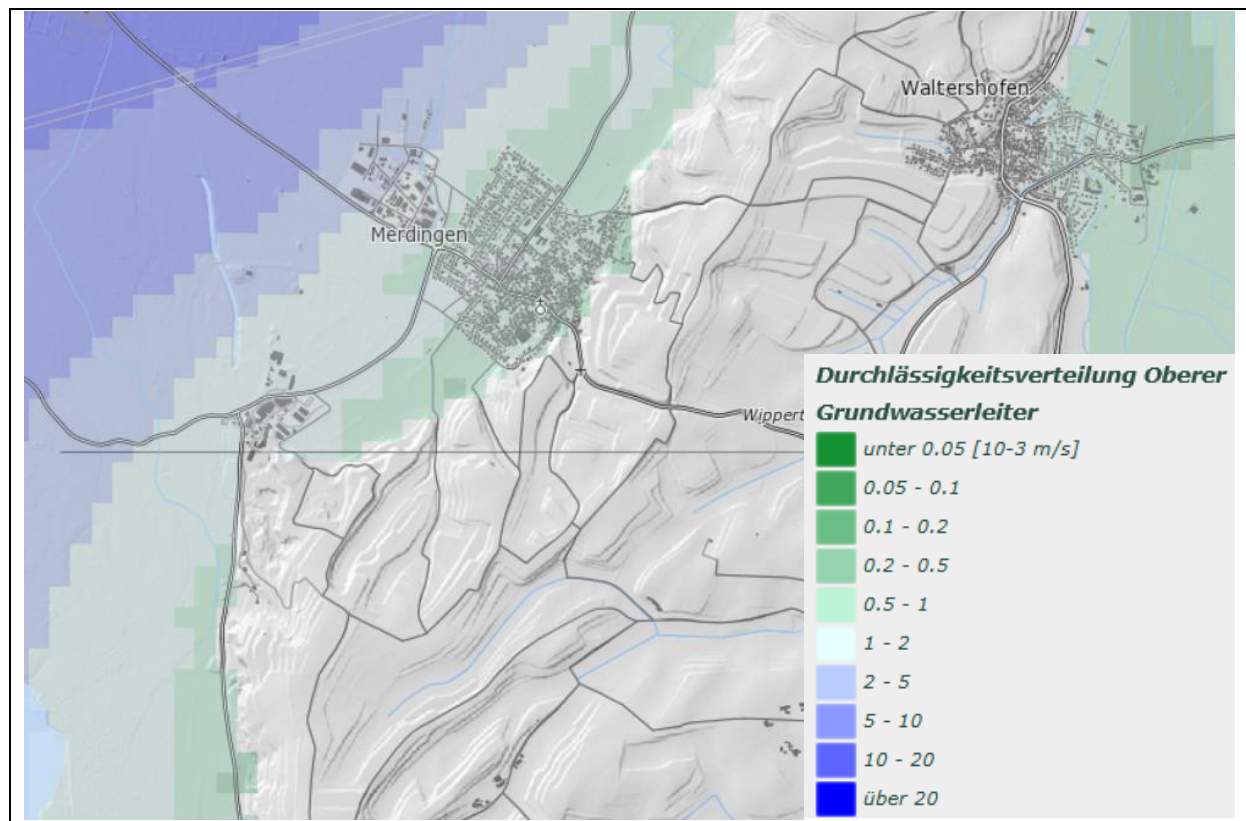
Die oberflächennahe Geologie ist auf der Gemarkung Merdingen zum einen von jungquartären Flusskiesen und Sanden, zum anderen, im tieferen Untergrund, von kalksandigen und mergeligen Tertiärgesteinen geprägt. Die hydrologischen Ergiebigkeiten werden vom LGRB mit sehr hoch angegeben, die Durchlässigkeitsbeiwerte liegen ebenfalls auf hohem Niveau (Karte 13). Stellenweise steht das Grundwasser bei Merdingen unter hohem Druck. Für eine zentrale Wärmeversorgung könnte folglich auf Grundwasser als Energieträger zurückgegriffen werden. Insgesamt liegt ein hohes nutzbares Potenzial für die großflächige Nutzung des Grundwassers mittels Brunnenanlagen in Merdingen vor.

4.3.2.3 Risiken der oberflächennahen Geothermie

Es werden folgende Bohrrisiken innerhalb der Gemarkung Merdingen angegeben:

- Bohr- und ausbautechnische Schwierigkeiten wegen möglicher Karsthohlräume und Spalten
- Auftreten von Anhydrit
- Zementangreifendes Grundwasser
- Gasaustritt
- Artesisch gespanntes Grundwasser

Insgesamt sind keine Bohrrisiken zu erwarten, die nicht technisch handhabbar wären. Allerdings können diese wirtschaftliche Risiken nach sich ziehen.



Karte 13 – Karte der hydrologischen Durchlässigkeiten in Merdingen und Umgebung (LGRB)

4.3.3 Tiefengeothermische Potenziale

Bei der Tiefengeothermie werden die Erdwärmepotenziale betrachtet, die ab einer Tiefe von mehr als 400 m nutzbar sind. Dabei wird die in tiefen Erdschichten vorhandene hochtemperierte Wärme über hydrothermale oder petrothermale Verfahren durch Bohrungen erschlossen und zur Strom- oder Wärmeversorgung genutzt. Die Wärmeenergie wird dann über Wärmeüberträger auf ein Wärmenetz übertragen, um Gebäude und Industrieanlagen zu beheizen.

Die potenziellen Thermalwasserhorizonte sind bei Merdingen nicht in ausreichender Tiefe vorhanden, so dass die Anwendung der hydrothermalen Geothermie dort nicht in Frage kommt.

Insgesamt ist auch eine petrothermale Exploration für Merdingen vor dem Hintergrund der Kosten, des Gesamtaufwandes und des relativ geringen Wärmeabsatzes als unwirtschaftlich anzusehen. In Folge der hydraulischen Stimulierung, die bei petrothermalen Explorationen vorgesehen sind, könnten Mikrobeben zu Gebäudeschäden führen.

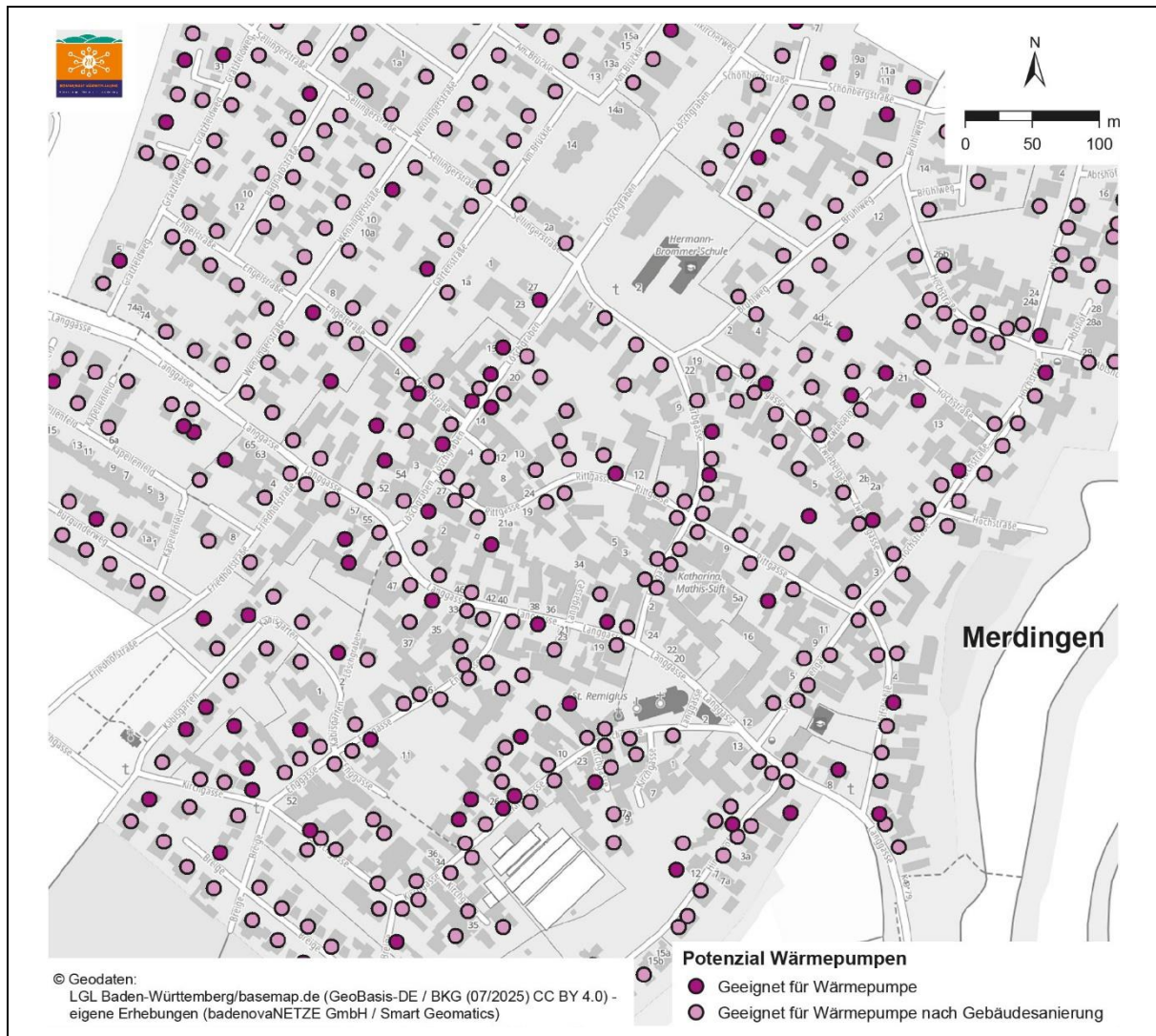
Während auf der Gemarkung der Gemeinde kein lokales Potenzial zur Gewinnung von Wärme aus der Tiefengeothermie besteht, wird momentan eine tiefengeothermische Anlage in der Nähe von Merdingen geplant. Das Projekt Erdwärme Breisgau der badenovaWÄRMEPLUS befindet sich in einer fortgeschrittenen Planungsphase. Das Zielgebiet für die Förderung wurde auf die Gemarkung der Stadt Hartheim konkretisiert. Der geplante Standort für die überirdische Anlage liegt nördlich der Stadt Hartheim. Die gewonnene Wärme soll perspektivisch über Transportleitungen bis nach Freiburg geleitet werden (badenova AG & Co. KG, 2024). Da Merdingen geografisch nicht im direkten Verlauf dieser Transporttrasse liegt, ist die Anbindung eines Wärmenetzes der Gemeinde Merdingen an die Geothermieleitung nicht möglich.

4.3.4 Umweltwärme

Umweltwärme ist die in der Umgebung gespeicherte Wärmeenergie, die aus natürlichen Quellen wie Luft und Wasser stammt. Diese Wärme kann durch Technologien wie Luft-Wärmepumpen und Wasser-Wärmepumpen genutzt werden, um Gebäude zu heizen und zu kühlen.

Das auf Basis eines Wärmepumpenkatasters der badenovaNETZE GmbH berechnete Gesamtpotenzial für Luft/Wasser-Wärmepumpen im Sektor Haushalte beträgt ca. 5.777 MWh/Jahr bezogen auf den heutigen Gebäudewärmebedarf und auf den heutigen Sanierungsstand der Wohngebäude. Das entspricht einer potenziellen Abdeckung des Wohngebäude-Wärmeverbrauchs von ca. 30 %. Bis in das Jahr 2040 kann dieser Anteil durch die Gebäudesanierung auf ca. 9.655 MWh/Jahr gesteigert werden, was dann einen Deckungsanteil von bis zu 58 % bei den Privathaushalten 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 Merdingen 1,8 % des Wohngebäude-Wärmeverbrauchs mit Wärmepumpen auf Basis von Umwelt- und Erdwärme gedeckt.

Karte 14 zeigt in einem Ausschnitt der Stadt die Wohngebäude, die ihren Wärmebedarf mit einer Wärmepumpe decken könnten. Die Farbabstufungen zeigen, ob der Einsatz einer Wärmepumpe ohne weiteren, mit mittlerem oder mit hohem Sanierungsaufwand am Gebäude möglich wäre.



Karte 14 – Ausschnitt des Wärmepumpenpotenzials der Wohngebäude in Merdingen

Eine weitere Möglichkeit der Nutzung von Umweltwärme sind Oberflächengewässer wie Flüsse und Seen. Auf Gemarkung von Merdingen sind jedoch keine ausreichend großen Gewässer vorhanden.

4.3.5 Solarthermie

Die Gemeinde Merdingen hat aufgrund ihrer Lage in Süddeutschland eine günstige Solareinstrahlung, welche für die Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden kann. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei bis zu 1.152 kWh/m² und damit über dem bundesdeutschen Durchschnitt (LUBW, (2023)). Im Jahr 2021 wurden in Merdingen rund 1,0 % des Wärmeverbrauchs durch Solarthermieanlagen gedeckt.

Bei der Ermittlung der Potenziale zur Erzeugung von Wärme aus Solarenergie stehen Dachflächenpotenziale im Vordergrund, da bei der Erschließung dieser Potenziale kein zusätzlicher Flächenverbrauch bzw. keine Versiegelung von Flächen erforderlich ist. Zudem kann die erzeugte Wärme direkt im Gebäude genutzt werden. Solche Anlagen sind bereits etabliert und Richtwerte für das Erzeugungspotenzial und die Wirtschaftlichkeit verfügbar, so dass sich das Potenzial auch zuverlässig ermitteln lässt.

4.3.5.1 Wärmeerzeugungspotenziale auf bestehenden Dachflächen

Die Solarstrahlung auf Dachflächen kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (PV) genutzt werden. Bei der Berechnung des solarenergetischen Potenzials der LUBW wird davon ausgegangen, dass das zur Verfügung stehende Dachflächenpotenzial vollständig zur Erzeugung von Strom durch PV-Module genutzt wird. Um die Potenziale zur Erzeugung von Wärme zu berücksichtigen, wurde in dieser Studie davon ausgegangen, dass das Dachflächenpotenzial nicht vollständig mit PV-Modulen belegt wird, sondern zusätzlich Wärme durch Solarthermie erzeugt wird. Etwa 60 % des Warmwasserbedarfs eines Wohngebäudes kann in der Regel durch Solarthermieanlagen erzeugt werden. Das wirtschaftliche Potenzial zur Wärmeerzeugung mit Solarthermie auf Dachflächen wurde anhand dieser Kennzahl berechnet. Für die Berechnung der Potenziale zur Stromerzeugung auf Dachflächen (siehe Abschnitt 4.4.3) wurden dementsprechend die Potenzialflächen für die Wärmeerzeugung vom Gesamtpotenzial abgezogen.

Die Potenziale zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung durch Solarthermie belaufen sich zusätzlich zu den Bestandsanlagen (793 MWh) auf 1.878 MWh und damit auf insgesamt rund 2 % des gesamten Wärmeverbrauchs der Gemeinde. Durch die Ausschöpfung des Potenzials und der erhöhten Erzeugung von Solarwärme könnten, im Vergleich zum mittleren Emissionsfaktor des Wärmeverbrauchs, insgesamt 345 t CO_{2e}/Jahr vermieden werden.

4.3.5.2 Wärmeerzeugungspotenziale auf Freiflächen

Wärme aus Solarenergie auf Freiflächen wird in der Regel nur dort eingesetzt, wenn in der direkten Umgebung eine Wärmeabnahme oder die Einspeisung in ein Wärmenetz möglich ist. Beim Ausbau von zentraler Wärmeversorgung sollten in Zukunft solche Anlagen als eine potenzielle Wärmequelle in Betracht gezogen werden, da sie einen Beitrag zur klimaneutralen und erneuerbaren Versorgung darstellen. Um die Versiegelung neuer Flächen zu vermeiden, können auch bereits versiegelte Flächen wie Parkplätze als Potenziale betrachtet werden. Ein wirtschaftliches Potenzial lässt sich erst abschätzen, wenn genauere Angaben zu potenziellen Wärmenetzen und der zur Verfügung stehenden Flächen bekannt sind. Im Gegensatz zu PV-Freiflächen sollten Solarthermie-Freiflächenanlagen in der direkten Nachbarschaft zur Wärmesenke errichtet werden. Daraus resultieren deutlich größere Einschränkungen für die Freiflächen-Solarthermie als für die Stromerzeugung auf PV-Freiflächen.

Es wurde kein Potenzial für eine Freiflächen-Solarthermieanlage auf der Gemarkung Merdingen identifiziert.

4.3.6 Abwärmepotenziale

Die Untersuchung von Abwärmequellen ist ein zentrales Element der kommunalen Wärmeplanung. Abwärme, die bei industriellen Prozessen, in Rechenzentren, aus Abwasseranlagen oder in Kraftwerken entsteht, kann genutzt werden, um Gebäude zu heizen oder Warmwasser bereitzustellen, anstatt ungenutzt in die Umwelt abgegeben zu werden. Durch die Nutzung lokaler Abwärmepotenziale können somit THG-Emissionen reduziert und die Energieeffizienz vor Ort gesteigert werden.

4.3.6.1 Abwärmepotenziale im Gewerbe

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden die größten und energieintensivsten Betriebe in Merdingen kontaktiert und zu ihren Energieverbräuchen sowie möglichen Abwärmepotenzialen befragt. Ein Unternehmen gab an, dass in seinem Betrieb Abwärme anfällt, der Aufwand für die Auskoppelung jedoch zu hoch ist und zudem saisonalen Schwankungen unterliegt. Zudem sind bislang keine weiteren Angaben zu Menge und Temperaturniveau bekannt. Um diesbezüglich sichere Aussagen machen zu können, wäre zunächst eine weitergehende Analyse zur Bemessung der innerbetrieblichen Optimierungspotenziale und der exakten Abwärmemenge notwendig.

Die derzeit vorliegenden Daten lassen darauf schließen, dass in Merdingen aktuell keine wirtschaftlich nutzbaren Abwärmepotenziale aus dem Gewerbe vorhanden sind.

4.3.6.2 Abwärmepotenziale aus dem Abwasser

Das Abwasser aus dem Kanalnetz oder im Auslauf einer Kläranlage ist eine potenzielle erneuerbare Wärmequelle. Im Winter liegt die Temperatur in konventionellen Abwasserkanälen mit 10-12 °C deutlich höher als bei anderen Wärmequellen. Im Sommer liegt die Temperatur in den Kanälen bei ca. 15-20 °C und ist damit meist kühler als die Außenluft. Somit bietet sich die Abwasserwärmenutzung nicht nur zum Heizen im Winter, sondern auch zum Kühlen im Sommer an. Die Verfügbarkeit von Abwasser als Wärmequelle bzw. -senke liegt grundsätzlich günstig, da sich das Angebot an Abwasserwärme in Siedlungsräumen sowohl zeitlich als auch räumlich mit dem Bedarf an Wärmeenergie deckt.

Um Wärme oder Kälte aus dem Abwasserkanal gewinnen zu können, gibt es verschiedene Systeme. Die gängigsten sind Kanalwärmetauscher, die direkt im Kanal installiert werden, und Bypasswärmetauscher, die nur einen Teil des Abwasserstroms entnehmen. Nutzbar wird die Wärme mittels einer Wärmepumpe, die die Abwasserwärme auf ein höheres Temperaturniveau bringt. Wichtige Faktoren bei der Abwasserwärmenutzung sind nach Einschätzungen der Studie des Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU) die Größe des Abwasserkanals, die Durchflussrate des Abwassers im Kanal (mindestens 15 l/s), die Temperatur, die Mindestabnahme, die Verfügbarkeit des Abwassers (jahreszeitliche Schwankungen oder konstante Verfügbarkeit) und die Distanz zwischen Abwasserwärmequelle und Verbraucher (Dr. Sara Fritz, 2018).

Das Abwasser aus Merdingen wird über das örtliche Kanalisationsnetz zur Kläranlage des Abwasserzweckverbands Staufener Bucht in Breisach-Grezhausen geleitet. Damit befindet sich die Kläranlage nicht auf der Gemarkung von Merdingen. Weitere Wärmepotenziale aus der anfallenden Abwassermenge in Merdingen sind nach den vorliegenden Daten nicht vorhanden, um diese zur Wärmeversorgung in wirtschaftlicher und bezahlbarer Art und Weise zu nutzen.

4.4 Erneuerbare Energien für die Stromerzeugung

Da Wärmepumpen in der Zukunft eine große Rolle bei der Wärmewende spielen sollen, wurden für den kommunalen Wärmeplan auch erneuerbare Potenziale für die Stromerzeugung betrachtet, die den zusätzlichen Stromverbrauch lokal decken könnten. Die Potenziale zur Stromerzeugung aus Biogas wurden bereits im Abschnitt 4.3.1 erläutert. In diesem Kapitel werden die Potenziale zur Stromerzeugung aus Wasserkraft, Windkraft und mit PV-Anlagen auf Dachflächen und Freiflächen dargestellt.

4.4.1 Wasserkraft

Der aktuelle Stand der Stromerzeugung aus Wasserkraft sowie deren Potenziale wurden auf Basis von Daten aus dem Energieatlas BW (LUBW (2020)) ermittelt und aus den Angaben des örtlichen Stromnetzbetreibers entnommen.

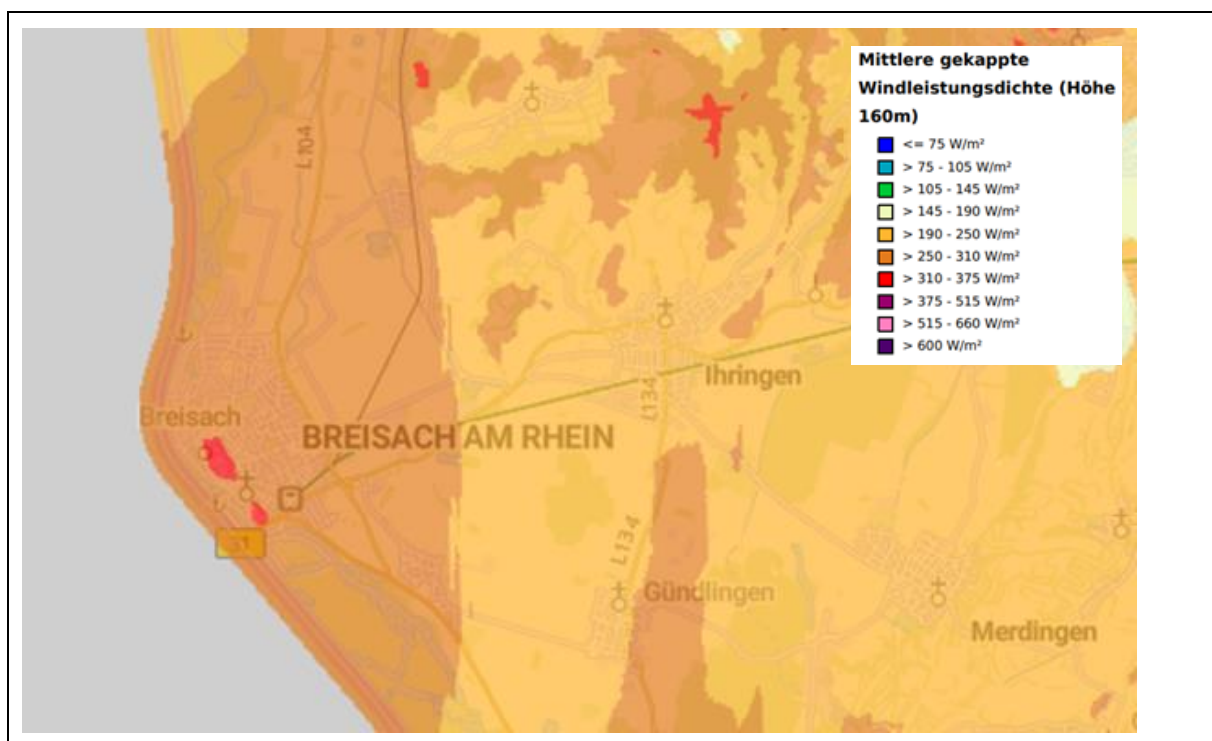
In der Gemeinde Merdingen sind keine bestehenden Wasserkraftanlagen vorhanden oder im Energieatlas verzeichnet.

Laut Energieatlas der LUBW ist innerhalb der Gemarkung von Merdingen kein Wasserkraftpotenzial vorhanden. Im Gemeindegebiet gibt es weder große Gewässer noch Flüsse mit großer Wassermenge und beständigem Durchfluss. Somit bestehen keine lokalen Potenziale zur Nutzung der Wasserkraft zur Stromerzeugung.

4.4.2 Windkraft

Bei der Erfassung von Windkraftpotenzialen in der Gemeinde wurde zunächst der Energieatlas BW der LUBW herangezogen. Zudem wurden die Offenlage der Teilfortschreibung „Windenergie“ des Regionalverbands Südlicher Oberrhein (RVSO) sowie bestehende Planungen der Gemeinde zu Windkraft einbezogen.

Bei der Auswertung potenzieller Standorte werden neben der Windgeschwindigkeit, auch immissionsschutzrechtliche Themen wie Schall und Schattenwurf, Naturschutz- und Raumordnungsbelange berücksichtigt. Als wirtschaftlich interessant für die Entwicklung von Windkraftanlagen gelten in der Regel Standorte mit hohen mittleren Windleistungsdichten. Für die Bewertung der technisch-wirtschaftlichen Potenzialgebiete wurde der Windatlas Baden-Württemberg (LUBW (2020)) herangezogen und bei der Windhöflichkeit ein Grenzwert von mindestens 215 W/m^2 in 160 m Höhe vorausgesetzt (vgl. Karte 15).



Karte 15 – Windleistungsdichte im Konvoi-Gebiet der Gemeinden Breisach, Ihringen und Merdingen

Das im Jahr 2023 in Kraft getretene Windenergieflächenbedarfsgesetz des Bundes sieht künftig im Bereich der Windenergie verbindliche Flächenziele (Flächenbeitragswerte) vor, wonach in Baden-Württemberg bis 2032 mindestens 1,8 % der Landesfläche für Windkraftanlagen auszuweisen sind. Dies

bedeutet, dass jeder Regionalverband in Baden-Württemberg mindestens 1,8 % der Regionsfläche planerisch für die Windenergienutzung zu sichern hat.

Windvorranggebiete nach Regionalverbänden sind potenzielle Suchräume für Windkraftanlagen, die vom Regionalverband südlicher Oberrhein ausgewiesen wurden und sich derzeit in der Offenlage befinden. Sie können als erste Planungsgrundlage für die Suche nach wirtschaftlichen Standorten dienen. Für konkrete Standorte muss in jedem Fall eine genaue Einzelfallbegutachtung stattfinden.

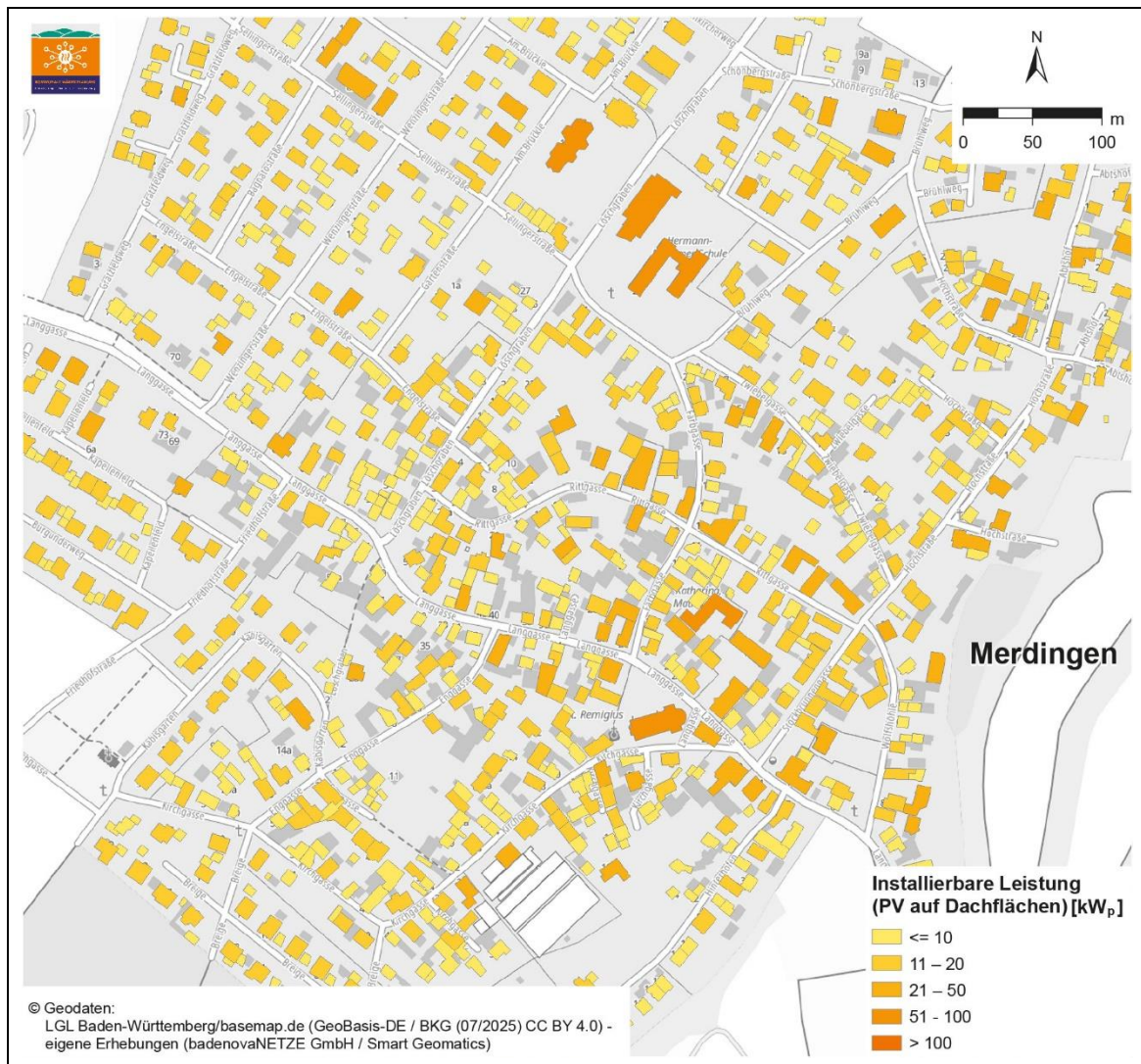
Der Regionalverband hat keine Fläche auf der Gemarkung der Gemeinde Merdingen in der Teilfortschreibung Windenergie als potenziellen Standort für eine Windkraftanlage ausgewiesen.

4.4.3 Solarenergie (Photovoltaik)

Für die Ermittlung der Solarpotenziale zur Stromerzeugung wurde auf den Energieatlas BW der LUBW (LUBW (2023)) (vgl. Abschnitt 8.4) sowie die Offenlage des Regionalverbandes Südlicher Oberrhein (RVSO) zurückgegriffen. Es wird zwischen folgenden drei Potenzialflächen unterschieden: Dachflächen, Freiflächen und Seen.

4.4.3.1 Stromerzeugungspotenzial auf bestehenden Dachflächen

Das Dachflächenpotenzial für die Stromerzeugung mit PV wurde, wie auch das Solarthermiepotezial (vgl. 4.3.5), anhand des Dachflächenkatasters der LUBW ermittelt. Bei Ausschöpfung des Dachflächenpotenzials in Merdingen können nach diesen Berechnungen jährlich insgesamt ca. 16.132 MWh Strom mit PV-Anlagen erzeugt werden. Dies entspricht 116 % des gesamten Stromverbrauchs im Jahr 2021.



Karte 16 – Ausschnitt des Dachflächenpotenzials für PV-Anlagen in Merdingen

4.4.3.2 Stromerzeugungspotenziale auf Freiflächen

Der Energieatlas BW listet Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Freiflächen auf (LUBW (2020)), die für PV-Nutzung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und der Freiflächenöffnungsverordnung (FFÖ-VO) förderberechtigt im Sinne der Einspeisevergütung sind. Daraus ergibt sich eine kleine Fläche von ca. 1 ha. Zusätzlich gibt es eine Konversionsfläche am Ortsrand – die ehemals gewerblich genutzt wurde und heute brachliegt. Insgesamt beträgt die Fläche auf der Gemarkung Merdingen 8 ha. Daraus ergibt sich ein potenzielles jährliches Stromerzeugungsvolumen von etwa 8.000 MWh.

4.4.3.3 Stromerzeugungspotenziale auf Seen

Der Energieatlas BW enthält außerdem Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Seen (LUBW (2020)), die für PV-Nutzung nach dem EEG geeignet sind. Auf der Gemarkungsfläche von Merdingen ist dieses Potenzial nicht vorhanden.

4.4.3.4 Gesamtstromerzeugungspotenziale mit PV in Merdingen

Abbildung 16 zeigt das gesamte Stromerzeugungspotenzial mit PV im Verhältnis zum Gesamtstromverbrauch der Gemeinde Merdingen im Jahr 2021. Beim Dachflächenpotenzial wird eine Ausschöpfung des Dachpotenzials angenommen. Weitere Potenziale für die Nutzung von Solarenergie bieten Anlagen über Parkplätzen (beim Neubau oder bei der Erweiterung eines Parkplatzes ab 35 Stellplätzen ist

dies in Baden-Württemberg Pflicht), Balkonanlagen, Anlagen über Hochwasser- und Regenrückhaltebecken, Anlagen über Agrarflächen sowie Vito-PV auf bewirtschafteten Rebflächen. Diese Potenziale wurden im Rahmen der Potenzialanalyse nicht beziffert.

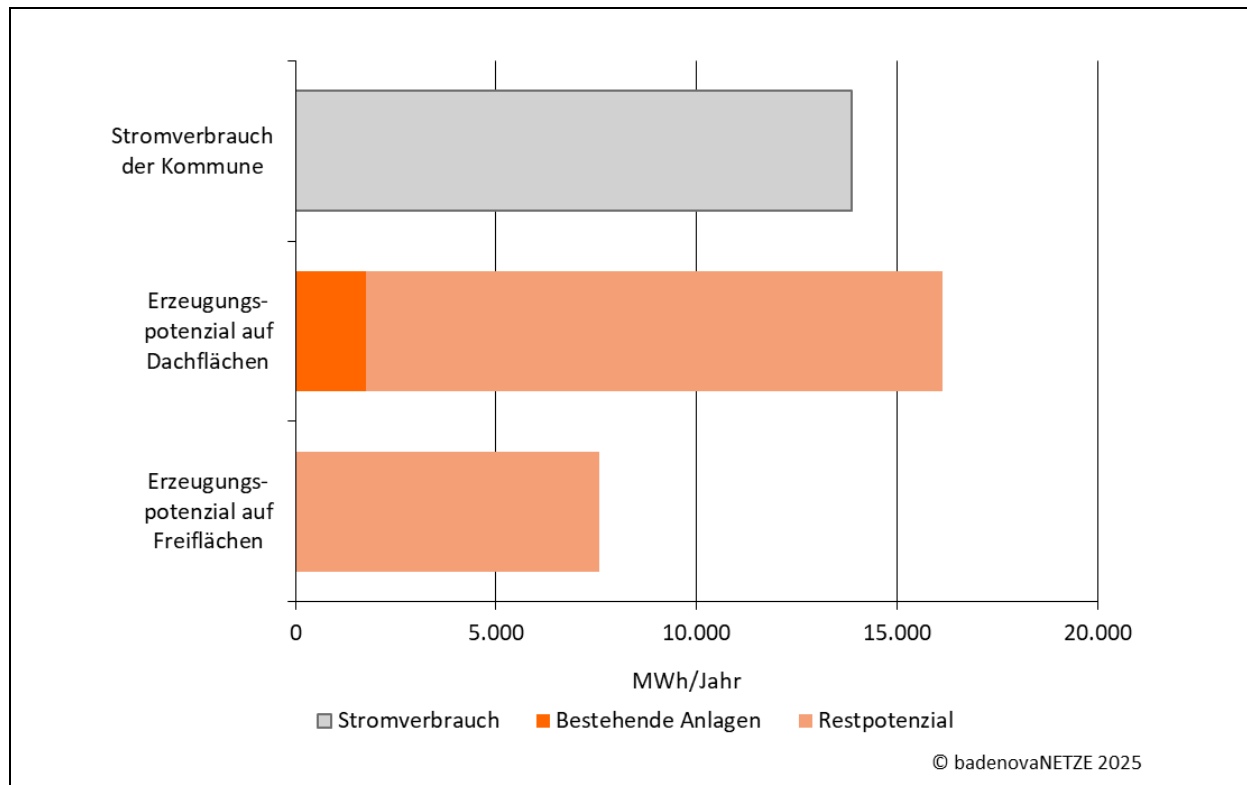


Abbildung 16 – Stromerzeugungspotenziale mit PV in Merdingen

4.5 Erneuerbare Gase

Der Power-to-Gas Technologie (PtG) wird eine entscheidende Rolle bei der Energiewende beigemessen. In Zeiten hoher Einspeisemengen von Wind- und Solarenergie bei gleichzeitig niedrigem Bedarf, kann es zu einem Überangebot an Strom kommen. Durch den Ausbau erneuerbarer Energien und die Abschaltung konventioneller Grundlastkraftwerke (Kern- und Kohlekraftwerke) wird dieses Missverhältnis noch größer werden. PtG-Anlagen machen die überschüssige Energie durch die Umwandlung von elektrischer in chemische Energie speicherbar.

Da grüner Wasserstoff aktuell noch sehr rar ist und auch in naher Zukunft nicht unbegrenzt verfügbar sein wird, gilt es zunächst Wasserstoff in die Bereiche zu bringen, in denen er am sinnvollsten eingesetzt werden kann. Dies betrifft vor allem die energieintensiven industriellen Prozesse, welche auf hohe Energiedichten und hohe Temperaturen angewiesen sind. Auch im Schwerlastverkehr ist Wasserstoff eine sehr gute Alternative. Über Brennstoffzellen lässt sich der getankte Wasserstoff in Strom umwandeln, der für den elektrischen Antrieb sorgt. Brennstoffzellenfahrzeuge weisen im Vergleich zu batterieelektrischen Fahrzeugen eine deutlich kürzere „Tankzeit“ und eine höhere Reichweite auf.

Außerdem ist die Speicherkapazität von Wasserstoff von zentraler Bedeutung für den Ausgleich der Stromnetzlast. An sonnigen und windigen Tagen kann Überschussstrom per Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt und gespeichert werden. Dieser Wasserstoff kann dann wiederum an Tagen, in denen Strommangel herrscht, wieder in Strom umgewandelt und in das Stromnetz eingespeist werden (vgl. Abbildung 17). Zudem lässt sich Wasserstoff auch in das bestehende Gasnetz integrieren.

Ob die Verfügbarkeit von erneuerbaren Gasen für die Betriebe in Merdingen notwendig sein wird, ist unbekannt. Dies könnte der Fall sein, wenn einzelne Prozessschritte Wärme auf hohen Temperaturniveaus benötigen.

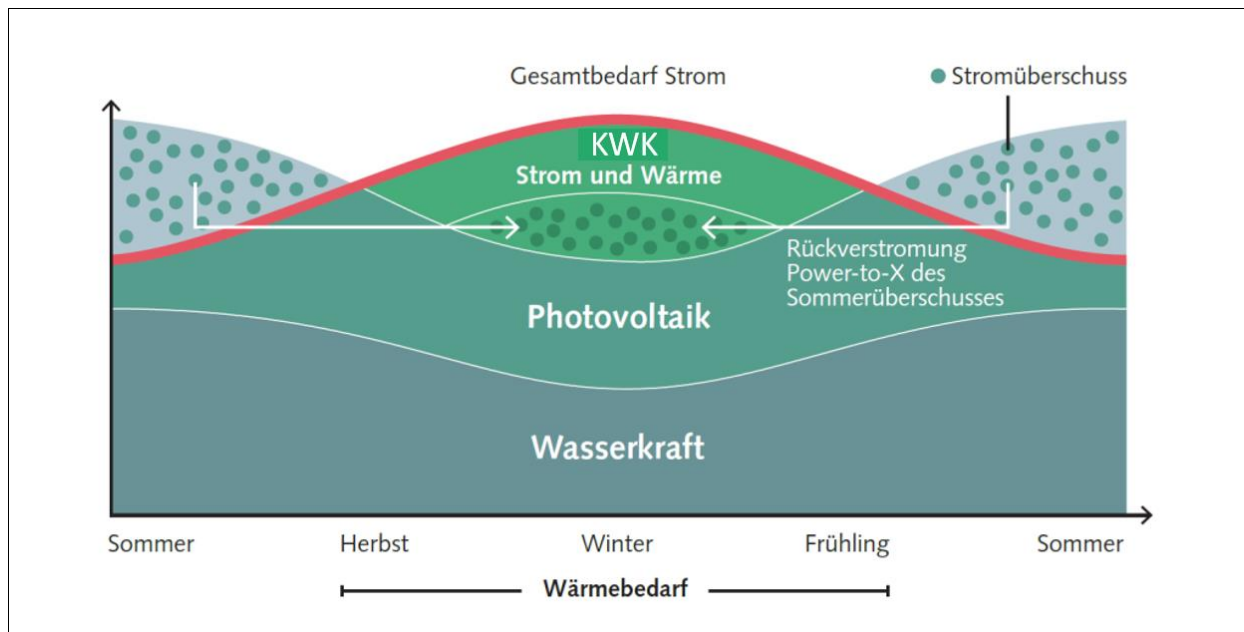


Abbildung 17 – Versorgungssicherheit durch Schließung der Winterlücke (Powerloop, 2020)

4.5.1 Zukünftige Verfügbarkeit von synthetischen Gasen

Derzeit sind Energieüberschüsse aus erneuerbaren Gasen nicht in dem Maße vorhanden, um eine Nutzung der Power-to-Gas-Technologie (PtG, vgl. Abschnitt 4.5) in großem Stil wirtschaftlich und energetisch sinnvoll zu gestalten.

Zum heutigen Zeitpunkt gibt es deutschlandweit etwa 24 regenerative PtG-Anlagen, weitere 23 Anlagen sind bereits in Planung. Die meisten dieser Anlagen sind Pilotanlagen und dienen zu Demonstrations- und Forschungszwecken in kleinem Maßstab.

Der Vergleich zwischen der notwendigen Elektrolyseleistung für einen vollständigen Erdgasersatz in Deutschland durch Wasserstoff und die bis 2030 vorgesehenen Elektrolyseleistung, die mit staatlicher Förderung in Deutschland bzw. in der Europäischen Union (EU) aufgebaut werden soll, macht deutlich, dass mittelfristig nicht mit einer deutlichen Dekarbonisierung im Gasbereich durch Wasserstoff zu rechnen ist, auch wenn bis 2030 der Gasabsatz u.a. durch Effizienzmaßnahmen sinkt. Auch die langfristigen Perspektiven sind von hoher Unsicherheit geprägt.

Merdingen liegt nicht im Bereich des Wasserstoff-Projektgebiets „RHYn Interco“ der badenova im Oberrheingebiet. Im Rahmen des europäischen Kooperationsprojekts mit terranets bw (Gastransportnetzbetreiber für Baden-Württemberg) und GRTgaz (französischer Gastransportnetzbetreiber) möchte badenovaNETZE die Gasinfrastruktur in Freiburg und Kehl über den Rhein als verbindendes Element auf den Transport von Wasserstoff umstellen und, wo nötig, neue Infrastruktur ergänzen. Ziel ist es, potenziellen Großabnehmern in den Regionen Freiburg und Kehl die Möglichkeit einer leitungsgebundenen Wasserstoffversorgung zu bieten. Durch eine Marktkonsultation im Herbst 2023 wurde ein signifikantes Abnahmeinteresse für H₂ von potenziellen Großabnehmern aus den Regionen gemeldet.

Die grenzüberschreitende Verbindung über den Rhein gibt dem Projekt seinen Namen: „RHYn“ ist die Abkürzung für Rhine Hydrogen Network und „Interco“ steht für Interconnection. Für die Anbindung an

die französische Region Grand Est und an den European Hydrogen Backbone plant terranets bw eine rund 15 Kilometer lange Wasserstoffleitung, die den Rhein zwischen Fessenheim auf französischer Seite und Hartheim auf deutscher Seite unterqueren wird. GRTgaz stellt die Anbindung an französische Erzeugungsprojekte sowie an den europäischen H₂-Backbone sicher. Die neue Leitung soll an eine bestehende terranets bw Gasleitung, die für den Transport von Wasserstoff umgestellt werden soll, angeschlossen werden. An der Übernahmestation in March-Buchheim beginnt der Verantwortungsbereich der badenovaNETZE. Von dort ausgehend stellt der Gasnetzbetreiber eine bestehende 10 km lange Erdgasleitung auf Wasserstoff um. Die Machbarkeitsanalyse zur Umstellung dieser 10 km Leitung fiel positiv aus. Die Inbetriebnahme soll Ende 2029 erfolgen., da u.a. die terranets bw, als Verteilnetzbetreiber, angekündigt hat ab 2040 nur noch Wasserstoff in den Leitungen zu transportieren. Bis dahin wird die Wasserstoffinfrastruktur sukzessive entlang der Haupttrassen und größeren Abnahmestrukturen ausgebaut. Periphere bzw. ländliche Gebiete werden vorerst in der Transformation ausgespart. Vor dem Hintergrund dieser Planungen bzw. dem Masterplan der terranets bw wird aktuell davon ausgegangen, dass die Region um Merdingen nicht vor 2040 mit Wasserstoff beliefert wird.



Abbildung 18 – RHYn Interco Projekt zur Wasserstoffinfrastruktur

4.5.2 Zukünftige Rolle von erneuerbaren Gasen

Bei der Diskussion um die Rolle von PtG in der zukünftigen Energieversorgung spielen daher Überlegungen zur sinnvollen Zuteilung eines knappen Energieträgers eine zentrale Rolle. Die höchste Priorität liegt in den Bereichen, wo Alternativen nur begrenzt oder nicht verfügbar sind. Demnach wird der Einsatz in der Industrie für die stoffliche Nutzung am höchsten priorisiert, gefolgt vom Einsatz für Hochtemperatur-Anwendungen in der Industrie und den Teilen des Verkehrssektors, die nicht durch Elektrifizierung dekarbonisiert werden können (Schiffs-, Schwerlast- und Flugverkehr). Für Niedertemperaturanwendungen wie Raumwärme und Warmwasser in privaten Haushalten und Gewerbe können Wärmepumpen, Solarthermie und Biomasse eingesetzt werden. Dadurch besteht eine niedrigere Priorität für den Einsatz erneuerbarer Gase, so dass kein flächendeckender Einsatz von erneuerbaren Gasen bis zum Jahr 2040 zu erwarten ist. Zu dieser Einschätzung kommen auch folgende zwei Studien:

- RESCUE-Studie des Umweltbundesamtes
- Langfristszenarien des Bundeswirtschaftsministeriums (Fraunhofer ISI, Consentec GmbH, ifeu, 2017).

Die jeweiligen Prozesse und die damit verbundenen Temperaturanforderungen unterscheiden sich stark von Branche zu Branche. Abbildung 19 zeigt typische Temperaturanforderungen verschiedener Wirtschaftszweige.

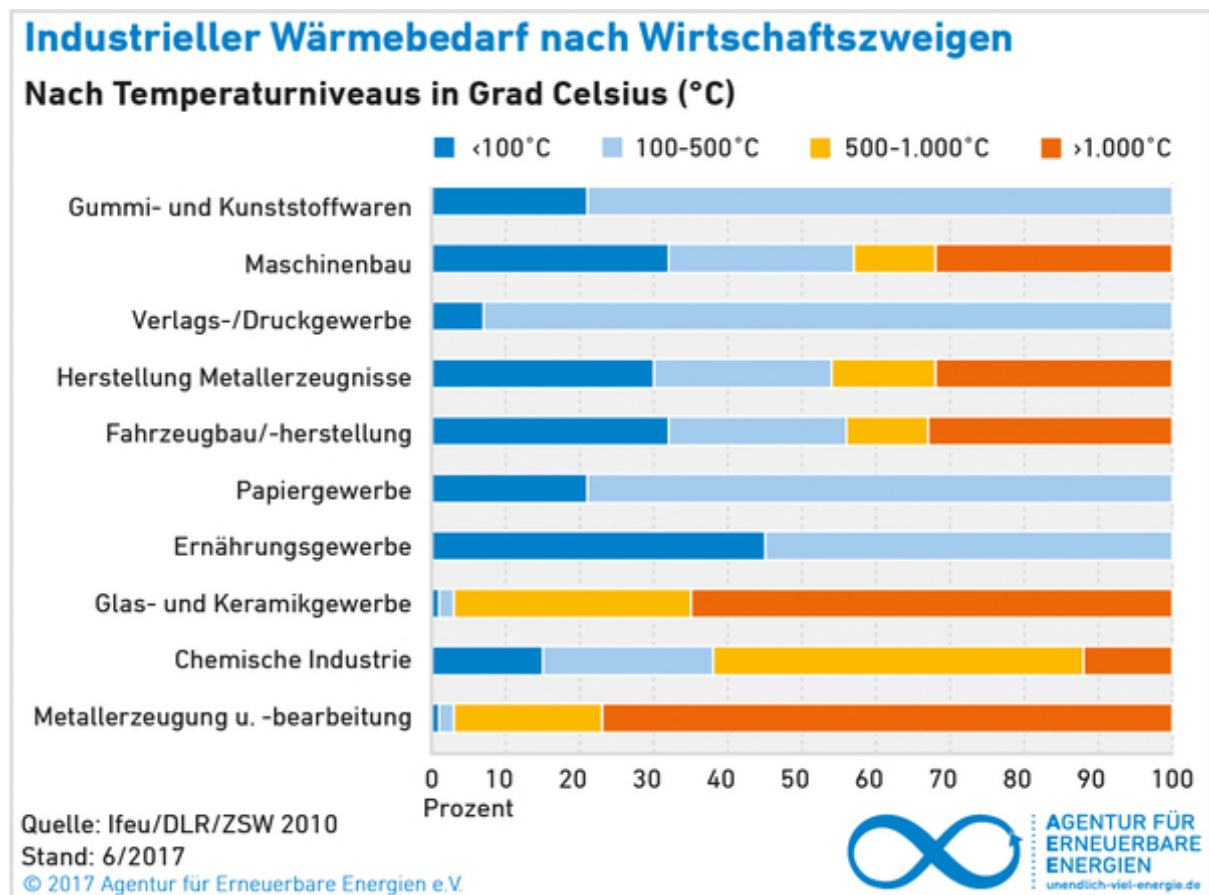


Abbildung 19 – Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen (Agentur für erneuerbare Energien, 2017)

4.6 Zusammenfassung der Potenziale

Die Potenzialanalyse zeigt, in welchen Bereichen die Gemeinde Merdingen 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 20 und Abbildung 21 zusammenfassend dargestellt. Daraus lässt sich ableiten, dass die Potenziale im Strombereich theoretisch mehr als ausreichend sind, um den heutigen Strombedarf erneuerbar zu decken.

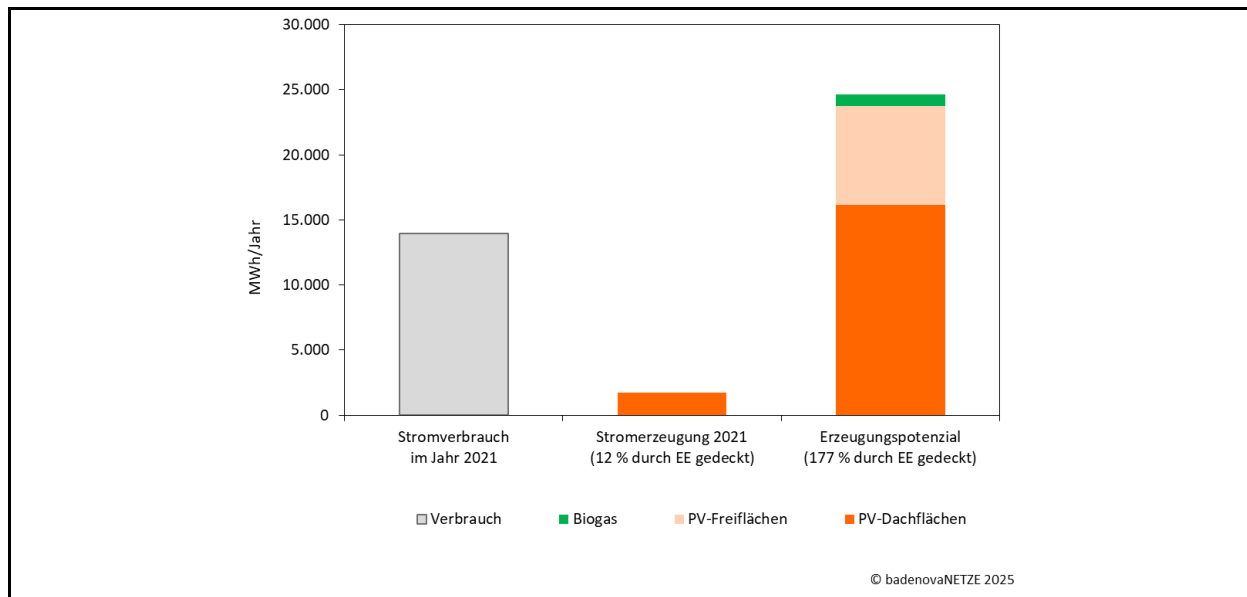


Abbildung 20 – Erneuerbare Strompotenziale in Merdingen

Auf der anderen Seite sind die in der Grafik zur Wärmeerzeugung dargestellten Potenziale mit 21 % nicht ausreichend, um die aktuell benötigte Wärmemenge bereitzustellen. Das bedeutet, dass der Wärmebedarf der Gemeinde deutlich gesenkt werden muss, um das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung zu gewährleisten. Neben der Gebäudesanierung, den Effizienzsteigerungen und dem Austausch alter Heizanlagen müssen weitere Potenziale herangezogen werden, die in dieser Grafik bisher nicht auftauchen.

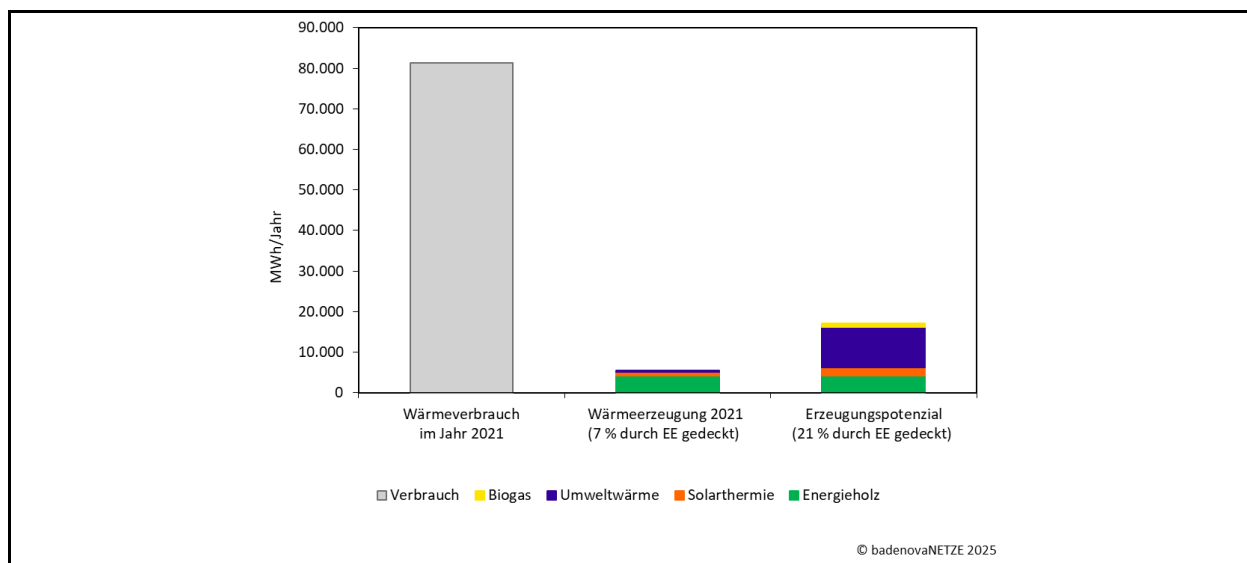


Abbildung 21 – Erneuerbare Wärmepotenziale in Merdingen

In der folgenden Tabelle 6 sind die lokalen Potenziale zur Erzeugung von Wärme und Strom aus erneuerbaren Energien übersichtlich zusammengefasst.

Energiequelle	Dezentrale Wärmeversorgung	Zentrale Wärmeversorgung	Stromerzeugung	Lokales Erzeugungspotenzial (pro Jahr)
Biomasse				
Biogas	X	X	X	948 MWh Strom. 813 MWh Wärme.
Energieholz	X	X		Lokale Potenziale werden bereits ausgeschöpft. Kein zusätzliches lokales Potenzial.
Oberflächennahe Geothermie				
Erdwärmesonden	X			10.763 MWh (2030) / 10.477 (2040)
Grundwasserbrunnen	X	X		Potenzial ausreichend vorhanden, aber nicht quantitativ darstellbar.
Tiefengeothermie				
Hydrothermale Geothermie		X		Kein lokales Erzeugungspotenzial. Anbindung an das Projekt Erwärme Breisgau nicht möglich.
Solarthermie				
Dachflächen	X	X		1.085 MWh
Freiflächen		X		Erst bei der Planung eines Wärmenetzes bezifferbar.
Umweltwärme				
Luft	X	X		10.497 MWh (2030) / 9.655 MWh (2040)
Abwärme				
Gewerbe		X		Erst nach genauerer Untersuchung quantifizierbar.
Abwasser		X		Kein Potenzial vorhanden.
Windkraft			X	Kein Potenzial vorhanden.
Wasserkraft			X	Kein Potenzial vorhanden.
Photovoltaik				
Dachflächen			X	14.388 MWh
Freiflächen			X	8.000 MWh
Parkplatzflächen			X	Keine Daten.
Baggerseen			X	Kein Potenzial vorhanden.

Tabelle 6 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien

5. Zielszenario Klimaneutraler Gebäudebestand 2040

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse, der Energie- und THG-Bilanz und der ermittelten Potenziale wird im folgenden Kapitel ein Zielszenario zur perspektivischen Entwicklung des Wärmeverbrauchs und der daraus entstehenden THG-Emissionen bis zum Jahr 2040 beschrieben. Dabei gilt das Ziel des Landes Baden-Württemberg, bis zum Jahr 2040 Netto-THG-Neutralität zu erreichen.

Das Zielszenario ist hier nicht als Prognose, sondern als ein möglicher Entwicklungspfad zu verstehen, um bis zum Jahr 2040 weitgehende THG-Neutralität im Gebäudebestand zu erreichen. Es wird angenommen, dass die lokalen Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Energieeinsparung und zum Einsatz von erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2040 kontinuierlich weiter ausgeschöpft werden. Eine Auflistung der getroffenen Annahmen finden sich im Abschnitt 8.6 in der Methodik.

Wichtiger Bestandteil des Zielszenarios ist auch die räumliche Beschreibung der zukünftigen Wärmenfrastruktur. Hierzu wurde auf Basis der umfangreichen Datenauswertungen die Gemeinde Merdingen in Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgung eingeteilt. Diese zeigen in welchen Bereichen perspektivisch eine Wärmenetzinfrastruktur und in welchen Bereichen dezentrale Einzelheizungen aus- und aufgebaut werden sollen. Zudem wird die bevorstehende Transformation des bestehenden Erdgasnetzes und das Thema erneuerbare Gase erläutert sowie auf das Thema der THG-Kompensation eingegangen.

5.1 Zukünftiger Wärmebedarf 2030 und 2040

Der Wärmebedarf der Wohngebäude sinkt durch die energetische Gebäudesanierung, erhöht sich aber durch den Zubau neuer Gebäude, so dass bis 2040 eine Einsparung von 14 % erwartet wird. Im Gewerbesektor sinkt der Wärmeverbrauch bis zum Jahr 2040 um 39 %. Bei den kommunalen Liegenschaften liegt die Einsparung bei 40 % bis im Jahr 2040. Abbildung 22 zeigt die Entwicklung des Wärmeverbrauchs aufgeteilt nach Sektoren für die Jahre 2021 bis 2040 mit etwa fünfjährigen Zwischenschritten.

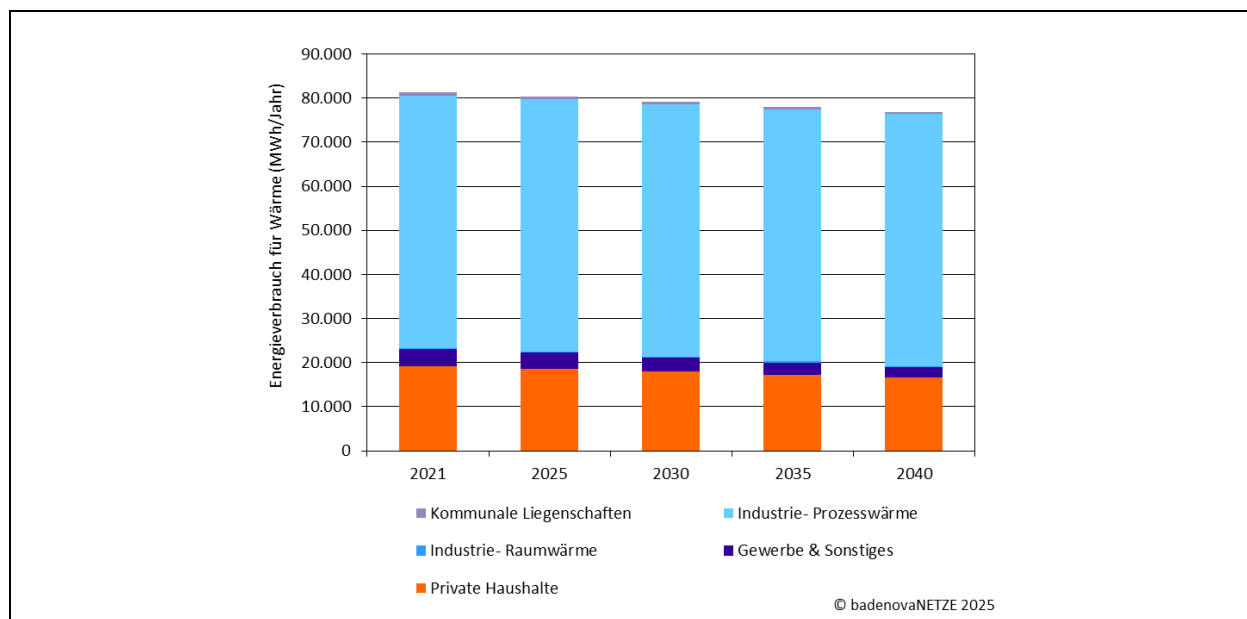


Abbildung 22 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Sektoren im Zielszenario

5.2 Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs nach Energieträgern

Nach der Darstellung des zukünftigen Wärmeverbrauchs aller Sektoren wurden die zur Deckung benötigten Energiemengen nach Energieträgern ermittelt. Wesentliche Grundlage waren hierbei die lokalen Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung. Um auch die räumliche Verteilung dieser Potenziale zu berücksichtigen, wurden die Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgung für die Aufteilung der Wärmemengen auf die Energieträger herangezogen (siehe Abschnitt 5.5).

Abbildung 23 zeigt, um den klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, werden im Zielszenario ab dem Jahr 2040 keine fossilen Energieträger mehr zum Einsatz kommen und vollständig durch erneuerbare Energieträger ersetzt. In den Gebieten für dezentrale Wärmeversorgung werden primär Wärmepumpen genutzt (Umweltwärme). Der Anteil der Wärme, der mittels einer zentralen Wärmeversorgung (Wärmenetz) bereitgestellt wird, steigt auf 16 % im Jahr 2040. Die zentrale Wärmeversorgung wird im Jahr 2040 durch einen Energiemix aus verschiedenen Energieträgern sichergestellt (vgl. Abbildung 24).

Insgesamt wird deutlich, dass in Zukunft dezentrale Einzelheizungslösungen den Großteil der Wärmeversorgung in Merdingen ausmachen werden, während Wärmenetze mit 16 % den kleineren Anteil der Gebäude beheizen werden.

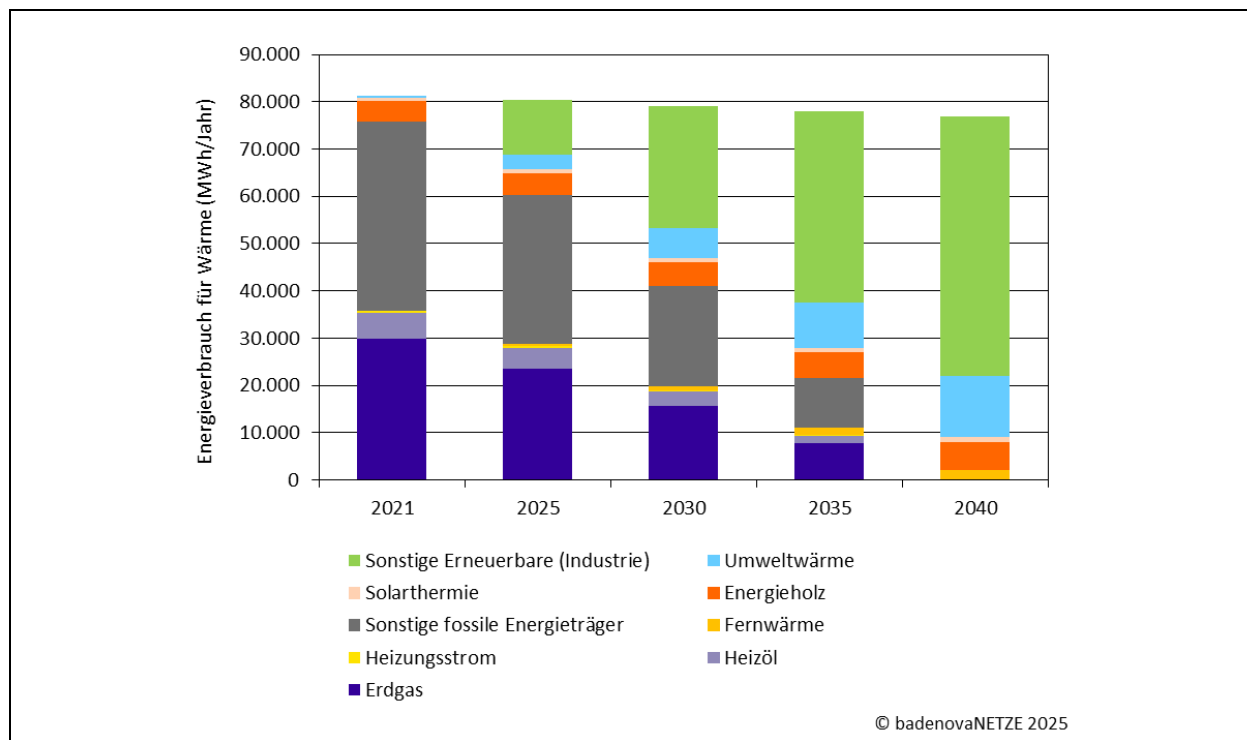


Abbildung 23 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Erzeugungsart im Zielszenario

In Zukunft wird ein vielfältiger Mix an Wärmeerzeugern mit unterschiedlichen Energieträgern notwendig sein, um Klimaneutralität bis im Jahr 2040 zu erreichen. Bei dem hier dargestellten Zielszenario handelt es sich um einen möglichen Pfad dieses Ziel zu erreichen. Sollte dieses Szenario nicht umsetzbar sein, können einzelne Energieträger durch andere erneuerbare Energieträger ersetzt werden oder in veränderten Anteilen genutzt werden. So könnte zum Beispiel Wasserstoff für gewisse Anteile der Wärmeversorgung von Gewerbebetrieben eingesetzt werden. Dies bleibt jedoch in diesem Szenario zunächst unberücksichtigt, da noch nicht abgesehen werden kann, ob und wann eine Wasserstoffinfrastruktur in Merdingen möglich sein wird bzw. auch wirtschaftlich umzusetzen wäre (vgl. Abschnitt 5.6.1). Für die Prozesswärme wurde daher der neutrale Begriff „Sonstige Erneuerbare (Industrie)“ verwendet.

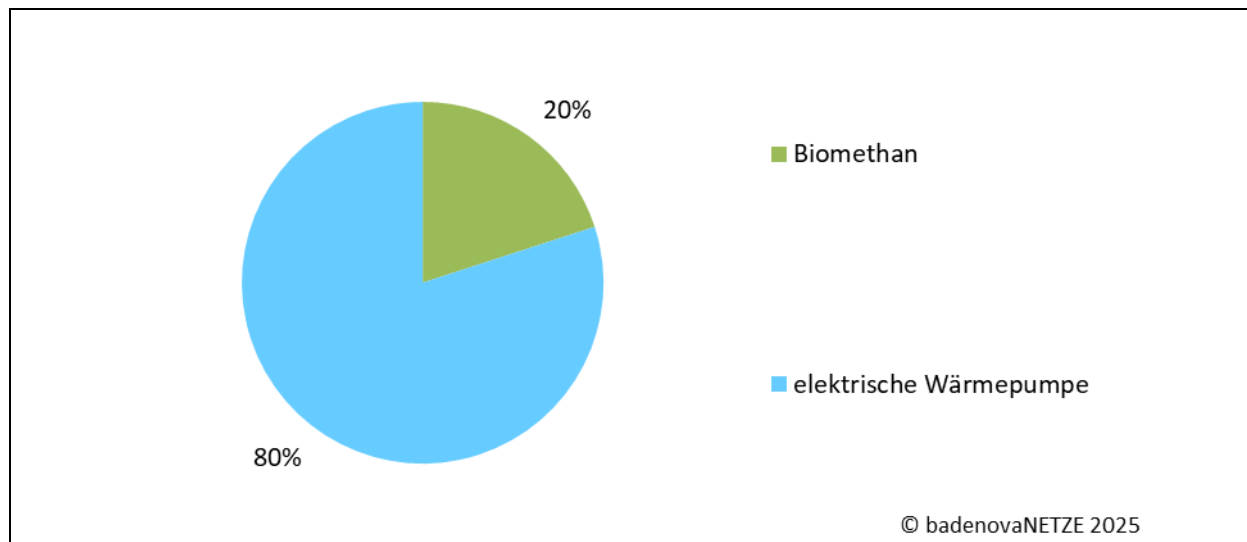


Abbildung 24 – Möglicher Energieträgermix zur Wärmenetzversorgung im Zielszenario

Eine genaue Aufteilung der Wärmeerzeugung nach Energieträger und Sektor für die Jahre 2021, 2030 und 2040 ist im Abschnitt 5.8 in Tabelle 8, Tabelle 9 und Tabelle 10 in Zahlen festgehalten. Zudem ist in Tabelle 7 der Energieeinsatz zur zentralen Wärmeversorgung über Wärmenetze für die Jahre 2030 und 2040 beziffert.

5.3 Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario

Anhand der Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger wurden die THG-Emissionen für die Wärmeerzeugung im Zielbild ermittelt. Demnach verursacht die Wärmeversorgung in Merdingen im Jahr 2040 THG-Emissionen von insgesamt 2.740 t CO_{2e} (wärmebedingte THG-Emissionen im Jahr 2021: 26.108 t CO_{2e}). Das bedeutet, dass im Vergleich zum Jahr 2021 die Emissionen um insgesamt 89 % sinken bzw. um jährlich durchschnittlich 599 t CO_{2e}, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 zu erreichen.

Die Abbildung 25 stellt, analog zur Entwicklung des Energieeinsatzes zur Wärmeversorgung (vgl. Abbildung 23), die Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen bis 2040 dar. Es wird deutlich, dass die Reduktion des Wärmeverbrauchs und der Ersatz fossiler Energieträger durch lokale erneuerbare Energien zu einer Dekarbonisierung der Wärmeversorgung führen können.

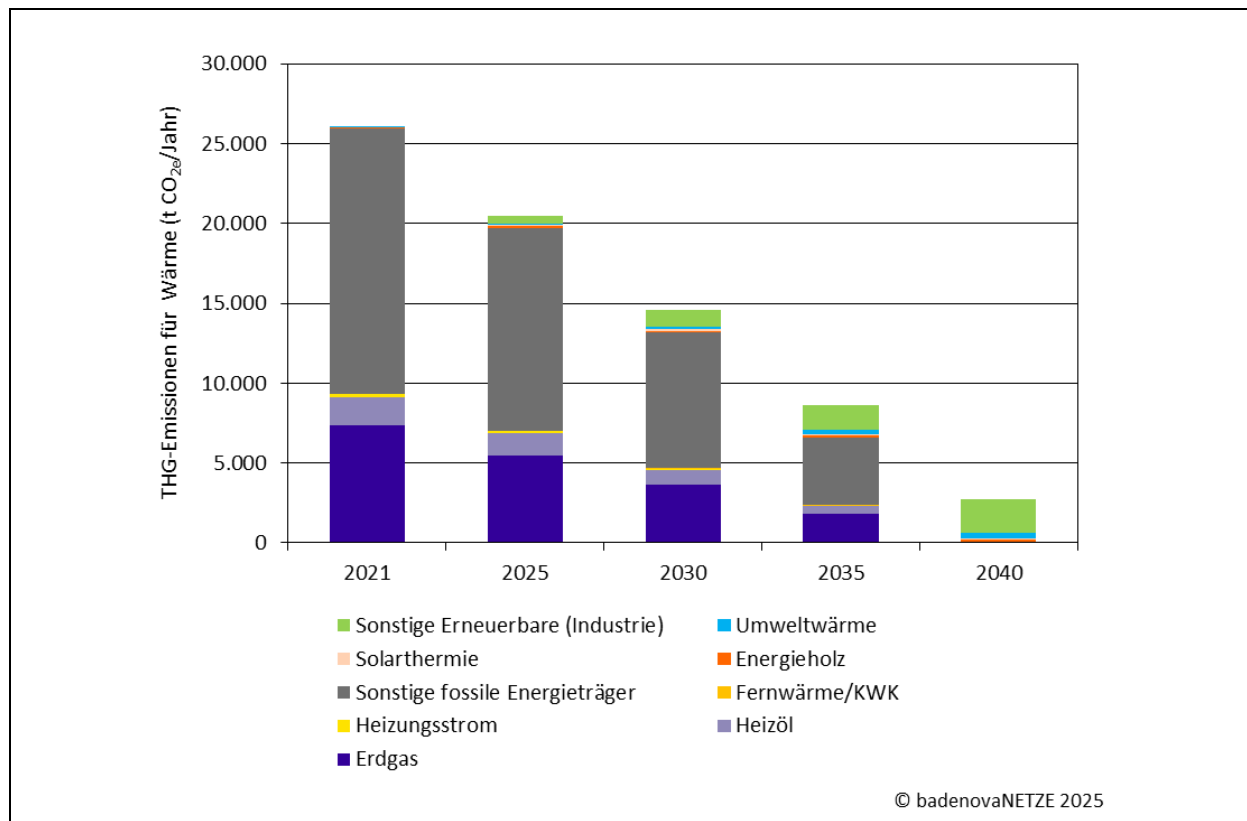


Abbildung 25 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario bis zum Jahr 2040

5.4 Strombedarfsdeckung im Zielszenario

Das Zielszenario zeigt, dass der Strombedarf für die Wärmeerzeugung durch den zukünftigen Einsatz von Wärmepumpen von ca. 586 MWh im Jahr 2021 (Stromheizungen und Wärmepumpen) auf rund 4.152 MWh im Jahr 2040 steigen wird. Da Nachtspeicherheizungen im Jahr 2040 keine entscheidende Rolle bei der Wärmeversorgung spielen werden, ist dieser Stromverbrauch größtenteils den Wärmepumpen zuzuordnen. Wird zusätzlich die Elektrifizierung des Verkehrs betrachtet, wird im Zielszenario der Gesamtstrombedarf von 13.962 MWh im Jahr 2021 auf rund 18.535 MWh im Jahr 2040 ansteigen. Der Stromverbrauch im Gewerbe kann durch Effizienzsteigerungen sinken, gleichzeitig aber durch Wirtschaftswachstum ansteigen.

Die Gemeinde Merdingen könnte diesen zukünftigen Stromverbrauch mit den lokal verfügbaren erneuerbaren Quellen anteilig decken. Im Zielszenario wurde angenommen, dass das ermittelte Dachflächenpotenzial für PV-Anlagen annähernd ausgeschöpft wird und somit ab 2040 jährlich ca. 14.958 MWh Solarstrom erzeugt wird. Damit deckt sich langfristig die lokale Stromerzeugung im Zielszenario mit dem Verbrauch nicht zu 100%.

Die beiden folgenden Grafiken fassen dies zusammen und stellen den gesamten Stromverbrauch im Zielszenario (vgl. Abbildung 26) der potenziellen lokalen Stromerzeugung (vgl. Abbildung 27) in Merdingen gegenüber.

Der THG-Emissionsfaktor des lokalen Strommixes wird bis zum Jahr 2040 durch die erhöhte lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom stark sinken.

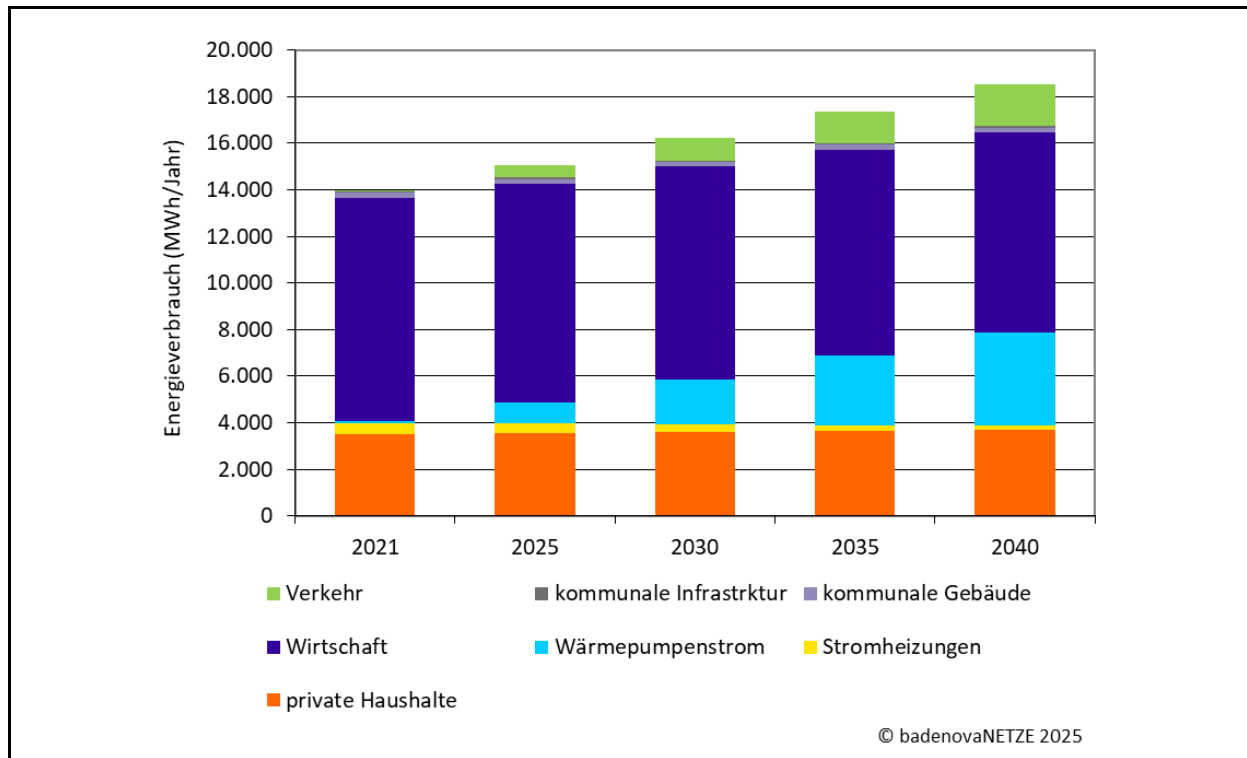


Abbildung 26 – Stromverbrauch im Zielszenario nach Sektor

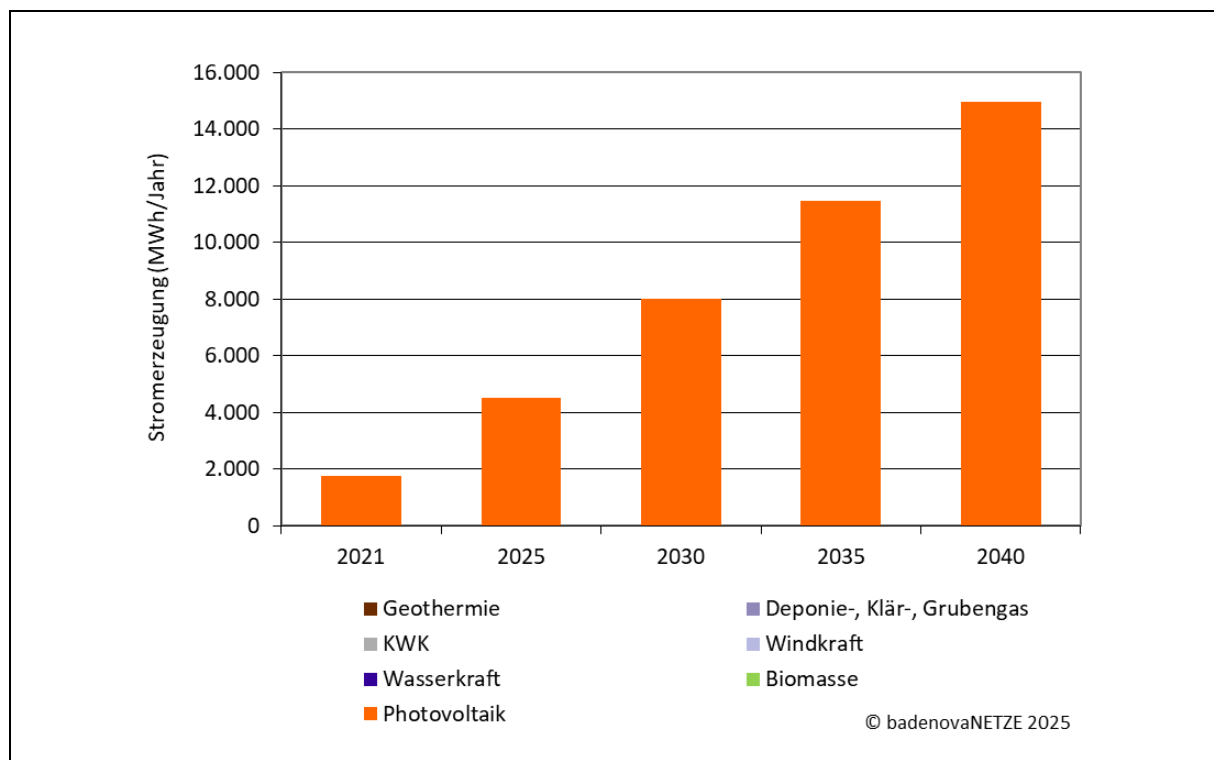


Abbildung 27 – Stromerzeugung im Zielszenario nach Energieträger

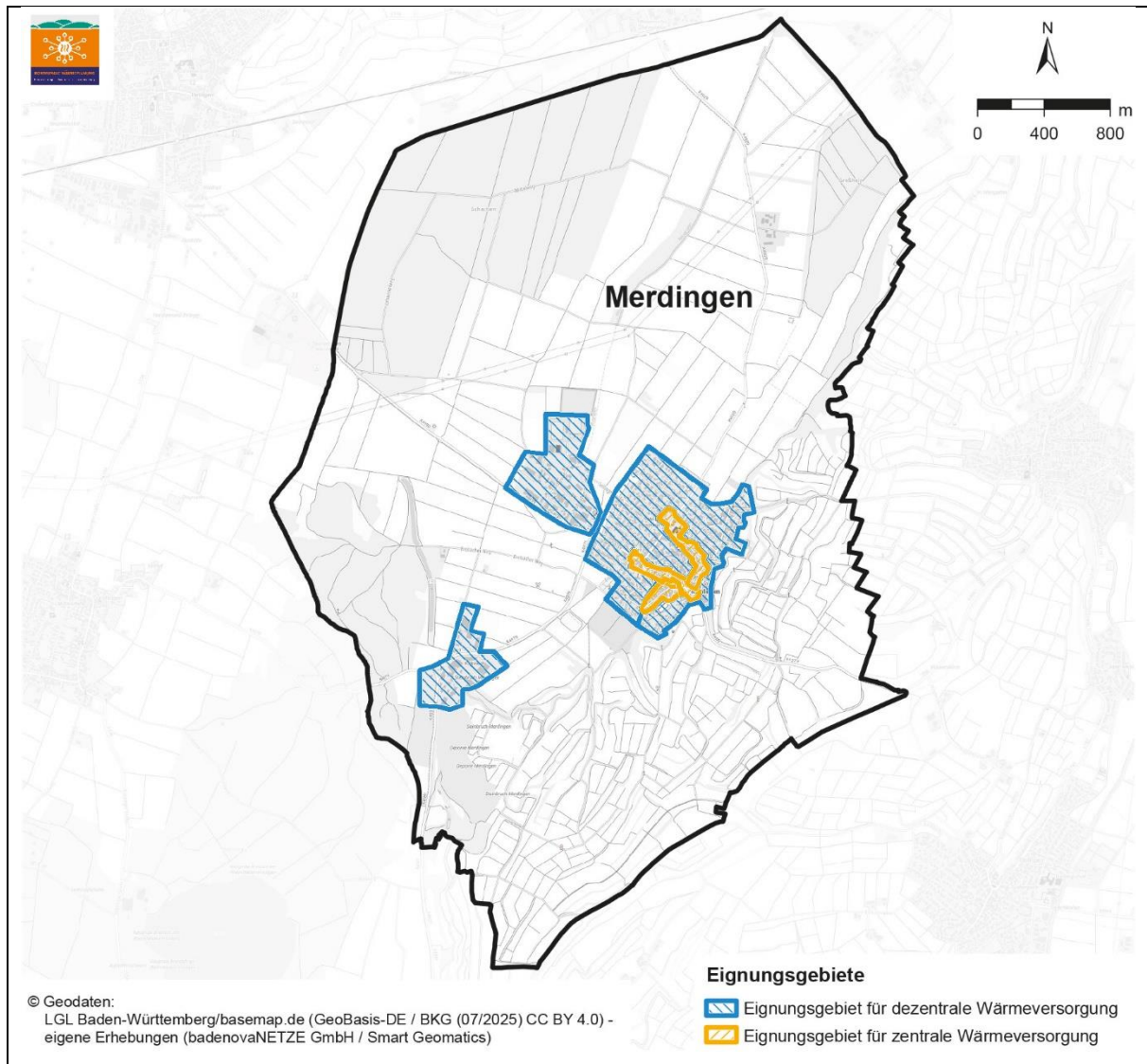
5.5 Zukünftige Versorgungsstruktur 2030 und 2040

Für eine zielgerichtete Beschreibung der zukünftigen Versorgungsstruktur für die Jahre 2030 und 2040 wurde die gesamte Gemeinde in Eignungsgebiete zur zentralen und dezentralen Versorgung eingeteilt. Bei der Einteilung der Eignungsgebiete geht es um eine erste grobe Abschätzung, wie in einem jeweiligen Gebiet die Gebäude ihren Wärmebedarf in Zukunft möglichst wirtschaftlich, ökologisch und effizient decken werden können. Bei der zentralen Wärmeversorgung wird dies mit dem Aufbau und Betrieb von Wärmenetzen erzielt, während bei der dezentralen Wärmeversorgung jedes Gebäude eine eigene Heizanlage betreibt. Für die Einteilung der zentralen Eignungsgebiete wurden verschiedene Kriterien herangezogen (siehe auch Abschnitt 8.6.6 für eine detaillierte Beschreibung der Kriterien):

- Hohe Wärmedichte auf Straßenzugsebene
- Passender Sanierungszyklus der Heizanlagen
- Passende Energieträgerverteilung (z.B. wenige Wärmepumpen)
- Großverbraucher oder öffentliche Liegenschaften als Ankerkunden
- Siedlungs- und Besitzstrukturen (z.B. viele öffentliche Gebäude)
- Siedlungsentwicklungen
- Dichte Bebauungsstrukturen
- Lokale Potenziale erneuerbarer Energien
- Lokale Abwärmepotenziale
- Potenzielle Wärmeinfrastrukturstandorte

Die Eignungsgebiete für eine zentrale und dezentrale Wärmeversorgung sind in Karte 17 dargestellt. In der Ortsmitte von Merdingen wurden Eignungsgebiete für eine zentrale Wärmeversorgung identifiziert. Die Ausweisung dieser Gebiete wird begründet mit einer dichten Bebauung, dem Alter der Gebäude, der Art und dem Alter der bestehenden Heizanlagen, der hohen Wärmedichte auf Straßenzugsebene sowie dem Vorhandensein von Ankerkunden. In den meisten Wohngebieten und Randbereichen sind vermehrt kleinere und teilweise neuere Gebäude vorzufinden. Durch die lockere Bebauung ist die Wärmedichte hier niedriger und die Gebiete sind für die dezentrale Wärmeversorgung mit Einzelheizungen geeignet.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde ein detaillierter Ortsteilsteckbrief für die Gemeinde Merdingen ausgearbeitet. Dieser beschreibt jeweils den energetischen Ist-Zustand des Quartiers und erläutert die Umsetzungspotenziale in den dezentralen und zentralen Eignungsgebieten. Der Steckbrief ist im Anhang unter **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** bis **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu finden.



Karte 17 – Zentrale und dezentrale Eignungsgebiete der Gemeinde Merdingen

5.5.1 Energiespeicher

Die Entwicklung des zukünftigen Energieverbrauchs wird im Zielszenario bilanziell über den Zeitraum von einem Jahr berechnet und dargestellt. Saisonale und tagesbedingte Schwankungen, wie beispielsweise der erhöhte Wärmebedarf im Winter und der daraus resultierende höhere Strombedarf durch Wärmepumpe oder die höheren Stromerträge, welche PV-Anlagen im Sommer erzeugen, werden zunächst nicht berücksichtigt. Allerdings stellen solche Schwankungen des Verbrauchs und der Verfügbarkeit durchaus große Hürden für das Gelingen der Wärmewende dar. Diese Hürden müssen bei der zukünftigen Umsetzung von Maßnahmen in Merdingen durchaus berücksichtigt werden.

In den folgenden Abschnitten werden deshalb solche Speicher, die in Merdingen zur Umsetzung der Wärmewende und zum Erreichen des Zielbilds eingesetzt werden könnten, erläutert und deren Einsatzbereiche geschildert. Welche Technologie bei einer Maßnahme eingesetzt wird, muss anhand wirtschaftlicher und technischer Kriterien im Einzelfall bewertet werden.

In Abbildung 28 werden verschiedene Speichertechnologien nach ihrer Speicherkapazität und der Dauer der Speicherung dargestellt. Zusätzlich sind am oberen Rand Beispiele für die entsprechenden Kapazitäten genannt. Bei hohen Kapazitäten (großen Energiemengen), wie sie zum Beispiel eine Groß-

Gemeinde benötigt, müssten erneuerbare Gase (rot: Power-to-Gas) zum Einsatz kommen. Die zukünftige Rolle dieser Gase wird in Abschnitt 5.6 erläutert. Für die Wärmewende in Merdingen werden vor allem kleine bis große Wärmespeicher (orange), sowie auf Grund der Sektorenkopplung, Stromspeicher entscheidend sein.

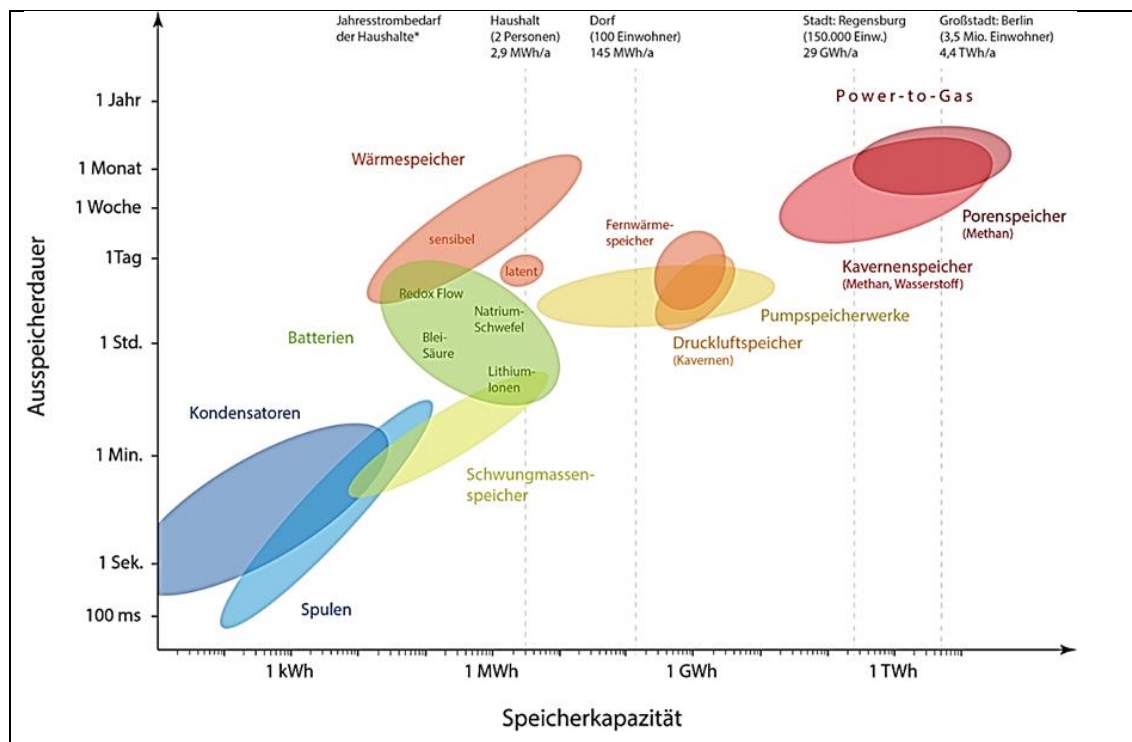


Abbildung 28– Übersicht der Speicherkapazität und Ausspeicherdauer verschiedener Speichertechnologien (Sterner & Stadler, 2014)

5.5.1.1 Wärmespeicher

Wärmespeicher können in verschiedene Speicherkonzepte unterteilt werden. Bei sensiblen Speichern erfolgt die Wärmespeicherung durch Temperaturveränderung des Speichermediums. Latente Speicher hingegen nutzen zur Wärmespeicherung hauptsächlich den Phasenwechsel von fest zu flüssig. Bei thermochemischen Wärmespeichern (nicht abgebildet) erfolgt die Wärmespeicherung in Form einer reversiblen thermochemischen Reaktion (dena, (2023)). Im Folgenden werden vier gängige Arten der Wärmespeicherung beschrieben:

- **Heißwasser-Speicher (sensibler Wärmespeicher)**
Beim Heißwasser-Speicher (Pufferspeicher) befindet sich das Wasser in einem isolierten Behälter, der je nach Anwendungsfall von kleinen Speichern mit wenigen Kubikmetern in Gebäuden bis hin zu Großwasserspeichern für die saisonale Wärmespeicherung in Wärmenetzen eingesetzt werden kann.
- **Kies-Wasser-Speicher (sensibler Wärmespeicher)**
Bei einem Kies-Wasser-Speicher dient ein Gemisch aus Kies und Wasser als Speichermedium. Diese werden bisher überwiegend als Langzeitwärmespeicher oder Zwischenspeicher für solare Nahwärmenetze bzw. Gebäudekomplexe eingesetzt.
- **Eisspeicher (latenter Wärmespeicher)**
Der Eisspeicher besteht in der Regel aus einer Betonzisterne, die komplett unter der Erdoberfläche vergraben und nicht isoliert wird. Der erste Wärmetauscher entzieht dem Wasser seine Wärmeenergie, wodurch die Temperatur mit jedem Durchlauf sinkt und das Wasser mit der Zeit gefriert. Der Regenerationswärmetauscher führt der Zisterne hingegen Wärme zu, die er

beispielsweise über eine Erdsonde oder durch eine Solarthermieranlage bezieht. Eisspeicher dienen sowohl als Wärmequelle als auch als saisonale Wärmespeicher. Es existieren technische Lösungen für kleine Gebäude (Ein- und Zweifamilienhäuser) und größere Gebäude sowie für die Einbindung in ein kaltes Nahwärmenetz.

- **Sorptionsspeicher (thermochemischer Wärmespeicher)**

Die Wärmespeicherung erfolgt durch chemisch reversible Reaktionen oder den Sorptionsprozess und zeichnet sich besonders durch eine hohe Energiedichte aus.

Der Aufbau von Wärmenetzen in Merdingen wird auch einen Ausbau der Wärmespeicherkapazitäten bedingen, für die geeignete Fläche identifiziert werden müssten.

5.5.1.2 Stromspeicher

Den Stromspeichern kommt neben dem Ausbau der Stromnetze eine bedeutende Rolle in der Energiewende zu. Denn sie können grundsätzlich Schwankungen bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ausgleichen: Werden PV- oder Windanlagen mit Speichersystemen kombiniert, wird nicht integrierbarer Strom gespeichert und steht bei Bedarf jederzeit zur Verfügung (dena, (2022)). Dadurch sind Stromspeicher in der Lage:

- Angebot und Nachfrage auszugleichen,
- zahlreiche Systemdienstleistungen (z. B. Regelleistungen und Blindenergie) bereitzustellen, die die Systemstabilität unterstützen,
- inländische Wertschöpfung zu erhöhen, da nicht integrierbare Strommengen nicht exportiert werden müssen und
- die Integration von Strom aus erneuerbaren Energien in den Markt zu fördern.

Durch die Nutzung eines Stromspeichers lässt sich die Eigenverbrauchquote des durch PV-Anlagen erzeugten Stroms erhöhen und somit ein Großteil der Stromkosten einsparen. Batteriespeicher können sowohl dezentral in Ein- und Mehrfamilienhäusern als auch zentral in Quartieren zum Einsatz kommen.

5.6 Transformation des Erdgasnetzes

Die im Zielbild abgebildeten Entwicklungen zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Gemeinde Merdingen würden auch erhebliche Auswirkungen auf die bestehende Gasinfrastruktur implizieren. Faktisch spielt Erdgas im Zielszenario im Jahr 2040 keine Rolle mehr. Wie sich die Gasnachfrage entwickeln wird, kann derzeit niemand vorhersagen. Perspektivisch könnte die bestehende Erdgasinfrastruktur, zumindest in Teilen, für die Versorgung mit (grünem) Wasserstoff genutzt werden.

Der nationale Gesetzgeber hat die Erdgaskonzessionäre hierbei als entscheidende Akteure beim Hochlauf der Wasserstoffinfrastruktur erkannt und den Geltungsbereich der wegrechtlichen Gestattungsverträge nach § 46 EnWG in § 113a EnWG auf Wasserstoff „erweitert“. Somit können vorbereitende Maßnahmen zum Wasserstofftransport ergriffen und die Zielnetzplanung an diese angepasst werden. Ein Gaskonzessionsvertrag ist somit zugleich ein Wasserstoffgestattungsvertrag.

In den folgenden Abschnitten werden drei wesentliche Szenarien, zur potenziellen zukünftigen Nutzung der Erdgasnetze beschrieben:

- **Szenario 1: Das Erdgasnetz wird weiterhin in der Fläche benötigt**

Dies bedeutet, dass weiterhin eine Versorgung mit Wasserstoff (oder einer Alternative zu Wasserstoff) über das bestehende Erdgasnetz möglich sein wird und die Endverbraucher diesen durch Umrüstung des bestehenden Heizkessels oder Installation eines neuen Heizkessels (hybrid) verwerten können. Der Wasserstoff muss entweder über das geplante H₂-Backbone in

Deutschland bis zu den Netzen transportiert werden, oder durch den Anschluss an die geplante Trasse in Frankreich/Schweiz erfolgen. Die leitungsgebundene Versorgung der Endverbraucher, über die bestehenden Erdgasnetze ist der effizienteste Weg.

▪ **Szenario 2: Punktuelle Erhaltung des Erdgasnetzes für Wärmenetze und die Industrie**

Im zweiten Szenario wird davon ausgegangen, dass die Erdgasnetzinfrastruktur teilweise einen Rückzug erfährt und nur ein Teil der bisherigen Struktur erhalten bleibt. Mit dieser Struktur werden dann Heizzentralen für Wärmenetze und große energieintensive Betriebe mit Wasserstoff (oder einer Alternative zu Erdgas) versorgt. Anders als in Szenario 1, kann die Versorgung dieser zentralen Wärmenetze oder auch der Industrie über ein bestehendes Versorgungsnetz, wie das H₂-Backbone, oder aber auch mit zentralen Einspeisepunkten an den bisherigen Gasübergabestellen erfolgen.

Bei den Szenarien 1 und 2 lassen sich zwei technische Umsetzungsvarianten unterscheiden. Die erste Möglichkeit ist die vollständige Umstellung des bestehenden Erdgasnetzes auf 100 % Wasserstoff. Dies würde nach heutigem Kenntnisstand in der Regel den Austausch oder die umfassende Umrüstung der vorhandenen Gasheizgeräte bei den Endverbrauchern erfordern, da die meisten heutigen Erdgas-Brennwertkessel nicht für den reinen Wasserstoffbetrieb geeignet sind. Die zweite Möglichkeit ist die schrittweise Zumischung von Wasserstoff zu einem anderen gasförmigen Energieträger, beispielsweise zu Biomethan. Je nach Zumischungsgrad können bestehende Gasgeräte oft weiterhin betrieben werden, wobei für höhere Anteile an Wasserstoff gegebenenfalls ebenfalls Anpassungen an Brennertechnik und Regelgeräten nötig werden.

▪ **Szenario 3: Geordneter Rückzug des Erdgasnetzes**

In Szenario 3 gibt es einen geordneten Rückzug des bestehenden Erdgasnetzes und die am Erdgasnetz hängenden Endverbraucher schließen entweder an ein zentrales Wärmenetz an oder rüsten auf eine dezentrale Lösung um. Auch in diesem Szenario ist eine Versorgung mit Wasserstoff durch dezentrale Lösungen wie Elektrolyseure, die regionalen Strom in Wasserstoff umwandeln und diesen dann entweder Einzelhaushalten oder kleinen Wärmenetzen zur Verfügung stellen, möglich.

Die Energieversorgung der Bürger ist ein wesentlicher Bestandteil der kommunalen Aufgabe der Daseinsvorsorge. Durch die Vergabe der Gaskonzession wird die Versorgungspflicht für Erdgas an den Erdgasnetzbetreiber übertragen. Demnach dürfen Erdgasnetze nur dort zurückgebaut bzw. stillgelegt werden, wenn kein Erdgasbedarf mehr besteht. Für das Szenario 3 müsste sich also entweder die Rechtslage zur Versorgungspflicht ändern, oder es müssten alle Verbrauchsstellen zunächst auf eine alternative Energieversorgung umrüsten, bevor ein Rückzug erfolgen könnte.

Die vielen Unbekannten und die Vielfalt an Entwicklungsperspektiven, die von einem kompletten Stilllegen des Erdgasnetzes bis hin zu einem weiterhin flächigen Betrieb der Netze mit erneuerbaren Gasen reicht, stellen die Erdgasnetzbetreiber vor eine große Herausforderung hinsichtlich der Frage der aktuellen Investitionen und Erweiterungspläne.

Die Rahmenbedingungen, die die Transformation des Erdgasnetzes formen werden, liegen zum größten Teil weder in der Hand der Gemeinde noch in der Hand der Erdgasnetzbetreiber. Um geeignete Maßnahmen mit Blick auf die Transformation des Erdgasnetzes zu erarbeiten und an die sich noch in Entwicklung befindenden und sich wandelnden Rahmenbedingungen zu adaptieren, wird in den kommenden Jahren ein regelmäßiger Austausch zwischen der Gemeinde Merdingen und dem Netzbetreiber notwendig sein. Zusätzlich müssen die Entwicklungen im Erdgasnetz frühzeitig mit den Bürgern und den Betrieben der Gemeinde abgestimmt und kommuniziert werden, damit diese die Perspektiven zur Energieversorgung über das Erdgasnetz bei Investitionsentscheidungen berücksichtigen können bzw. unter Umständen auch rechtzeitig mit Alternativen planen können.

5.6.1 Wasserstoffanbindung für Merdingen

Im Rahmen des Projekts RHYn Interco wird eine Verbindung zum European Hydrogen Backbone über eine Rheinquerung bei Fessenheim (Frankreich) bis zum Jahr 2029 hergestellt (vgl. Abbildung 18). Über diese Anbindung an den Backbone bekommt der südliche Oberrhein Zugang zu unterschiedlichen Erzeugungsschwerpunkten von grünem Wasserstoff im europäischen Ausland. Im Anschluss an die Rheinquerung werden über umgestellte Erdgasleitungen sowie neu zu errichtende Wasserstoffleitungen zunächst Großabnehmer in Freiburg angeschlossen. Mit einer möglichen Wasserstoffanbindung für Merdingen kann frühestens ab 2040 gerechnet werden (vgl. 4.5).

5.7 Senken für Restemissionen

Der Ausbau der erneuerbaren Energien bietet zwar deutliche Potenziale zur Senkung der THG-Emissionen, 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 THG in die Atmosphäre emittiert. Auch das Zielszenario für Merdingen zeigt: Selbst, wenn die Wärmeversorgung komplett durch erneuerbare Wärme, Strom und Gase gedeckt wird, sinken die THG-Emissionen 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 THG-Kompensation. Ein häufig angewandter Ansatz besteht darin, in Projekte zu investieren, die zur Reduzierung von THG-Emissionen beitragen. Dazu gehören beispielsweise erneuerbare Energien, Energieeffizienzprojekte oder Aufforstungs- und Waldschutzprojekte. Diese Projekte tragen dazu bei, den Ausstoß von THG zu verringern oder CO₂ aus der Atmosphäre zu entfernen (CCS).

THG-Kompensation kann sowohl durch lokale Maßnahmen als auch durch technische Verfahren erfolgen. Momentan ist noch unklar, ob oder wie verbleibende THG-Emissionen in Zukunft kompensiert werden müssen. Eine Studie zu Entwicklungsszenarien der CO₂-Preise, erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, geht von einer starken Steigerung des CO₂-Preises bis 2040 aus (von 30 €/t im Jahr 2022 auf mind. 250 €/t im Jahr 2040). Vor diesem Hintergrund würde die Umsetzung von lokalen Kompensationsmaßnahmen die lokale Wertschöpfung unterstützen. Zudem haben solche Maßnahmen auch weitere Vorteile, in dem z.B. Flächen ökologisch aufgewertet werden und die lokale Biodiversität steigern.

An der CO₂-Kompensation und an CCS gibt es auch Kritik. Beispielsweise wird unterstellt, dass dadurch notwendige Maßnahmen verzögert oder verlagert werden und somit der Klimaschutz vor Ort nicht effektiv genug vorangebracht wird. Zudem gibt es Zweifel an der Wirtschaftlichkeit und Effizienz der Maßnahmen, da der eingesetzte Euro pro Tonne CO₂ teilweise deutlich effizienter in Klimaschutzmaßnahmen vor Ort investiert werden könnte. Auch der Vorwurf des Greenwashings steht vermehrt im Raum.

Welchen Anteil CO₂-Senken beim Erreichen des Ziels der Klimaneutralität leisten können, wird sich erst in den nächsten Jahren zeigen und kann zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht abschließend bewertet werden.

5.8 Kennwerte des Zielbilds

In den folgenden Tabellen sind die wesentlichen Kennwerte des Zielbilds zusammengefasst.

Energieträger im Wärmenetz	Jahr			Einheit
	2021	2030	2040	
Biomethan	0	201	403	MWh
Wärmepumpen	0	806	1.612	MWh
Summe	0	1.007	2.015	MWh

Tabelle 7 – Energieträgereinsatz für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze für die Jahre 2021, 2030 und 2040

Jahr 2021					
Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie: Raum- und Prozesswärme	kommunale Liegenschaften	Einheit
Erdgas	9.947	1.962	17.474	401	MWh
Heizöl	4.119	1.433	0	0	MWh
Kohle	19	8	33.033	0	MWh
Heizungsstrom	324	161	0	0	MWh
Fernwärme	0	0	0	0	MWh
Energieholz	3.683	253	0	338	MWh
Solarthermie	714	79	0	0	MWh
Umweltwärme	352	19	0	0	MWh
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	0	0	MWh
Sonstige Energieträger	14	0	6.941	0	MWh
Wasserstoff	0	0	0	0	MWh
Summe	19.172	3.915	57.448	739	MWh

Tabelle 8 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2021

Jahr 2030					
Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie: Raum- und Prozesswärme	kommunale Liegenschaften	Einheit
Erdgas	5.235	1.033	9.197	211	MWh
Heizöl	2.168	754	0	0	MWh
Kohle	10	4	17.386	0	MWh
Heizungsstrom	170	162	0	0	MWh
Fernwärme	869	46	0	39	MWh
Energieholz	3.858	272	711	178	MWh
Solarthermie	747	83	95	0	MWh
Umweltwärme	4.875	838	422	171	MWh
Sonstige Energieträger	8	0	25.985	0	MWh
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	3.653	0	MWh
Wasserstoff	0	0	0	0	MWh
Summe	17.940	3.192	57.449	599	MWh

Tabelle 9 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2030

Jahr 2040					
Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie: Raum- und Prozesswärme	kommunale Liegenschaften	Einheit
Erdgas	0	0	0	0	MWh
Heizöl	0	0	0	0	MWh
Kohle	0	0	0	0	MWh
Heizungsstrom	0	162	0	0	MWh
Fernwärme	1.835	97	0	83	MWh
Energieholz	4.052	293	1.500	0	MWh
Solarthermie	785	87	200	0	MWh
Umweltwärme	9.900	1.748	892	361	MWh
Sonstige Erneuerbare	0	0	54.856	0	MWh
Sonstige Energieträger	0	0	0	0	MWh
Wasserstoff	0	0	0	0	MWh
Summe	16.572	2.387	57.448	444	MWh

Tabelle 10 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2040

6. Kommunale Wärmewendestrategie

Nachdem das Zielszenario den Pfad aufzeigt, wie Merdingen 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 Gemeinde. 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 sind:

- **Energieverbrauch senken**

Um den Energieverbrauch entscheidend zu senken, müssen die Gebäude energetisch saniert werden. Darüber hinaus sollten Einsparpotenziale durch Effizienzsteigerungen der Heizungs-systeme und durch korrektes Nutzerverhalten genutzt werden. Um diese Potenziale der Wohngebäude nochmals differenzierter darzustellen, wurden für die 16 häufigsten Gebäudetypen in Merdingen Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen erstellt. Die Steckbriefe zeigen detailliert, welche Maßnahmen an Gebäudehülle und -technik für ein typisches Gebäude des jeweiligen Gebäudetyps technisch und wirtschaftlich sinnvoll sind.

- **Dekarbonisierung der Wärmeversorgung**

Um die Wärmeversorgung zu dekarbonisieren, müssen fossile Versorgungsstrukturen durch verschiedene erneuerbare Energiequellen ersetzt werden. Hier müssen je nach Gegebenheit vorhandene erneuerbare Potenziale sinnvoll genutzt werden. Eine zentrale Rolle wird hierbei die Nutzung der Umweltwärme für Heizzwecke über Wärmepumpen sowohl in zentralen als auch dezentralen Versorgungsgebieten einnehmen. Neben der Wärmequelle Luft, die überall zur Verfügung steht, können geothermische Potenziale aus Erdwärme in den jeweiligen Einzelfällen geprüft und erschlossen werden. Neben der Umweltwärme wird es zudem die Einbindung anderer erneuerbaren Wärmequellen brauchen, damit die Transformation gelingen kann. In zentralen Versorgungsgebieten betrifft dies vor allem die Nutzung von holzbasierten Heizsystemen und Großwärmepumpen. Erneuerbare Gase wie Biomethan bzw. Wasserstoff werden voraussichtlich zunächst nur dort eingesetzt, wo das Temperaturniveau nicht abgesenkt werden kann. Dies betrifft vor allem industrielle Prozesse, die auf hohe Temperaturen angewiesen sind.

- **Dekarbonisierung der Stromversorgung**

Das Gelingen der Wärmewende, mit Blick auf die zukünftige Rolle der strombetriebenen Wärmepumpe, ist dadurch direkt an die Dekarbonisierung der Stromversorgung gekoppelt. In Merdingen sollte die lokale Stromerzeugung durch PV-Anlagen ausgebaut werden. Die identifizierten Potenziale reichen für eine klimaneutrale Stromversorgung der Gemeinde aus. Um die Fluktuation der erneuerbaren Energiequellen und die Winterlücke auszugleichen, werden Energiespeicher in Form von Stromspeichern und in Zukunft PtG-Anlagen benötigt. In Abstimmung mit dem Stromnetzbetreiber kann die Gemeinde dafür sorgen, dass die lokale Infrastruktur den zukünftigen Herausforderungen entsprechend ausgebaut und ertüchtigt wird.

6.1 Kommunale Handlungsfelder für die Wärmewende

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

6.1.1 Strategie, Organisation und Verankerung in der Verwaltung

Der kommunale Wärmeplan wurde in Abstimmung mit der Gemeinde 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 der Gemeinde, z.B. bei der Entwicklung von Neubaugebieten und bei der Verwaltung der kommunalen Liegenschaften, integriert werden.

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

6.1.2 Klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften

Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften ist es erforderlich, die bestehenden Gebäude zu sanieren und Heizanlagen zu modernisieren. Zusätzlich zu diesen Maßnahmen sollte die Kommune einen Plan entwickeln, um weitere geeignete Maßnahmen abzuleiten und die dafür notwendigen Finanzmittel für die zukünftigen Investitionsmaßnahmen in Ihrem Haushalt berücksichtigen zu können. Einen solchen Plan lässt sich unter anderem auch durch die Zusammenarbeit mit Energieberatern konkretisieren, z.B. können Einsparpotenziale und konkrete Sanierungsmaßnahmen für einzelne Liegenschaften mit einem Sanierungskonzept für Nichtwohngebäude ausgearbeitet werden. 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. Die Reduktion der Energieverbräuche durch Effizienzsteigerung und besonders durch Erneuerung der Heizanlagen ist der Grundstein für eine erfolgreiche Umstellung zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energien in Merdingen. Zudem kann die Gemeinde durch die Umsetzung solcher Maßnahmen ein Vorbild für die Bürger der Gemeinde sein.

6.1.3 Ausbau der zentralen Wärmeversorgung

Der Ausbau der zentralen Wärmeversorgung ist ein essenzieller Bestandteil der Wärmewendestrategie. Mithilfe von geförderten Machbarkeitsstudien 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. Für die zentralen Eignungsgebiete empfiehlt es sich die Machbarkeit und Umsetzbarkeit von Wärmenetzen genauer zu prüfen, um die Projekte zügig in die Umsetzung zu bringen.

6.1.4 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 Umweltwärme aus Luft, Grundwasser und Erdreich zur dezentralen Gebäudebeheizung nutzbar gemacht werden.

Zur Deckung des zusätzlichen Stromverbrauchs durch Wärmepumpen müssen auch stromseitig vorhandene Potenziale im Rahmen einer klimaneutralen Wärmeversorgung erschlossen werden. Vor allem der PV-Ausbau bietet große Potenziale zur lokalen Stromerzeugung.

6.1.5 Information und Kommunikation

Mit dem kommunalen Wärmeplan schafft die Gemeinde Merdingen 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 Gemeinde selbst kann im Gebäudebereich nur die Sanierung und den Einsatz erneuerbarer Energien in ihren eigenen Liegenschaften real umsetzen. Alle anderen Gebäude, ob Privatgebäude oder Gewerbebetriebe, liegen nicht in der Hand der Gemeindeverwaltung. 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 gemeindeeigenen Medien den Bürgern, Gebäudebesitzern, 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 bereitgestellt werden. Als konkrete Maßnahme kann für ein dezentral versorgtes Eigentumsgebiet eine Wärmepumpeninitiative durchgeführt werden. Hierfür kann die Gemeinde bspw. eine Informationsveranstaltung für Gebäudeeigentümer vor Ort initiieren.

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

Gleichzeitig sollte die Gemeinde in Austausch mit dem örtlichen Gewerbe 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.

6.2 Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans 2025

Gemeinsam mit der Gemeindeverwaltung und Vertretern des Gemeinderats wurden folgende Maßnahmen als prioritär bewertet. Laut Gesetz soll mit der Umsetzung dieser Maßnahmen spätestens innerhalb von fünf Jahren begonnen werden.

1. Entwicklung und Umsetzung einer Sanierungsstrategie für öffentliche Liegenschaften
2. PV-Ausbau auf kommunalen Liegenschaften
3. Prüfung der Eignung einer Konversionsfläche für eine PV-Freiflächenanlage
4. Vorbereitende Untersuchung für ein Wärmenetz im Ortskern
5. Durchführung einer Informationskampagne zu den Themen Wärmewende und dezentrale Heizungslösungen
6. Begleitung der Dekarbonisierung industrieller Prozesswärme

In den folgenden Abschnitten werden die priorisierten Maßnahmen einzeln erläutert. Neben einer kurzen Beschreibung der Maßnahme werden folgende Eckpunkte übersichtlich dargestellt:

- Handlungsfeld: Kategorie der Maßnahme
- Ziele: Welcher Mehrwert soll mit der Maßnahme konkret erreicht werden?
- Beschreibung: Was ist der Hintergrund der Maßnahme? Welche Informationen sind relevant?
- Erste Handlungsschritte: Wie kann die Gemeinde konkret mit der Umsetzung beginnen?
- Zeitliche Einordnung: Wann soll begonnen werden? Wie lange läuft die Maßnahme? Bis wann sollte die Maßnahme abgeschlossen sein?
- Für die Umsetzung verantwortliche Akteure
- Von der Umsetzung betroffene Akteure
- Kosten: Welchen finanziellen Aufwand wird die Maßnahme verursachen? Welche Fördermittel stehen für die Umsetzung zur Verfügung?
- Energie- und THG-Einsparung: Abschätzung, wie viel Energie und THG durch die Maßnahme jährlich eingespart werden kann

1	Entwicklung und Umsetzung einer Sanierungsstrategie für öffentliche Liegenschaften
Handlungsfeld: Kommunale Verwaltung	
Ziele: ▪ Erstellung eines strukturierten Prioritätenplans zur Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen ▪ Umstellung der Wärmeerzeugung auf erneuerbare Energieträger ▪ Reduktion des Energieverbrauchs durch Sanierungsmaßnahmen ▪ Senkung der THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften	
Beschreibung: Die Gemeindeverwaltung nimmt eine Vorreiterrolle und Vorbildfunktion im Bereich Klimaschutz und Nachhaltigkeit ein. Um das Ziel einer klimaneutralen Verwaltung erreichen zu können, müssen die kommunalen Liegenschaften auf einen hohen Sanierungsstand gebracht werden. Neben der energetischen Sanierung der Gebäudehülle (Fassadendämmung, Fenster, Dach bzw. Dachgeschoß, Kellerdecke und Bodenplatte) kann der Energieverbrauch durch Effizienzmaßnahmen am Heizsystem und durch moderne Gebäudetechnik reduziert werden. Ab Juni 2028 ist zudem gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) der Nachweis zu erbringen, dass bei der Installation neuer Heizsysteme mindestens 65 % der genutzten Energie aus erneuerbaren Quellen stammt. Insbesondere die Umstellung auf Wärmepumpensysteme erfordert häufig eine energetische Sanierung der Gebäudehülle, um die notwendige Effizienz für die Nutzung dieser Technologie zu gewährleisten. Für eine strukturierte Vorgehensweise ist es sinnvoll, zunächst einen Prioritätenplan zu erstellen. Bei der Priorisierung gilt es verschiedene Faktoren abzuwägen, bspw.: • Bestehender oder absehbarer, dringender Handlungsbedarf • Synergieeffekte: Bereits geplante Maßnahmen am Gebäude oder Projekte im Quartier, perspektivische Anschlussmöglichkeiten an ein Wärmenetz • Energieeffizienzklasse: Gebäude mit einem besonders hohen spezifischen Wärmeverbrauch • Wirksamkeit: Gebäude mit einem besonders hohen absoluten Wärmeverbrauch • Vorhandene Potenziale zur Nutzung lokaler erneuerbarer Energien Die Umsetzung der Maßnahmen sollte zudem durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden, um auch die Vorbildfunktion dieser Maßnahmen zum Tragen zu bringen. Bei priorisierten Liegenschaften ist zunächst die Erstellung eines Energiekonzepts bzw. Sanierungsfahrplans für die einzelne Liegenschaft sinnvoll. Hierbei werden verschiedene Varianten der Wärmeversorgung bzw. der Einsatz erneuerbare Energien auf ihre technische Machbarkeit, der möglichen Energieeffizienz, der Kosten (Investitionskosten und laufende Kosten) sowie die möglichen THG-Einsparungen ausgewertet. Anhand einer solchen detaillierten Variantenvergleichs kann die Gemeinde die bestmögliche Heizungsvariante auswählen und umsetzen.	
Erste Handlungsschritte: Erarbeitung einer Entscheidungsgrundlage für die Priorisierung der Liegenschaften, Anwendung der Entscheidungsgrundlage zur Priorisierung des Sanierungsablaufs	
Zeitliche Einordnung: Kurzfristig: Start der Planungen bspw. mit der Erstellung von Sanierungskonzepten Mittelfristig: kontinuierliche Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen und der Heizungsmodernisierung	

Langfristig: Umstellung aller Liegenschaften auf klimaneutrale Heizvarianten
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure: Gemeindeverwaltung, Gemeinderatsgremium
Von der Umsetzung betroffene Akteure: Gemeindeverwaltung, Nutzer öffentlicher Liegenschaften
Kosten: Kosten für ein Sanierungskonzept für Nichtwohngebäude: ▪ Abhängig von der Gebäudegröße/Nutzfläche ca. 1.700 € bis 8.000 € (Fördermöglichkeit über BAFA- Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme: bis zu 50 % des Beratungshonorars, max. 4.000 €) Für die Umsetzung können ebenfalls Fördermittel beantragt werden: ▪ KfW: Zuschuss Nr. 422: Heizungsförderung für Kommunen – Wohn- u. Nichtwohngebäude (bis zu 35 % der förderfähigen Kosten beim Kauf und Einbau einer neuen, klimafreundlichen Heizung) ○ BAFA- Bundesförderung für effiziente Gebäude ○ Anlagentechnik (außer Heizung) (15 % der förderfähigen Kosten bspw. für die Optimierung der Raumluftanlagen, Einbau Regelungstechnik, Kältetechnik, Innenbeleuchtung) ○ Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle (15 % der förderfähigen Ausgaben bspw. für die Dämmung der Gebäudehülle oder Ersatz von Fenstern und Türen) ○ Fachplanung und Baubegleitung (50 % der förderfähigen Ausgaben für die energetische Fachplanung und Baubegleitung in Zusammenhang mit einer der oben genannten geförderten Maßnahmen)
Energie- und THG-Einsparungen: Zunächst keine direkte Energie und THG-Einsparung. Nach vollständiger Umsetzung können ca. 100 t CO ₂ pro Jahr im Bereich Wärme der kommunalen Liegenschaften eingespart werden.

2 PV-Ausbau auf öffentlichen Liegenschaften

Handlungsfeld: Ausbau erneuerbarer Energien

Ziel:

Planung und Errichtung weiterer PV-Anlagen auf den Dächern kommunaler Gebäude, um die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien vor Ort zu steigern

Beschreibung:

Die Auswertung der PV-Potenziale der Gemeinde zeigt, auf den Dachflächen in Merdingen besteht hohes Potenzial zur lokalen erneuerbaren Stromerzeugung. Die Gemeinde hat bereits auf einigen Dächern kommunaler Liegenschaften PV-Anlagen errichtet. Nun sollen weitere Anlagen folgen. Im ersten Schritt kann hierzu der Solaratlas des LUBWs eine erste Einschätzung zur Eignung und zum potenziellen Stromertrag der Dachflächen geben. Anschließend können die Dächer von Fachexperten im Detail analysiert werden.

Bei der Planung und Auslegung einer PV-Anlage kann die Eigenversorgung eine Rolle spielen. Kann der erzeugte Strom für den Betrieb einer Wärmepumpe oder zum Laden von Elektrofahrzeugen genutzt werden, so kann in der Regel auch ein hoher Eigenversorgungsgrad erreicht werden. Wenn der erzeugte Strom direkt genutzt wird, trägt die PV-Anlage dazu bei, die Stromkosten zu senken. Dadurch kann die Gemeinde ihre Betriebskosten langfristig senken. Zusätzlich könnte die Integration eines Stromspeichers geprüft werden.

Die Gemeinde sollte außerdem bei bestehenden PV-Anlagen auf ihren Liegenschaften prüfen, bei welchen das Pachtverhältnis ausläuft, um Klarheit über das weitere Vorgehen zu erlangen. Dabei soll geprüft werden, ob der Erwerb der Anlagen, eine Verlängerung der Pachtverträge oder alternative Nutzungskonzepte sinnvoll sind.

Durch den Bau von PV-Anlagen auf den Dächern der kommunalen Gebäude ist die Gemeinde Vorbild im Bereich erneuerbare Energien für ihre Bürger.

Erste Handlungsschritte:

1. Benennung eines Verantwortlichen zur Umsetzung der Maßnahme
2. Untersuchung und Planung besonders geeigneter Dächer

Zeitliche Einordnung:

Kurzfristig: Initiierung der Planungen

Mittel- bis langfristig: Strategie und Priorisierung zur Belegung von weiteren Dächern kommunaler Gebäude

Für die Umsetzung verantwortliche Akteure:

Gemeindeverwaltung, gemeinsam mit PV-Experten

Von der Umsetzung betroffene Akteure:

Netzbetreiber, ggf. Bürgerenergiegenossenschaften, Gemeindeverwaltung

Kosten:

Ca. 1.600 €/kWp (inkl. Montage). Bei einer Anlage mit 40 kWp ca. 60.000 €

Sollte die Finanzierung durch eigene Mittel nicht möglich sein, kann die Kommune sich Kooperationspartner suchen. Bspw. kann die Umsetzung durch Verpachtung der Dachflächen an Stadtwerke, Bürgerenergiegenossenschaften oder lokale Solarfirmen realisiert werden.

Energie- und THG-Einsparungen:

Eine PV-Anlage mit 40 kW_p erzeugt jährlich rund 38.400 kWh erneuerbaren Strom. Dadurch werden rund 16 t CO_{2e} im Vergleich zum deutschen Strommix eingespart.

3	Prüfung der Eignung einer Konversionsfläche für eine PV-Freiflächenanlage
Handlungsfeld: Ausbau erneuerbarer Energien	
Ziel: ▪ Aktivierung nicht genutzter Flächen zur klimafreundlichen Stromerzeugung ▪ Beitrag zur regionalen Energiewende und zur Treibhausgasreduktion ▪ Förderung nachhaltiger Nachnutzung ehemals gewerblicher Flächen	
Auf einer rund 3 Hektar großen, ehemals gewerblich genutzten Konversionsfläche am Ortsrand von Merdingen besteht grundsätzlich Potenzial für die Errichtung einer Photovoltaik-Freiflächenanlage. Die Fläche wurde in der Vergangenheit als Bauschuttlager genutzt und liegt derzeit brach. Durch die Umnutzung zu einer PV-Anlage könnte sie einer ökologisch und energetisch sinnvollen Nachnutzung zugeführt werden. Die Gemeinde Merdingen prüft gemeinsam mit relevanten Akteuren, ob sich die Fläche für eine solare Nutzung eignet. Da die Fläche in privatem Eigentum liegt, ist eine enge Abstimmung mit den Eigentümerinnen und Eigentümern erforderlich. Die Gemeinde kann beratend und unterstützend tätig werden – etwa durch frühzeitige Klärung planungsrechtlicher und naturschutzfachlicher Voraussetzungen oder durch die Einbindung in kommunale Klimaschutzstrategien. In Verbindung mit der PV-Anlage könnte auch ein stationärer Stromspeicher berücksichtigt werden, um Erzeugungsspitzen besser auszugleichen, den Eigenverbrauchsanteil zu erhöhen und die Netzeinspeisung bedarfsgerechter zu gestalten. Eine solche Speicherlösung würde zur Netzstabilität beitragen und die Wirtschaftlichkeit der Anlage z.B. durch eine optimierte Direktvermarktung verbessern. Auch Synergien mit künftigen regionalen Strommodellen oder Bürgerbeteiligungskonzepten könnten so geschaffen werden. Die Gemeinde unterstützt daher auch die Prüfung eines kombinierten Projekts aus PV-Anlage und Speichertechnologie.	
Erste Handlungsschritte: 1. Abstimmungsgespräch mit den Eigentümern zur grundsätzlichen Bereitschaft 2. Vorprüfung der Flächeneignung (z. B. Lage, Sonneneinstrahlung, Netzanbindung) 3. Prüfung planungsrechtlicher Rahmenbedingungen 4. ggf. Unterstützung bei der Beantragung von Fördermitteln oder Einbindung von Projektentwicklern 5. Öffentlichkeitsarbeit zur Förderung von Akzeptanz und Transparenz	
Zeitliche Einordnung: Anstoß kurzfristig möglich (Erstgespräche und Vorprüfung ab sofort möglich) Realisierung bei positiver Rückmeldung und Projektpartnerschaft mittelfristig (ca. 2 Jahre)	
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure: Eigentümer der Fläche, potenzielle Projektentwickler, Gemeinde Merdingen (beratend), Netzbetreiber	
Von der Umsetzung betroffene Akteure: Gemeindeverwaltung, Umweltbehörden, lokale Energieversorger	
Kosten: Für die Gemeinde voraussichtlich gering (Beratung, Abstimmung, Beteiligung)	

Planungs- und Investitionskosten liegen bei Projektträgern

Energie- und THG-Einsparungen:

Eine PV-Anlage dieser Größe (ca. 3 ha) könnte jährlich rund 3.000–4.200 MWh Strom erzeugen.

Dies entspricht einer Einsparung von ca. 1.500–2.100 t CO₂ pro Jahr im Vergleich zum aktuellen Strommix.

4 Vorbereitende Untersuchung für ein Wärmenetz im Ortskern

Handlungsfeld: Ausbau der zentralen Wärmeversorgung

Ziele:

Durchführung einer kompakten Voruntersuchung zur Klärung, ob die Voraussetzungen für eine vertiefte Machbarkeitsstudie nach Bundesförderung (BEW Modul 1) gegeben sind. Dabei soll ermittelt werden, ob ein Wärmenetz im Ortskern von Merdingen technisch, wirtschaftlich und gesellschaftlich grundsätzlich tragfähig ist.

Beschreibung:

Der Ortskern von Merdingen zeichnet sich durch eine kompakte Siedlungsstruktur mit hoher Wärmedichte aus. Ein Großteil der Gebäude wurde vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet. Viele Heizungsanlagen sind veraltet und basieren auf fossilen Brennstoffen wie Erdgas und Heizöl. Diese Ausgangslage spricht grundsätzlich für die Eignung eines zentralen Wärmenetzes. Besonders das Gebiet rund um die Kirch- und Langgasse wurde im kommunalen Wärmeplan als potenzielles Eignungsgebiet identifiziert. Zudem bestehen bereits zwei Inselnetze rund um das Bürgerhaus sowie die Hermann-Brommer-Schule, die angrenzende Gebäude mit Wärme versorgen. Die darin eingesetzten fossilen Anlagenkomponenten müssen langfristig durch erneuerbare Energiequellen ersetzt werden, um die Klimaziele zu erreichen. In diesem Zusammenhang bietet sich die Chance, die bestehende Energiezentrale auszubauen und das Wärmenetz so zu erweitern, dass auch private Haushalte im Ortskern mit klimafreundlicher Wärme versorgt werden können. Gleichzeitig muss geprüft werden, inwieweit Sanierungsmaßnahmen im Ortskern durch den Abruf von Fördermitteln aus dem Städtebauförderprogramm umgesetzt wurden und die Wärmedichte im Gebiet dadurch entsprechend verringern.

Ziel der Vorstudie ist es, mit überschaubarem Aufwand die Grundsatzfrage zu beantworten, ob eine anschließende, förderfähige Machbarkeitsstudie (BEW Modul 1) realistisch und sinnvoll ist. Dazu zählen technische Einschätzungen zur Trassenführung, erste Wirtschaftlichkeitsindikatoren sowie die grundsätzliche Bereitschaft der lokalen Akteure und Gebäudeeigentümer zur Mitwirkung.

Fällt die Vorstudie positiv aus, kann auf ihrer Grundlage eine förderfähige Machbarkeitsstudie gemäß BEW Modul 1 beauftragt werden. Diese wird mit bis zu 50 Prozent bezuschusst und dient der detaillierten Planung eines konkreten Netzkonzpts mit Erzeugungs- und Trassenvarianten sowie Wirtschaftlichkeitsbewertung. Parallel dazu können Informationsveranstaltungen, Akteursgespräche und Eigentümerdialoge vorbereitet werden.

Ein klimaneutrales Wärmenetz im Ortskern würde zur Dekarbonisierung der kommunalen Wärmeversorgung beitragen, Versorgungssicherheit gewährleisten und den langfristigen Ausstieg aus fossilen Heizsystemen ermöglichen. Die Vorstudie ist ein erster, kostenbewusster und strategischer Schritt in diese Richtung.

Erste Handlungsschritte:

- 1. Untersuchungsgebiet festlegen**
Abgrenzung des relevanten Quartiers im Ortskern anhand des Wärmeplans.
- 2. Ziele und Prüfkriterien definieren**
Festlegung der zentralen Fragen zu Technik, Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz.
- 3. Ggfs. Fachbüro beauftragen**
Auswahl und Beauftragung eines erfahrenen Planungsbüros.
- 4. Vorstudie durchführen**
Analyse technischer und wirtschaftlicher Grundlagen, Abschätzung möglicher Wärmequellen und Erhebung erster Rückmeldungen aus der Bevölkerung.

5. Ergebnisse auswerten und dokumentieren Bewertung der Machbarkeit und Entscheidungsempfehlung für das weitere Vorgehen. 6. Gemeinderatsbeschluss vorbereiten Vorstellung der Ergebnisse und Beschluss zur ggf. anschließenden Machbarkeitsstudie.
Zeitliche Einordnung: 3 Monate für die Vorstudie 12 Monate für die BEW-Machbarkeitsstudie
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure: Gemeindeverwaltung, Dienstleister (Planungsbüro)
Von der Umsetzung betroffene Akteure: Anwohner, Gewerbe, Gemeindeverwaltung, Gemeinderat, Energieversorger bzw. mögliche Betreiber
Kosten: 1. Vorbereitende Untersuchung (Entscheidungsgrundlage) ca. 10.000 Euro Kompakte Voruntersuchung zur Klärung der grundsätzlichen Machbarkeit und Vorbereitung einer möglichen BEW-Machbarkeitsstudie. Keine Förderfähigkeit nach BEW. 2. Machbarkeitsstudie gemäß BEW Modul 1 (Leistungsphasen 1 und 2) ca. 50.000–80.000 Euro Detaillierte technische, wirtschaftliche und konzeptionelle Ausarbeitung eines konkreten Wärmenetzprojekts auf Grundlage der Vorstudie. Förderung: bis zu 50 % über das BEW-Programm möglich 3. Mögliche Zusatzleistungen (optional, je nach Versorgungskonzept) Kosten variabel (ggf. zusätzlich 10.000–30.000 Euro) Beispielsweise geologische Untersuchungen zu Grundwasser, Erdwärme oder weiteren spezifischen Potenzialen. Der konkrete Bedarf ergibt sich erst aus der Projektkonzeption in der Machbarkeitsstudie.
Energie- und THG-Einsparungen: Die Förderung setzt voraus, dass das geplante Wärmenetz mindestens 75 Prozent seines Energiebedarfs aus erneuerbaren Energieträgern deckt und bis spätestens 2040 klimaneutral betrieben wird. Aktuell verursacht die Ortsmitte etwa 670 Tonnen CO₂-Emissionen pro Jahr. Bei einer angenommenen Anschlussquote von 70 Prozent könnten durch die Einführung des Wärmenetzes ab 2040 jährlich rund 469 Tonnen CO₂ eingespart werden. Der Wärmeverbrauch im untersuchten Ortskern liegt derzeit bei etwa 4.100 Megawattstunden (MWh) pro Jahr. Durch den Einsatz moderner Anlagen im Wärmenetz und eine damit verbundene Effizienzsteigerung gegenüber den überwiegend veralteten Heizsystemen kann eine Einsparung von etwa fünf bis zehn Prozent des Wärmeverbrauchs erreicht werden. Dies entspricht einer Reduktion von rund 205 bis 410 MWh jährlich.

5	Durchführung einer Informationskampagne zu den Themen Wärmewende und dezentrale Heizungslösungen
Handlungsfeld: Information, Kommunikation & Beratung	
Ziel: ▪ Vermittlung von verständlicher Information zur Wärmewende, Heizungstausch und klimaneutralen Heiztechnologien ▪ Abbau von Informationsdefiziten und Hemmschwellen zur Förderung von Sanierungs- und Investitionsentscheidungen ▪ Steigerung der Sanierungsrate und Umstellung auf erneuerbare Heizsysteme durch Beratung und Öffentlichkeitsarbeit	
Beschreibung: Die technischen und politischen Rahmenbedingungen rund um Sanierungen, Heizungstausch oder Anschluss an Wärmenetze sowie die damit verbundenen Fördermöglichkeiten sind komplex und für viele Haushalte schwer zu überblicken. Die Gemeinde unterstützt daher gezielt durch Beratung und Informationsangebote, um Hemmschwellen abzubauen und Sanierungen zu fördern. Dabei werden verschiedene klimaneutrale Heiztechnologien wie Wärmepumpen, Pelletheizungen oder Solarthermie sowie aktuelle Fördermöglichkeiten vorgestellt. Durch die Aufklärung über technische Neuerungen und wirtschaftliche Vorteile sollen Investitionsentscheidungen erleichtert werden. Zur bestmöglichen Erreichung der Zielgruppe empfiehlt sich eine Kombination aus Präsenzveranstaltungen vor Ort, Online-Veranstaltungen und Informationsmaterialien. Die Kommune kann dabei auf bewährte Formate und Kooperationen mit etablierten Partnern wie regionale Energieagenturen, lokalen Heizungsbaufirmen und Energieberatern zurückgreifen. Auch die Einbindung bestehender überregionale Kampagnen, z.B. Wärmewendewoche oder Wärmepumpentag, erhöht die Sichtbarkeit und Reichweite.	
Erste Handlungsschritte: 1. Auswahl und Abstimmung geeigneter Themen, Formate und externer Anbieter bzw. Referenten 2. Planung von Veranstaltungsformaten und Terminen (vor Ort und online) 3. Entwicklung und Verbreitung zielgruppengerechter Informationsmaterialien 4. Aufbau von Kooperationen mit regionalen Partnern und Einbindung in bestehende Kampagnen	
Zeitliche Einordnung: Kurzfristig: Start mit erster Veranstaltung oder Aktion Mittelfristig: Regelmäßige Durchführung in wiederkehrenden Abständen	
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure: Gemeindeverwaltung, Energieagentur, fesa e.V., lokale Fachpartner, Gewerbeverein	
Von der Umsetzung betroffene Akteure: Gebäudeeigentümer (Privathaushalte und Gewerbe), Fachbetriebe	
Kosten:	

Je nach Umfang der Kampagne und Anzahl der Veranstaltungen. Beispiel: Präsenzveranstaltung mit Fachvorträgen, Beratung und Werbung ca. 3.000 – 4.000 Euro

Energie- und THG-Einsparungen:

Indirekt über angestoßene Sanierungen und Umstiege auf erneuerbare Heizsysteme; eine genaue Quantifizierung ist nicht möglich.

6	Begleitung der Dekarbonisierung industrieller Prozesswärme
Handlungsfeld: Ausbau erneuerbarer Energien	
Ziel: ▪ Unterstützung des Übergangs zu klimaneutraler Prozesswärme bei energieintensiven Betrieben ▪ Förderung von Kooperationen und Rahmenbedingungen für nachhaltige Energielösungen ▪ Beitrag zur Erreichung kommunaler Klimaschutzziele durch industrielle Emissionsreduktion	
Beschreibung: Ein energieintensiver Betrieb in Merdingen erzeugt Prozesswärme derzeit mittels Kohlestaubfeuerung. Aufgrund gesetzlicher Vorgaben muss die Nutzung fossiler Brennstoffe zukünftig eingestellt werden. Elektrifizierung ist wegen der hohen Temperaturen technisch kaum möglich. Daher ist der Umstieg auf klimaneutrale Energieträger, wie z.B. grünen Wasserstoff, erforderlich, um die Prozesswärme emissionsfrei bereitzustellen. Die Kommune unterstützt das Unternehmen dabei, indem sie als Vermittler zwischen dem Betrieb, regionalen Energieversorgern und Förderstellen fungiert. Die Gemeinde erleichtert den Zugang zu Förderprogrammen, fördert den Austausch mit Technologieanbietern und Forschungseinrichtungen und schafft geeignete Rahmenbedingungen für die Dekarbonisierung. Eine direkte technische Beratung durch die Kommune ist nicht vorgesehen, da das Unternehmen über das notwendige Fachwissen verfügt.	
Erste Handlungsschritte: ▪ Abstimmung mit dem Unternehmen zur Erfassung konkreter Unterstützungsbedarfe ▪ Förderung von Kooperationen mit regionalen Partnern (Energieversorger, Forschungseinrichtungen) ▪ Unterstützung bei der Beantragung von Fördermitteln durch Informationsvermittlung ▪ Prüfung kommunaler Infrastrukturkapazitäten zur Versorgung mit klimaneutralen Energieträgern	
Zeitliche Einordnung: Begleitend kurzfristig möglich (ab sofort) Umsetzung durch das Unternehmen mittelfristig, orientiert an gesetzlichen Fristen	
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure: Unternehmen, Gemeindeverwaltung, regionale Energieversorger, Förderstellen	
Von der Umsetzung betroffene Akteure: Betrieb, Mitarbeitende	
Kosten: Kommunale Kosten entstehen vor allem durch organisatorische und koordinierende Tätigkeiten. Die Investitionskosten trägt das Unternehmen, unterstützt durch Fördermittel.	
Energie- und THG-Einsparungen: Die Umstellung auf grünen Wasserstoff ermöglicht eine klimaneutrale Prozesswärmeversorgung und reduziert die CO₂-Emissionen signifikant.	

6.3 Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans

Das Wärmeplanungsgesetz gibt vor, dass der kommunale Wärmeplan spätestens nach fünf Jahren fortgeschrieben werden muss. Es spricht allerdings einiges dafür, die Fortschreibung nicht erst nach fünf Jahren anzugehen. Mit einer kontinuierlichen Fortschreibung können laufende Entwicklungen in der Gemeinde und aus der Umsetzung regelmäßig in den digitalen Zwilling und in den Maßnahmenkatalog eingepflegt werden. Beispielsweise könnten sich durch nähere Untersuchungen die Grenzen der Eignungsgebiete verschieben, es ergeben sich neue 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 Werkzeug für die Gemeindeverwaltung, der Akteure und der Bürger entwickeln.

Folgende Bausteine könnten bei der Fortschreibung umgesetzt werden:

- Aktualisierung der Energie- und THG-Bilanz, z.B. alle drei bis fünf Jahre
- Umsetzung der Maßnahmen
 - Etablierung eines Controllingkonzepts zur Überprüfung des Maßnahmenfortschritts und zur Identifizierung von Umsetzungshemmnissen
 - Aufnahme neuer Maßnahmen
 - Anpassung der Maßnahmen auf aktuelle, politische oder technische Gegebenheiten
- Anpassung der Eignungsgebiete nach Bedarf und aktuellen Gegebenheiten
- Digitaler Zwilling
 - Pflege und Aktualisierung der Daten
 - Aufnahme neuer Gebäude
 - Aktualisierung der Heizanlagenstatistik sowie Erdgas- und Stromverbrauchsdaten alle drei bis fünf Jahre
- Veröffentlichung der aktualisierten Fassung des kommunalen Wärmeplans
- Berücksichtigung von Anpassungen gesetzlicher Vorgaben für kommunale Wärmepläne

7. Ausblick

Das Land Baden-Württemberg hat sich das ehrgeizige Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2040 einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Dieses Ziel ist ein zentraler Bestandteil der landesweiten Klimaschutzstrategie und erfordert umfassende Maßnahmen auf kommunaler Ebene. Die kommunale Wärmeplanung stellt das Planungsinstrument für Kommunen dar, diese Herausforderung in den kommenden Jahren gezielt und aktiv anzugehen und eine Strategie zum Umbau der Wärmeversorgung zu entwickeln.

Mit der Erstellung des hier vorliegenden kommunalen Wärmeplans kommt die Gemeinde Merdingen ihrer Verpflichtung nach, die lokale Wärmewende voranzutreiben. Zudem sorgt sie mit ihrem Handeln dafür, dass die Akteure und Bürger vor Ort ebenfalls die Wärmewende umsetzen können. Die geplanten Maßnahmen umfassen die energetische Sanierung bestehender Gebäude, den Ausbau erneuerbarer Energien zur lokalen Stromerzeugung, die Prüfung eines Wärmenetzes sowie die Durchführung von Informationsveranstaltungen für Bürger der Gemeinde.

Durch die kontinuierliche Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung wird nicht nur ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet, sondern auch die Lebensqualität der Bürger nachhaltig verbessert. Die Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen trägt zur Erhöhung der Versorgungssicherheit bei und schützt vor den schwankenden Entwicklungen auf den globalen Energiemärkten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass mit der kommunalen Wärmeplanung nun

- eine umfangreiche Datenbasis für die Energieleitplanung der Kommune vorliegt,
- der Weg zum klimaneutralen Gebäudebestand aufgezeigt wird
- und die Wärmewende in Merdingen verankert wird.

Die erfolgreiche Umsetzung der geplanten Maßnahmen erfordert eine enge Zusammenarbeit aller beteiligten Akteure sowie eine kontinuierliche Anpassung und Weiterentwicklung der Strategien und Konzepte. Nur so kann ein Beitrag zur Reduktion von THG-Emissionen geleistet werden und das ambitionierte Ziel des Landes Baden-Württemberg erreicht werden.

8. Methodik

8.1 Digitaler Zwilling

Durch das novellierte Klimaschutzgesetz des Landes ist die Gemeinde Merdingen im Rahmen der Erstellung des kommunalen Wärmeplans berechtigt, Daten des Energieverbrauchs und der Energieinfrastruktur der lokalen Netzbetreiber und Schornsteinfeger zu bearbeiten. Diese Daten wurden um Informationen zum Gebäudebestand und statistischen Daten der Sanierungszustände und Wärmebedarfe ergänzt. In einem Geographischen Informationssystem (GIS) konnten diese Gebäude- und Energiedaten mit Lageinformationen der Gebäude der Gemeinde aus dem amtlichen Kataster gekoppelt werden. Für diesen Arbeitsschritt wurde mit dem Dienstleister Smart Geomatics Informationssysteme GmbH aus Karlsruhe zusammengearbeitet. Das Ergebnis ist ein digitaler Zwilling der Energieversorgung der Gemeinde Merdingen, bei dem Energiemengen nicht nur beziffert, sondern auch räumlich verortet und online dargestellt werden können. Dieser digitale Zwilling dient als Grundlage für die anschließende Auswertung der energetischen Potenziale und für die Beschreibung des Ziel-Zustands eines klimaneutralen Gebäudebestands. Zudem kann er als planerische Grundlage für die Umsetzung der Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans dienen.

Während die gebäudescharfe Bearbeitung der Daten einen großen Mehrwert bei der Erstellung des Wärmeplans liefert, sind in diesem Fachgutachten und auch in den digitalen Karten/Daten alle sensiblen Daten aggregiert, um den Datenschutz zu gewährleisten. Gebäudescharfe Daten der Schornsteinfeger und der Energieversorger müssen zudem nach Erstellung des Wärmeplans der Auftraggeberin übergeben und beim Auftragnehmer selbst gelöscht werden.

8.2 Gebäudetypologie

Die Grenzzahre der Baualtersklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und an Veröffentlichungen neuer Wärmeschutzverordnungen. In diesen Zeiträumen wird der Gebäudebestand in Hinsicht auf energetischen Baustandards als homogen angenommen, sodass für die einzelnen Baualtersklassen durchschnittliche Energieverbrauchskennwerte der verschiedenen Gebäudetypen bestimmt werden können. Die Gebäudegröße dagegen beeinflusst die Fläche der thermischen Hülle. Mit den mittleren Energieverbrauchskennwerten der jeweiligen Gebäudetypen kann so der energetische Zustand eines gesamten Gebäudebestands ermittelt werden (Busch, et al., 2010).

Die Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in elf Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. Tabelle 11).

Das wesentliche Kriterium zur Ermittlung des Gebäudetyps ist die Anzahl der Wohneinheiten im Gebäude. Bei der Unterscheidung zwischen den Einfamilienhäusern und Doppel-/ Reihenhäusern muss zusätzlich das Kriterium der Baustruktur herangezogen werden:

- Einfamilienhäuser sind definiert als „freistehendes Wohngebäude mit bis zu 2 Wohneinheiten“
- Doppelhaushälften sind definiert als „zwei aneinandergrenzende Wohngebäude mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- Reihenhäuser sind definiert als „drei oder mehr aneinandergrenzende Häuser mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- kleine Mehrfamilienhäuser haben zwischen 3 und 6 Wohneinheiten
- große Mehrfamilienhäuser haben zwischen 7 und 12 Wohneinheiten
- Hochhäuser/Blockbebauungen haben mehr als 13 Wohneinheiten

Baualtersklasse	Charakteristika und Gründe für die zeitliche Einteilung
A: bis 1918	Fachwerksbau
B: bis 1918	Mauerwerksbau
C: 1919 - 1948	Zwischen Ende 1. und Ende 2. Weltkrieg
D: 1949 -1957	Wiederaufbau, Gründung der Bundesrepublik
E: 1958 -1968	Ende des Wiederaufbaus, neue Siedlungsstruktur
F: 1969 - 1978	Neue industrielle Bauweise, Ölkrise
G: 1979 -1983	Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung (WSchV)
H: 1984 -1994	Inkrafttreten der 2. WSchV
I: 1995 -2001	Inkrafttreten der 3. WSchV
J: 2002 - 2009	Einführung der Energieeinsparungsverordnung (EnEV)
K: 2010 - 2015	Inkrafttreten der EnEV 2009
L: 2016 - heute	Neubauten nach EnEV 2014 und GEG

Tabelle 11 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (2005)

8.3 Energie- und THG-Bilanz

Die THG-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der in der Gemeinde eingesetzten Energien. Emissionen anderer Treibhausgase wurden gemäß Ihrer Wirksamkeit „Global Warming Potential“ (GWP) in sogenannte CO₂-Äquivalente (CO_{2e}) umgerechnet. Im Text stehen die CO_{2e}-Werte synonym für die gesamten THG-Emissionen.

Anmerkungen zur angewandten Methodik:

- Die Energie- und THG-Bilanz wurde mit dem Tool BICO2 BW erstellt (Version 3.1). Dieses Tool wurde vom IFEU im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft als Standardverfahren für Baden-Württemberg erstellt. Somit kann die Bilanz regelmäßig fortgeschrieben werden, um die Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen in den kommenden Jahren zu überprüfen.
- In der THG-Bilanz wurden sowohl die direkten als auch die indirekten Emissionen berücksichtigt. Direkte Emissionen entstehen vor Ort bei der Nutzung der Energie (z.B. beim Verbrennen von Öl in der Heizung), während die indirekten Emissionen bereits vor der Nutzung entstehen (z.B. durch Abbau und Transport von Ressourcen oder den Bau und die Wartung von Anlagen).
- Für den Stromverbrauch basieren alle Aussagen auf der Endenergie, also der Energie, die vor Ort im Wohnhaus eingesetzt wird bzw. über den Hausanschluss geliefert wird.
- Für den Wärmeverbrauch werden Endenergie und Nutzenergie unterschieden. Endenergie ist die Menge Öl, Gas, Holz etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Nutzenergie stellt dagegen die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt beispielsweise der Wirkungsgrad der Heizanlage eine ent-

scheidende Rolle. Die Berechnungen zum Wärmebedarf und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie. Berechnungen zum Wärmeverbrauch stellen den Endenergieverbrauch dar.

- Bei der Energiebilanz für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr wurde das Territorialprinzip angewendet. Es werden also nur die Energiepotenziale auf kommunalem Gebiet und die Energieverbräuche und THG-Emissionen berücksichtigt, die durch den Verbrauch innerhalb der Gemarkungsgrenzen ihre Ursache haben. Verursachen z.B. die Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde durch Fahrten über die Gemeindegrenzen hinaus Emissionen, sind diese in der Bilanz nicht enthalten.

8.3.1 Datenquellen Endenergieverbrauch Wärme

Folgende Daten wurden für die Berechnung der Energie- und THG-Bilanz der Gemeinde Merdingen zum Energieverbrauch für Wärme erhoben und ausgewertet:

- Der Erdgasnetzbetreiber badenovaNETZE GmbH stellte die aktuellen Gasverbrauchsdaten zur Verfügung.
- Der Stromnetzbetreiber badenovaNETZE GmbH GmbH lieferte Daten zum Stromverbrauch der gesamten Gemeinde und zum Stromverbrauch für Nachtspeicherheizanlagen und Wärmepumpen.
- Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wurden aggregierte Daten des Landesamtes für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) zur Ermittlung des Energieverbrauchs kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen herangezogen. Diese wurden ergänzt um Daten der örtlichen Schornsteinfeger, die Angaben zu Leistung und eingesetzten Energieträgern beinhalten.
- Der Bestand an Solarthermie wurde von der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA-BW) zur Verfügung gestellt. Die Daten beinhalten allerdings nur Anlagen, die durch das bundesweite Marktanzreizprogramm gefördert wurden.
- Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.
- Das Tool BICO2 BW ergänzt und plausibilisiert die Daten, z.B. mit Auswertungen zu den verursacherbezogenen THG-Emissionen der Gemeinde Merdingen vom Statistischen Landesamt Baden-Württemberg und anhand von Zahlen zu den sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten der Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie verarbeitendes Gewerbe der Bundesagentur für Arbeit.

8.3.2 Endenergieverbrauch für Prozesswärme/-kälte

Während der Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie der kommunalen Liegenschaften dem Bedarf für Raumwärme zuzuordnen ist, benötigt der Sektor verarbeitendes Gewerbe auch Prozesswärme und Prozesskälte. Eine getrennte Betrachtung des Wärmeverbrauchs für die Prozesswärme und -kälte ist für die Wärmeplanung von Bedeutung, denn die benötigten Mengen, Temperaturen und Lasten unterscheiden sich bei der Prozesswärme und -kälte stark von der Raumwärme. Dadurch sind die Potenziale zur Umstellung auf erneuerbare Energien zur Deckung des Prozesswärmebedarfs begrenzt.

Abwärmerelevante Unternehmen der Gemeinde Merdingen wurden im Rahmen der Erstellung des kommunalen Wärmeplans von der Gemeindeverwaltung angeschrieben und um die Mitteilung der wichtigsten Daten zum Energieverbrauch und möglichen Abwärmepotenzialen befragt (vgl. 4.3.6.1). Nicht alle Betriebe lieferten Daten und eine Zuordnung des Wärmebedarfs auf die Prozesswärme bzw. -kälte war mit den vorhandenen Daten nicht immer möglich.

8.3.3 THG-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Die Stromdaten, die für diese Studie von den Verteilnetzbetreibern zur Verfügung gestellt wurden, beinhalten lediglich die Stromverbrauchsmengen in kWh. Diese Daten wurden von den Netzbetreibern unterteilt in Standardlastprofil-Kunden, Lastgangzählungs-Kunden und Heizungs-/Wärmepumpen. Für die öffentlichen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung wurden die Verbräuche mit den Angaben der Gemeinde abgeglichen. Der Stromverbrauch der Großverbraucher (Lastganzzählung) wird in der Regel der Industrie zugeordnet.

Die von den Netzbetreibern zur Verfügung gestellten Stromdaten geben keinen Hinweis auf die Zusammensetzung des Stroms, also der Energiequellen, aus denen der Strom erzeugt wird. Bei der Bilanzierung wurde deshalb der Emissionsfaktor des deutschen Strommix verwendet, der im Jahr 2021 0,472 t CO_{2e}/MWh beträgt (IFEU, (2024)).

8.3.4 Lokale Stromerzeugung

Da die Nutzung erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen erhebliche THG-Einsparungen mit sich bringt, wurde für die THG-Bilanz ein kommunaler Strommix berechnet, bei dem der eingespeiste Strom berücksichtigt wurde. So wird der Beitrag dieser Anlagen zum Klimaschutz in der THG-Bilanz berücksichtigt. Für die Berechnung wurde für Strom aus PV-Anlagen ein THG-Emissionsfaktor von 0,056 t CO_{2e}/MWh (IFEU, (2024)) angenommen.

8.3.5 Energie und THG-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Zur Berechnung der THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten des Erdgasnetzbetreibers badenovaNETZE GmbH für Erdgas verwendet. Zusätzlich wurden Daten des LUBWs zum Energieverbrauch kleiner und mittlerer Heizanlagen im Jahr 2021 sowie zu Anlagen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) für die Auswertung des Wärmeverbrauchs herangezogen.

Bei den örtlichen Schornsteinfegern wurde die Heizanlagenstatistik der Gemeinde abgefragt. Die Heizanlagenstatistik unterscheidet zwischen den Heizenergieträgern Heizöl, Flüssiggas, Erdgas und Feststoffe (Energieholz) und gibt jeweils die Leistung und das Alter der in der Gemeinde vorhandenen Heizanlagen an.

Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

Die für die Berechnung der THG-Bilanz angewendeten Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Wärmeenergieträger können der Tabelle 12 entnommen werden. Die Faktoren stellt das Bilanzierungstool BICO2 BW (IFEU (2024)).

Energieträger	THG-Emissionen (t CO _{2e} /MWh)
Erdgas	0,247
Heizöl	0,318
Braunkohle	0,445
Fernwärme	0,126 (lokaler Faktor: berechnet anhand der lokalen Erzeugungsanlagen)
Flüssiggas	0,267
Energieholz	0,022
Solarthermie	0,023
Umweltwärme	0,148

Tabelle 12 – Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung 2021 (Quelle: IFEU, (2024))

8.3.6 Datengüte der Energie- und THG-Bilanz

Eine THG-Bilanz kann nach unterschiedlichen Methoden und mit unterschiedlicher Datentiefe erstellt werden, abhängig vom Zweck der Bilanzierung und der Datenverfügbarkeit. Um die Aussagekraft einer Energie- und THG-Bilanz zu bewerten, wird deshalb im Bilanzierungstool BICO2 BW eine Datengüte ermittelt (IFEU, (2024)).

Die Datengüte zeigt die Datenqualität, auf welcher die erstellte Bilanz basiert. Ziel ist es, eine hohe Datengüte zu erreichen, um fundierte Aussagen und daraus wirksame Handlungsempfehlungen treffen zu können. Für jede Eingabe in das BICO2 BW-Tool werden die Datenquelle und die daraus resultierende Datengüte bewertet. Die Datengüte des Verbrauchs pro Energieträger wird anhand des jeweiligen prozentualen Anteils am Gesamtverbrauch gewichtet, wodurch schließlich eine Gesamtdatengüte für die Sektoren und für die Gesamtbilanz ermittelt wird.

Die beste zu erreichende Datengüte beträgt 100 % und liegt dann vor, wenn alle angegebenen Daten „aus erster Hand“ sind, also lokale Primärdaten darstellen, z.B. Energieversorgungsdaten für leitungsgebundene Energieträger. Die Datengüte verringert sich, wenn gewisse Werte auf Basis von Hochrechnungen ermittelt werden oder rein statistische Angaben verwendet werden. Je mehr regionale (statt lokale) Kennwerte verwendet werden, desto niedriger ist die Datengüte (IFEU (2012)).

Die Datengüte der erstellten Energie- und THG-Bilanz für das Jahr 2021, liegt bei 61 %, womit die Ergebnisse als relativ belastbar einzustufen sind. Tabelle 13 zeigt den jeweiligen Anteil und die Datengüte der Sektoren.

Sektor	Anteil	Datengüte	Belastbarkeit
Private Haushalte	32 %	80 %	Belastbar
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	9 %	37 %	Bedingt belastbar
Verarbeitendes Gewerbe	46 %	74 %	Belastbar
Kommunale Liegenschaften	1 %	100 %	Gut belastbar
Verkehr	12 %	53 %	Relativ belastbar
Gesamt		81 %	Belastbar

Tabelle 13 – Bewertung der Datengüte der Energie- und THG-Bilanz nach Sektoren

8.4 Hintergrund Erneuerbare Gase

Die verschiedenen Arten von Wasserstoff unterscheiden sich in ihrer Herstellungsweise und den damit verbundenen Umweltwirkungen. Im Folgenden werden die wichtigsten Wasserstofftypen sowie ihre Produktionsmethoden und Energiequellen dargestellt.

Bezeichnung	Definition/Gewinnung
Grauer Wasserstoff	▪ Gewinnung aus fossilen Brennstoffen ▪ Das am häufigsten angewandte Verfahren: Umwandlung von Erdgas in Wasserstoff und CO₂ (Dampfreformierung)
Roter Wasserstoff	▪ Herstellung durch Elektrolyse von Wasser ▪ Deckung des elektrischen Energiebedarfs durch Strom aus Kernenergie
Grüner Wasserstoff	▪ Herstellung durch Elektrolyse von Wasser ▪ Deckung des elektrischen Energiebedarfs durch erneuerbaren Strom
Blauer Wasserstoff	▪ grauer Wasserstoff, dessen CO₂ bei der Entstehung abgeschieden und mittels Carbon Capture and Storage (CCS) gespeichert wird ▪ bilanziell THG-neutrale Wasserstoffproduktion
Türkiser Wasserstoff	▪ Herstellung durch thermische Spaltung von Methan (Methanpyrolyse) ▪ Weiteres Reaktionsprodukt ist fester Kohlenstoff ▪ Voraussetzungen für die THG-Neutralität des Verfahrens: ○ Wärmeversorgung des Hochtemperaturreaktors aus erneuerbaren Energiequellen ○ dauerhafte Bindung des Kohlenstoffs

Tabelle 14 – Unterscheidung der Bezeichnungen für Wasserstoff nach Produktionsverfahren

8.5 Potenzialberechnungen

8.5.1 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Zur Ermittlung von Einsparpotenzialen im Wohngebäudebereich bei energetischen Sanierungsmaßnahmen wurde eine Gebäudetypisierung der Wohngebäude durchgeführt. Diese Gebäudetypisierung ermöglicht eine vereinfachte Abbildung des Wohngebäudebestands der Gemeinde und dient als Grundlage zur Berechnung der Einsparpotenziale. Konkret wurden dafür alle Wohngebäude nach den Kategorien Gebäudetyp und Gebäudealter eingeteilt nach der Methodik des IWU (IWU, 2005).

Die häufigsten Gebäudetypen der Wohngebäude in Merdingen sind demnach:

- 1) Einfamilienhaus Baualtersklasse B (bis Baujahr 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 G (Baujahr zw. 1979 – 1983)
- 7) Einfamilienhaus Baualtersklasse H (Baujahr zw. 1984 – 1994)

- 8) Einfamilienhaus Baualtersklasse J (Baujahr zw. 2002 – 2009)
- 9) Reihenhaushaus Baualtersklasse C (Baujahr zw. 1919 – 1948)
- 10) Reihenhaushaus Baualtersklasse E (Baujahr zw. 1958 – 1968)
- 11) Reihenhaushaus Baualtersklasse J (Baujahr zw. 2002 – 2009)
- 12) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse C (Baujahr zw. 1919 – 1948)
- 13) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse F (Baujahr zw. 1969 – 1978)
- 14) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse G (Baujahr zw. 1979 – 1983)

Die oben genannten Wohngebäudetypen decken insgesamt 459 Wohngebäude in der Gemeinde und damit ca. 68 % des Wohngebäudebestands ab.

Gebäude, die im Jahr 2002 oder später gebaut wurden (IWU-Baualtersklassen J, K und L), werden aufgrund des ausbleibenden Sanierungsbedarfs hier ausgespart, und es wird kein Gebäudesteckbrief erstellt.

Ziel der Steckbriefe ist es, eine Hilfestellung für die energetische Klassifizierung von Bestandsgebäuden zu geben und hierfür systematische Ansätze, Kriterien und typische Kennwerte zu liefern. Die Wirksamkeit von energetischen Maßnahmen wird exemplarisch demonstriert. Ausgehend von Beispielgebäuden verschiedener Größen und Altersklassen werden typische Energiekennwerte sowie das Einsparpotenzial dargestellt. Das Niveau des rechnerischen Energiebedarfs wird dabei abgeglichen, um typischerweise in Bestandsgebäuden auftretende Verbrauchskennwerte abzubilden.

Die in den Gebäudesteckbriefen dargestellten Gebäude stellen Fallbeispiele dar, deren Eigenschaften exemplarisch für den jeweiligen Gebäudetyp sind. Die von der IWU erstellte Gebäudetypologie ermöglicht einige grundsätzliche Aussagen, die Vereinfachungen und exemplarische Betrachtungen voraussetzen, dabei jedoch die Bandbreite der Praxis nicht wiedergeben können. Viele Details der möglichen Umsetzung von Energiesparmaßnahmen am konkreten Objekt lassen sich nur mit einem Experten vor Ort klären. Deshalb eignen sich die Gebäudesteckbriefe als erste Übersicht für Eigentümer und für den Einstieg in die Themen Energieeffizienz des Gebäudes und des Heizsystems, die im optimalen Fall von einer Energieberatung durch einen neutralen Energieeffizienzexperten vor Ort gefolgt werden.

8.5.2 Biomasse

Eine effektive Nutzung von Biomasse wird durch eine Kaskadennutzung erreicht. An der Spitze dieser Pyramide steht die Nutzung von Biomasse als Nahrungsmittel. In einer zweiten Nutzungsstufe wird eine stoffliche Nutzung der Biomasse, wie beispielsweise die Herstellung von Baustoffen oder Verpackungsmaterialien, überprüft. Erst im Anschluss ist eine energetische Nutzung sinnvoll. In dieser Studie wird daher der Schwerpunkt auf das Energiepotenzial von Reststoffen gelegt, die bisher keinem Verwertungspfad unterliegen oder durch einen kosteneffizienten und ökologischen Verwertungspfad ersetzt werden können.

Für die Berechnung des Erzeugungspotenzials für Wärme und Strom aus den ermittelten Energiepotenzialen wurden folgenden Annahmen getroffen: Mit den verfügbaren Substratpotenzialen wird eine Anlage für 6.800 Volllaststunden ausgelegt. Elektrischer Wirkungsgrad von 38 %, thermischer Wirkungsgrad von 54 %. Dabei werden 40 % der erzeugten Wärme für den Eigenbedarf der Anlage benötigt.

8.5.3 Solarpotenzial

Das Solarpotenzial für Dachflächen wurde durch das LUBW im Energieatlas Baden-Württemberg ermittelt, welcher öffentlich im Internet zur Verfügung steht (LUBW (2023)).

Im Solaratlas werden die freien Dachflächen in folgende Dachkategorien eingeteilt: Sehr gut geeignete, gut geeignete und bedingt geeignete Dächer. Standortanalyse und Potenzialberechnung des Solaratlas werden auf der Grundlage von hochaufgelösten Laserscandaten durchgeführt. Die Potenzialanalyse

bezieht sich auf Standortfaktoren wie Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. Die Berechnung dieser Faktoren erfolgt über ein digitales Oberflächenmodell. Auf dieser Basis sind sehr gut geeignete Modulflächen solche Dachflächen, auf denen mehr als 95 % der lokalen Globalstrahlung auftreten. Dabei handelt es sich um überwiegend nach Süden ausgerichtete Dächer, die kaum oder keiner Verschattung unterliegen. Geeignete Modulflächen sind solche Dachflächen, auf die 80-94 % der lokalen Globalstrahlung auftreten und bedingt geeignete Flächen nehmen 75-79 % der Globalstrahlung auf.

Für die Abschätzung des Strom- und Wärmeenergiepotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle diese unbebauten und im Solaratlas als mindestens bedingt geeignet eingestuft Dachflächen mit PV- oder Solarthermieanlagen belegt werden. Dieser theoretische Wert wird sich in der Praxis sicher nicht vollständig umsetzen lassen, er gibt jedoch einen guten Hinweis auf die Größenordnung des Solarenergieausbaupotenzials.

Der Energieatlas Baden-Württemberg listet, zusätzlich zum PV-Potenzial auf Dächern, Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Freiflächen auf (LUBW (2020)), die theoretisch für PV-Nutzung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und der Freiflächenöffnungsverordnung geeignet sind. Im Vergleich mit Angaben des Regionalverbands Südlicher Oberrhein wurden Flächen, die durch Restriktionen aus dem Regionalplan für PV-Anlagen nicht genehmigungsfähig wären, abgezogen. Das Potenzial wird auf Basis eines Erfahrungswertes für Freiflächenanlagen berechnet. Dieser Faktor liegt bei 1,5 MW/ha und wird mit 1.000 Volllaststunden/Jahr multipliziert. Letztere bemessen sich durch die ungefähre Globaleinstrahlung in Süddeutschland.

8.5.4 Erdwärmesondenpotenziale

Zur Darstellung des Erdwärmesondenpotenzials wurde der Wärmeentzug des Untergrundes durch Erdwärmesonden auf Basis der Berechnungssoftware „GEOHANDlight V. 2.2“ ermittelt (Hochschule Biberach a.d.R.). Folgende vorgegebene Wärmeparameter wurden dabei zugrunde gelegt:

Wärmeparameter	Vorgegebener Wert
Ø Oberflächentemperatur	10,2 °C (Klimazone 12 nach DIN 4710)
Wärmeleitfähigkeit λ	2,25 W/mK
Volumenbezogene Wärmekapazität $c_{p(V)}$	2,18 MJ/m ³ K

Tabelle 15 – Vorgegebene Untergrundparameter

Die Wärmeleitfähigkeiten des Untergrundes liegen im Bereich von 0,8 bis > 1,6 W/mK. Geologisch bedingte thermische Entzugsleistungen liegen in der Gemeinde voraussichtlich im Bereich von 45 bis mindestens 55 W/m Sondenlänge bei 100 m Gesamtlänge. Für Potenzialberechnungen von Einzelsonden werden Werte bis maximal 50 W/m benötigt, für die von Erdwärmesondenfeldern maximal 30 W/m.

Das Geothermiefotenzial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand R_b berechnet. Zur Potenzialberechnung wird eine Sondenlänge von 120 m zu Grunde gelegt. Alle Sondenabstände sind so gewählt, dass eine behördliche Genehmigung nach Bergrecht möglichst vermieden wird, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze jeweils die Hälfte dieser Werte beträgt. In der GIS-Anwendung wird dieser Abstand berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in folgender Tabelle 16 gelistet.

Sondenparameter	Vorgegebener Wert
Bohrlochradius r_b	0,0675 m

Sondenlänge H	120 m
Sondentyp	DN 40, Doppel-U
Bohrlochwiderstand R_b	0,1 mK/W
Sondenabstand bei 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	6 m / 7,5 m
Korrigierte g-Werte für r_b/H bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden	6,38 / 8,48 / 11,78
Temperaturspreizung der Sole in den Sonden	3 K

Tabelle 16 – Vorgegebene Sondenparameter

Tabelle 17 gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach den Leitlinien Qualitätssicherung für Erdwärmesonden (LQS EWS) (Ministerium für Umwelt, 2018) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwungene Zustand zwischen Sondenaktivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden à 150 m	42,0 / 38,5 / 33,7
Wassereintrittstemperatur in die Sonde	$\geq -3,0$ °C im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	$\leq 15,0$ K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	$\leq 10,3$ K im eingeschwungenen Zustand

Tabelle 17 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 18 genannten Werte genutzt. Der Jahreszeitabhängige Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss mindestens einen Wert von 3,375 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten.

Parameter zur Wärmebedarfsdeckung	Vorgegebener Wert
Leistungskoeffizient der Wärmepumpe (SCOP)	3,375 (n_s bei 55°C Vorlauf = 135 %)
Vollbenutzungstunden h	1.800
Maximale Monatslast	16 % der Jahreslast

Tabelle 18 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung

Um die Flächenverfügbarkeit zum Einrichten der Erdwärmesonde(n) zu berechnen, müssen pauschale Seitenverhältnisse der Flurfläche und der Gebäudegrundfläche angenommen werden. Dadurch können sowohl eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) als auch der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 19).

Parameter für Sondenbelegungsichte	Vorgegebener Wert
Seitenverhältnis der Flurfläche / Gebäudegrundfläche	1 : 2,5 / 1 : 1,5
Berechnung der nicht nutzbaren Fläche bei 3 m Abstand zum Gebäude	$A_{\text{Gebäude}} + 12,3 \cdot \sqrt{A_{\text{Gebäude}}} + 36$
Belegungsfläche für 1 Sonde / 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	18 m ² / 36 m ² / 169 m ²

Tabelle 19 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte

Die Potenzialkarten zeigen auf dieser Grundlage an, welches Gebäude seinen Wärmebedarf mit ein, zwei oder bis zu vier Sonden bei der zur Verfügung stehenden Flurfläche decken kann, ohne auf die sonstige Nutzfläche verzichten zu müssen.

8.5.5 Luft/Wasser-Wärmepumpenpotenziale

Das Luft/Wasser-Wärmepumpenpotenzial wird in einem von der badenovaNETZE GmbH entwickelten Wärmepumpenkataster auf der Grundlage folgender Parameter berechnet:

- I. Gebäudewärmebedarf auf Basis von Daten der Deutschen Gebäudetypologie (IWU)
- II. Gebäudeheizlast ohne Trinkwarmwasser (TWW)-Bedarf zur Bemessung der Wärmepumpenleistung bei Bestandsgebäuden (bei Neubauten ab 2010 mit TWW-Bedarf berechnet)
- III. Schallemissionsberechnungen in Bezug auf Kennwerte ausgewählter und markttypischer Anlagen, Gebäudeabstand und kommunaler Flächennutzung sowie deren Abgleich mit den Immissionsgrenzwerten der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm)
- IV. Bemessung der elektrischen Anschlussleistung im Auslegungsfall anhand von Kennwerten ausgewählter und markttypischer Wärmepumpen (COP inkl. E-Stabeinsatz)
- V. Zugrundelegung von Jahresarbeitszahlen (JAZ) anhand empirischer Daten aus öffentlich zugänglichen Studien (Günther, D. et al., 2020) und aus Herstellerangaben
- VI. Strombedarfsberechnung auf Basis des Gebäudewärmebedarfs und der Zugrunde gelegten JAZ (in Abhängigkeit vom Gebäudealter; inkl. TWW-Bedarf)
- VII. Wärmepotenzialbetrachtung anhand der erreichten JAZ mit Betrag 2,9 im Jahr 2030 bei einer steigenden Gebäudesanierungsquote von bis zu 2 % ab 2028. Bei Wohngebäuden, die eine WP-Leistung von maximal 12,5 kW benötigen, soll die Eignung bereits bei JAZ 2,8 erreicht werden, was einem derzeitigen fossilen Primärenergiebedarf von 64 % der erzeugten kWh Wärme entspricht.

8.5.6 Grundwasserpotenziale

Folgende Annahmen wurden für die Berechnung des Grundwasserpotenzials angesetzt:

- Die Schüttungsmenge liegt bei ca. 8 bis 25 l/s.
- Die jahreszeitlich differenzierte Leistungszahl der Wärmepumpe wird für die Wärmeversorgung von Bestandsgebäuden mit mindestens 3,75 angesetzt.
- die Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf des Brunnenwassers soll im Fall W10/W35 maximal 4 K betragen.

Das lokale Potenzial lässt sich nur grob über eine Berechnungsformel zum Grundwasserandrang V' in m^3/s quantifizieren.

- Es wird mit Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_F = 0,001$ und $0,01 \text{ m/s}$ gerechnet.
- Die Grundwasserabsenkung bei Entnahme variiert zwischen $s = 0,15$ und $0,5 \text{ m}$ je nach Schüttungsmenge.
- Die erschlossene Mächtigkeit (hM) des Grundwasserführenden Lockergesteins soll 12 m betragen, die Trichterweiten variieren zwischen 45 bis 47 m .
- Die Berechnungen der Brunnenleistung erfolgen nach Sichard (Trichterweite) und Dupuit-Thiem (Grundwasserabsenkung), wobei ersterer aus dem k_F -Wert und der fixierten Grundwasserabsenkung errechnet wird, um dann die Förderleistung des Brunnens zu ermitteln.

Die nachfolgende Tabelle 20 fasst das daraus ermittelte Potenzial für je einen einzelnen Brunnen übersichtlich zusammen.

Grundwasser Potenziale	Wert	Einheit
Einzelner Brunnen		
Tiefe (m)	12	m
Fördermenge maximal	0,025	m ³ /s
Temperatur	10	°C
Delta	4	K
Potenzial je Brunnen	419	kW
1 Brunnen		
Gesamtwärmeleistung bei COP 3,75	0,571	MW
Gesamtwärme bei 3.500 h/Jahr	1.997	MWh/Jahr

Tabelle 20 – Abschätzung des Wärmeerzeugungspotenzial aus Grundwasser

8.6 Zielszenario

Das Zielszenario baut auf die Energie- und THG-Bilanz aus der Bestandsanalyse auf. Deshalb liegt auch hier der Fokus auf den energiebedingten THG-Emissionen. Die Ergebnisse des Zielbilds sind ebenfalls in die Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistung, verarbeitendes Gewerbe und kommunale Liegenschaften aufgeteilt. Außerdem werden der Energieverbrauch und die THG-Emissionen nach den eingesetzten Energieträgern ausgewiesen. Das Basisjahr ist das Jahr 2021. Das Zieljahr ist analog zum Ziel der Klimaneutralität in Baden-Württemberg das Jahr 2040 mit dem Zwischenziel 2030.

Höchste Priorität bei der Erstellung des Zielbilds hatte die Einbindung und Verwendung lokaler Daten. Bei der Entwicklung und der Deckung des Wärmebedarfs nach Energieträger wurden die Ergebnisse der Potenzialanalyse eingesetzt. Die lokalen Daten wurden ergänzt durch Werte aus der Studie Baden-Württemberg Klimaneutral 2040 (Nitsch & Magosch, 2021). Diese Studie wurde ausgewählt, da sie

- eine weitreichende und zugängliche Datenbasis enthält,
- sämtliche Energieträger betrachtet,
- das Ziel der Klimaneutralität für 2040 aufweist,
- spezifisch auf das Land Baden-Württemberg ausgerichtet ist und
- eine hohe Aktualität aufweist.

8.6.1 Definition der Klimaneutralität

Das Europäische Parlament gibt folgende Definition der Klimaneutralität:

- „Klimaneutralität bedeutet, ein Gleichgewicht zwischen Kohlenstoffemissionen und der Aufnahme von Kohlenstoff aus der Atmosphäre in Kohlenstoffsenken herzustellen. Um Netto-Null-Emissionen zu erreichen, müssen alle THG-Emissionen weltweit durch Kohlenstoffbindung ausgeglichen werden.“ (Europäisches Parlament, 2022)

Bei der Entwicklung des Zielbilds wird davon ausgegangen, dass die Reduktion der THG-Emissionen zur Erreichung der Klimaneutralität oberste Priorität hat. Da eine Reduktion auf null nicht realistisch ist,

da auch erneuerbare Energieträger in naher Zukunft einen geringen THG-Emissionsfaktor aufweisen, müssten zur Erreichung einer Klimaneutralität Restemissionen kompensiert werden. Konkret heißt das, dass sie an einer anderen Stelle einer Kohlenstoffsенke zugeführt werden müssten.

8.6.2 Berechnungsgrundlagen zur Entwicklung des Wärmebedarfs

Folgende Annahmen wurden bei der Szenarienentwicklung 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 wurde anhand Prognosen des statistischen Landesamts ermittelt. Demnach wächst die Bevölkerung im Landkreis bis zum Jahr 2040 um knapp 2 %. Damit werden in Zukunft die beheizten Gebäudeflächen in der Gemeinde ebenfalls wachsen. Da die energetischen Anforderungen für Neubauten bereits recht hoch sind, machen diese 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 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 bis 2040 angesetzt.

8.6.3 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).
- Da es keine zusätzlichen Potenziale von Energieholz in der Gemeinde gibt, bleibt der Einsatz von Energieholz in den meisten Sektoren gleich. Es wird angenommen, dass Mengen, die durch bspw. Sanierungsmaßnahmen eingespart werden, durch neue Heizanlagen ausgeglichen werden. Bei der Wärmenetzversorgung steigt der Energieholzeinsatz, obwohl es kein zusätzliches lokales Potenzial gibt, weil weitere erneuerbare Energiequellen, die eine Versorgung über Wärmepumpen und Abwärme ergänzen würden, in Merdingen fehlen.
 - Der Einsatz von Solarthermie im Jahr 2040 bleibt gleich. Es wird angenommen, dass bestehende Anlagen weiterhin in Betrieb bleiben. In der dezentralen Wärmeversorgung werden perspektivisch eher PV-Anlagen in Kombination mit Wärmepumpen bevorzugt. Für die zentrale Wärmeversorgung spielen im Zielszenario Freiflächen Solarthermieanlagen keine Rolle, da die Flächenkonkurrenz mit Hinsicht auf Landwirtschaft in Merdingen sehr groß ist und der Ausbau von Freiflächenanlagen deshalb auch politisch nicht unterstützt wird.
- Entsprechend aktuellen Planungen zum Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur zwischen Frankreich und Freiburg wird angenommen, dass Wasserstoff bis zum Jahr 2040 in der Region verfügbar sein wird. Da Wasserstoff vorerst in der Industrie eingesetzt wird, wird im Szenario keine Wasserstoffnutzung bis im Jahr 2040 in Merdingen angenommen.
- In den Eignungsgebieten für dezentrale Wärmeversorgung werden Wärmepumpen (Luft-Luft und Luft-Wasser) in Zukunft einen Großteil des Wärmebedarfs decken.
- Gebiete mit Eignung für zentrale Wärmeversorgung werden zukünftig größtenteils über Wärmenetze (Fernwärme) versorgt. Für jedes Eignungsgebiet wurde ein zukünftiger Anschlussgrad von 70 % des Gesamtwärmebedarfs der Gebäude bzw. der Betriebe über ein Wärmenetz definiert.

- Zur Abbildung der zukünftigen Wärmeversorgung der kommunalen Liegenschaften wurden zunächst konkrete Projekte, die bereits absehbar sind, berücksichtigt. Die weiteren Liegenschaften wurden gemäß der Eignungsgebieten entweder der zentralen oder der dezentralen Versorgung zugeordnet.

8.6.4 Berechnung der Treibhausgasemissionen

Analog zur THG-Bilanz der Bestandsanalyse werden die zukünftigen THG-Emissionen in den Szenarien anhand der Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger berechnet. Die hier angewendeten Emissionsfaktoren stammen aus dem Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg der KEA-BW (Peters, et al., 2023). Diese stehen für die Strom- und Wärmeerzeugung zur Verfügung. Werte für Energieträger, die nicht im Technikkatalog enthalten waren, wurden anhand weiterer Quellen ergänzt. Die für das Zielszenario verwendeten Emissionsfaktoren sind in folgenden zwei Tabellen dargestellt.

Erzeugungsart	THG-Emissionen (t CO _{2e} /MWh)	
	2030	2040
Strommix Deutschland	0,270	0,032
Photovoltaik	0,036	0,030
Wasserkraft	0,003	0,003
Biogas	0,092	0,087
Klärgas	0,048	0,046

Tabelle 21 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Strom nach Erzeugungsart für die Jahre 2030 und 2040 (Peters, et al., 2023)

Energieträger	THG-Emissionen (t CO _{2e} /MWh) im Jahr	
	2030	2040
Erdgas	0,233	0,233
Heizöl	0,311	0,311
Fernwärme ¹	0,043	0,029
Energieholz	0,022	0,022
Solarthermie	0,025	0,025
Abwärme	0,038	0,036
Geothermie	0,078	0,071
Wasserstoff	0,044	0,040
Umweltwärme ²	0,066	0,010

Tabelle 22 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Wärme nach Energieträger für die Jahre 2030 und 2040 (Peters, et al., 2023)

8.6.5 Strombedarfsdeckung im Zielszenario

Zur Berechnung des zukünftigen Stromverbrauchs wurden folgende Annahmen getroffen:

- Der Stromverbrauch der privaten Haushalte berücksichtigt den Bevölkerungszuwachs als auch den allgemein leichten Rückgang des Stromverbrauchs im privaten Sektor (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021).
- Der Stromverbrauch für den Sektor Wirtschaft wird in diesem Szenario auf Grund der unvorhersehbaren Einflussfaktoren über die Jahre stabil gehalten. Der Stromverbrauch kann durch Effizienzsteigerungen sinken, gleichzeitig aber durch Wirtschaftswachstum ansteigen.

8.6.6 Zukünftige Versorgungsstruktur

Für die Einteilung der Eignungsgebiete wurden folgende Kriterien herangezogen und bewertet:

- **Hohe Wärmedichte auf Straßenzugsebene:** Der Wärmeverbrauch auf Straßenzugsdichte ist ein maßgeblicher Indikator für die Wirtschaftlichkeit eines potenziellen Wärmenetzes. Im Rahmen der Ausweisung der Eignungsgebiete für die zentrale Wärmeversorgung wurde der mindestwert von 2,0 MWh/m/Jahr angesetzt.
- **Passender Sanierungszyklus der Heizanlagen:** Oftmals werden Heizanlagen 20 bis 30 Jahre lang betrieben. Sind die Heizanlagen in einem Gebiet überwiegend weniger als 10 Jahre alt, ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass die Gebäude in den kommenden 5 bis 10 Jahren an ein Wärmenetz angeschlossen werden. Sind die Heizungen bereits älter als 15 Jahre, wird ein Anschluss ans Wärmenetz wahrscheinlicher und begünstigt damit eine potenziell hohe Anschlussdichte. Diese ist ebenfalls ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes.

¹ Eigene Berechnung anhand des Energieträgermixes für die zentrale Wärmeversorgung in Merdingen

² Eigene Berechnung anhand der Entwicklung des Emissionsfaktors für den deutschen Strommix

- **Passende Energieträgerverteilung** (z.B. wenige Wärmepumpen): Für ein Gebäude, das bereits mit erneuerbarer Wärme beheizt wird, bietet ein Wärmenetzanschluss wenige Vorteile, da die gesetzlichen Vorgaben bereits erfüllt werden. Zudem bietet der Ausbau von Wärmenetzen in Gebieten, in denen noch viele fossile Energieträger eingesetzt werden, ein größeres Potenzial zur Reduktion der THG-Emissionen.
- **Lokale Abwärmepotenziale**: Wird überschüssige Wärme lokal erzeugt, kann diese ausgekoppelt und über ein Wärmenetz für die Beheizung weiterer Gebäude genutzt werden.
- **Lokale Potenziale erneuerbarer Energien**: Die Potenzialanalyse zeigt auf, dass viele Gebäude ihren Wärmebedarf perspektivisch mit einer Wärmepumpe (Luft, Grundwasser oder Erdwärme) decken können. Diese Gebäude können demnach dezentral versorgt werden. Auch bei der Ausweisung der Wärmenetzgebiete ist ein entscheidender Faktor, wie viel erneuerbare Energien für ein potenzielles Wärmenetz lokal zur Verfügung steht.
- **Großverbraucher als Ankerkunden**: Großverbraucher nehmen in der Regel eine große Menge Wärmeenergie ab und sorgen damit für eine höhere Wärmeabnahme pro Trassenmeter. Zudem sind sie sichere und meist ganzjährige Abnehmer der Wärme, wodurch sich das Risiko für den Wärmenetzbetreiber reduziert, und die Wirtschaftlichkeit erhöht wird. In manchen Fällen können Großverbraucher auch Produzenten von Abwärme sein, die wiederum in das Wärmenetz eingespeist werden kann.
- **Siedlungs- und Besitzstrukturen**: Siedlungsstrukturen sind stark mit der Wärmedichte verbunden, denn dichtbesiedelte Räume weisen in der Regel höhere Wärmedichten auf. Zur Bestimmung des Wärmepumpenpotenzials eines Gebäudes sind der Gebäudetyp und das Gebäudealter wichtige Faktoren. Die Siedlungsdichte gibt Hinweise auf mögliche Restriktionen durch Schallemissionen, die dem Einsatz von Wärmepumpen widersprechen können. Besitzstrukturen sind beim Ausbau von Wärmenetzen relevant, weil sie ein Indikator für die Anschlussrate sein können. Ob eine kommunale Liegenschaft an ein Wärmenetz angeschlossen wird, kann die Kommune selbst entscheiden. Baugenossenschaften und andere institutionelle bzw. gewerbliche Gebäudeeigentümer bieten Potenziale zum Anschluss mehrerer, in der Regel großer Gebäude oder Gebäudekomplexe, und können somit einen Wärmenetzausbau begünstigen.
- **Siedlungsentwicklungen**: Bei der Einteilung der Eignungsgebiete werden bestehende Planungen für Baugebiete sofern möglich, berücksichtigt. Neubauten sind aufgrund der hohen gesetzlichen Anforderungen zur Wärmedämmung in der Regel nicht für den Anschluss an ein konventionelles Wärmenetz geeignet, da diese Gebäude eine geringere Vorlauftemperatur benötigen. Dennoch können Neubaugebiete zentral versorgt werden. So können sie beispielsweise mit Kaskaden (Nutzung des Wärmerücklaufs) an ein konventionelles Wärmenetz angeschlossen werden oder durch den Aufbau von Niedertemperaturnetzen. Diese Möglichkeiten sollten in Zukunft bei der Planung neuer Baugebiete untersucht werden.
- **Potenzielle Wärmeinfrastrukturstandorte (z.B. öffentliche Gebäude)**: Kommunale Liegenschaften bieten in vielen Fällen günstige Bedingungen als Ausgangspunkte für den Aufbau eines Wärmenetzes. Auf den Grundstücken oder in den Gebäuden kann zumindest ein Teil der Technik für ein Wärmenetz untergebracht werden (z.B. Erzeugungsanlagen und Wärmespeicher).

9. 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 Netzan-schluss betrieben werden kann.
Biomethan	Biomethan (auch Bioerdgas genannt) ist ein auf Erdgasqualität aufbereitetes Gasgemisch, welches aus Biogas gewonnen wird. Es entsteht durch die Aufbe-reitung von Rohbiogas mittels CO ₂ -Abscheidung und Reinigung. Das so aufbe-reitete 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 wieder-um 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 menschli-che Aktivität keinen Einfluss auf die Kohlendioxid-Konzentration der Atmo-sphäre hat und insofern nicht klimaschädlich ist.
Dezentrale Energie-versorgung	Privathaushalte versorgen sich selbstständig mit Strom. Zum Beispiel durch eine PV-Anlage.
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 ver-unreinigen.
Energieholz	Altholz oder jegliches andere Holz, welches zu Hackschnitzeln oder Holzpellets verarbeitet werden, um diese wiederrum in Heizungsanlagen in Energie um-zuwandeln.
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 Energie-trägern 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.
Erdwärmesonde	Dies ist eine Sonde, welche zur Gewinnung von Erdwärme in den Boden ein- gelassen 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 PV-Anlagen 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 (PV)	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.
Solkataster	Solkataster sind Landkarten, die aufzeigen, wie gut vorhandene Dachflächen für die Installation von PV-Anlagen oder Solarthermieranlagen 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 deutschland-

	weit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl) sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-, Biogas- und PV-Anlagen 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.

10. Literaturverzeichnis

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

badenovaWÄRMEPLUS 2025. *Projekt Erdwärme Breisgau*. [Online]
Available at: www.erdwärme-breisgau.de

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

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](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/Thermische_Energiespeicher_fuer_Quartiere_-_Aktualisierung.pdf)

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

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>

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.

Holm et al., 2024 „Klimaziellücke im Gebäudesektor: Untersuchung der Auswirkungen des aktuellen GEG-Kompromisses auf die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor in Deutschland“, Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München.

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 3.1*. Heidelberg: s.n.

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU), 2005. *Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze, DarmGemeinde*, DarmGemeinde: 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>

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

Peters, D. M. et al., 2023. *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg (Version 1.1)*. 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>

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.

REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB), 2021. *LGRB-Kartenviewer - Layer: Aufschlussdatenbank/Bohrdatenbank (ADB)*. [Online]

Available at: <https://maps.lgrb-bw.de/>.

Rehmann, F., Streblow, R. & Müller, D., 2022. *KURZFRISTIG UMZUSETZENDE MAßNAHMEN ZUR STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ VON GEBÄUDEN UND QUARTIEREN, Whitepaper*, Berlin: s.n.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW), 2024. *Struktur- und Regionaldatenbank*. [Online]

Available at: <https://www.statistik-bw.de/SRDB/?E=GS>

Sterner, M. & Stadler, I., 2014. *Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.

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.

11. Anhang

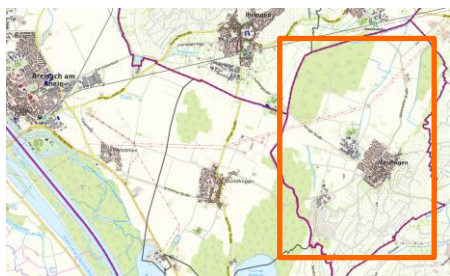
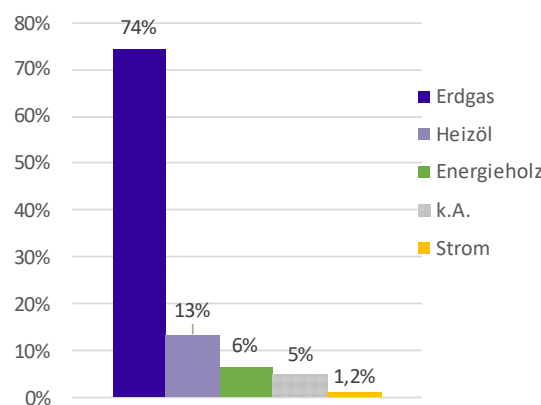
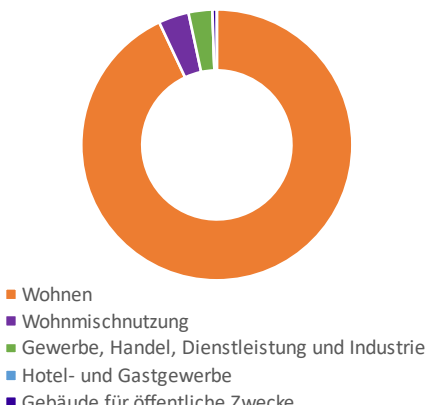
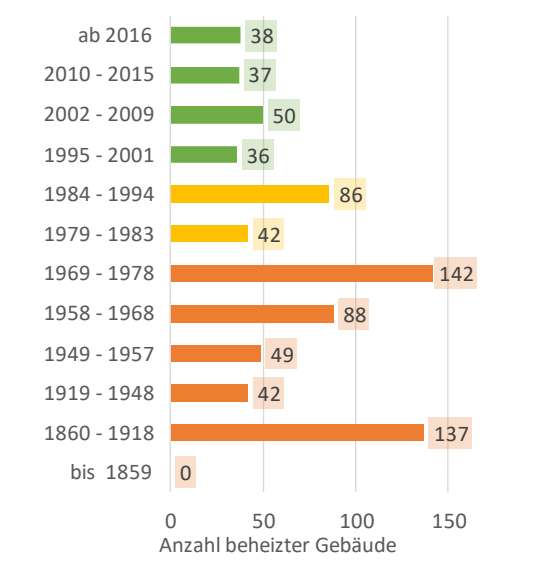
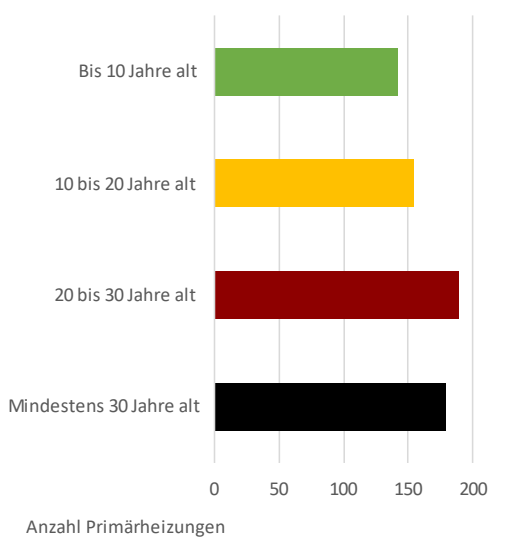
In diesem Anhang befinden sich folgende Dokumente:

- Ortsteil-Steckbriefe der Gemarkungen mit folgenden Inhalten:
 - Beschreibung des energetischen Ist-Zustands der Gebäude und der Heizanlagen.
 - Darstellung und Beschreibung der zentralen und dezentralen Wärmeversorgungsgebiete.
 - Lokal verfügbare Wärme und Stromerzeugungspotenziale, Einsparpotenziale durch Gebäudeeffizienzmaßnahmen
- Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen
 - Ein beispielhafter Steckbrief

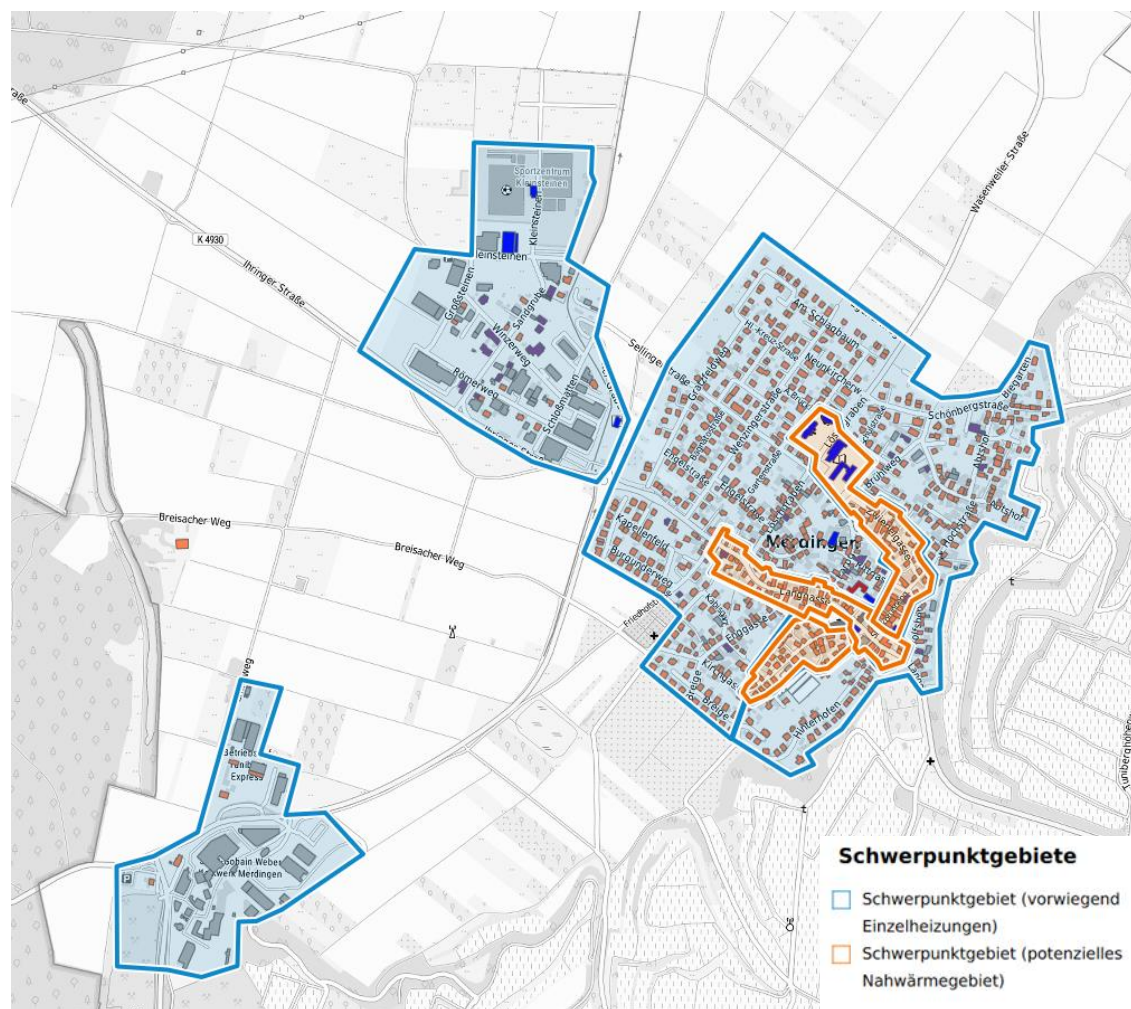
Zusätzlich werden diesem Fachgutachten folgende Dokumente separat als PDF beigelegt:

- Detaillierte Karten
 - Dachflächenpotenziale für Solarthermie- und PV-Anlagen
 - Erdwärmepotenziale
 - Wärmepumpenpotenzial (Luft-Wasser-Wärmepumpe)
- Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen
 - Steckbriefe der häufigsten Gebäudetypen

11.1 Steckbrief Ortsteil Merdingen

Beschreibung des Ortsteils		Lage:																																				
Anzahl beheizter Gebäude	774																																					
Wärmeverbrauch 2021	81 GWh																																					
Einsparpotenzial Sanierung	43 %																																					
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung																																				
Der Ortsteil ist durch ein Gasnetz erschlossen. Der aktuelle Wärmeverbrauch der Wohngebäude wird zu 74 Prozent mit Erdgas gedeckt.  <table><thead><tr><th>Energieträger</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Erdgas</td><td>74%</td></tr><tr><td>Heizöl</td><td>13%</td></tr><tr><td>Energieholz</td><td>6%</td></tr><tr><td>k.A.</td><td>5%</td></tr><tr><td>Strom</td><td>1,2%</td></tr></tbody></table>		Energieträger	Anteil (%)	Erdgas	74%	Heizöl	13%	Energieholz	6%	k.A.	5%	Strom	1,2%	Der überwiegende Teil der Gebäude in Merdingen besteht aus Wohngebäuden, aber auch aus Wohnmischnutzung.  <table><thead><tr><th>Gebäudenutzung</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Wohnen</td><td>~74%</td></tr><tr><td>Wohnmischnutzung</td><td>~13%</td></tr><tr><td>Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie</td><td>~6%</td></tr><tr><td>Hotel- und Gastgewerbe</td><td>~5%</td></tr><tr><td>Gebäude für öffentliche Zwecke</td><td>~1,2%</td></tr></tbody></table>	Gebäudenutzung	Anteil (%)	Wohnen	~74%	Wohnmischnutzung	~13%	Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	~6%	Hotel- und Gastgewerbe	~5%	Gebäude für öffentliche Zwecke	~1,2%												
Energieträger	Anteil (%)																																					
Erdgas	74%																																					
Heizöl	13%																																					
Energieholz	6%																																					
k.A.	5%																																					
Strom	1,2%																																					
Gebäudenutzung	Anteil (%)																																					
Wohnen	~74%																																					
Wohnmischnutzung	~13%																																					
Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	~6%																																					
Hotel- und Gastgewerbe	~5%																																					
Gebäude für öffentliche Zwecke	~1,2%																																					
Gebäudealter		Heizungsalter																																				
Etwa 67 Prozent der beheizten Gebäude in Merdingen wurden vor der zweiten Wärmeschutzverordnung errichtet.  <table><thead><tr><th>Bauzeitraum</th><th>Anzahl beheizter Gebäude</th></tr></thead><tbody><tr><td>ab 2016</td><td>38</td></tr><tr><td>2010 - 2015</td><td>37</td></tr><tr><td>2002 - 2009</td><td>50</td></tr><tr><td>1995 - 2001</td><td>36</td></tr><tr><td>1984 - 1994</td><td>86</td></tr><tr><td>1979 - 1983</td><td>42</td></tr><tr><td>1969 - 1978</td><td>142</td></tr><tr><td>1958 - 1968</td><td>88</td></tr><tr><td>1949 - 1957</td><td>49</td></tr><tr><td>1919 - 1948</td><td>42</td></tr><tr><td>1860 - 1918</td><td>137</td></tr><tr><td>bis 1859</td><td>0</td></tr></tbody></table>		Bauzeitraum	Anzahl beheizter Gebäude	ab 2016	38	2010 - 2015	37	2002 - 2009	50	1995 - 2001	36	1984 - 1994	86	1979 - 1983	42	1969 - 1978	142	1958 - 1968	88	1949 - 1957	49	1919 - 1948	42	1860 - 1918	137	bis 1859	0	Etwa 55 Prozent aller Heizungsanlagen in Merdingen sind mindestens 20 Jahre alt.  <table><thead><tr><th>Alter</th><th>Anzahl Primärheizungen</th></tr></thead><tbody><tr><td>Bis 10 Jahre alt</td><td>~140</td></tr><tr><td>10 bis 20 Jahre alt</td><td>~150</td></tr><tr><td>20 bis 30 Jahre alt</td><td>~180</td></tr><tr><td>Mindestens 30 Jahre alt</td><td>~170</td></tr></tbody></table>	Alter	Anzahl Primärheizungen	Bis 10 Jahre alt	~140	10 bis 20 Jahre alt	~150	20 bis 30 Jahre alt	~180	Mindestens 30 Jahre alt	~170
Bauzeitraum	Anzahl beheizter Gebäude																																					
ab 2016	38																																					
2010 - 2015	37																																					
2002 - 2009	50																																					
1995 - 2001	36																																					
1984 - 1994	86																																					
1979 - 1983	42																																					
1969 - 1978	142																																					
1958 - 1968	88																																					
1949 - 1957	49																																					
1919 - 1948	42																																					
1860 - 1918	137																																					
bis 1859	0																																					
Alter	Anzahl Primärheizungen																																					
Bis 10 Jahre alt	~140																																					
10 bis 20 Jahre alt	~150																																					
20 bis 30 Jahre alt	~180																																					
Mindestens 30 Jahre alt	~170																																					

Eignungsgebiete in Merdingen



Zentrale Wärmeversorgung:

In Merdingen lässt sich ein zentrales Versorgungsgebiet für ein mögliches Wärmenetz abgrenzen. Es umfasst drei Teilbereiche: das Umfeld der Hermann-Brommer-Schule sowie die Bereiche Kirchgasse und Langgasse. Durch die Zusammenfassung dieser Areale entsteht ein zusammenhängendes Versorgungsgebiet mit hoher Wärmedichte und damit günstigen Voraussetzungen für eine gemeinsame Wärmeversorgung.

Der Gebäudebestand ist überwiegend älter und geprägt durch kompakte Siedlungsstrukturen, was die Wirtschaftlichkeit einer zentralen Lösung zusätzlich unterstützt. Zahlreiche Heizungsanlagen sind technisch veraltet und basieren noch auf fossilen Brennstoffen; rund 40 % der Anlagen sind älter als 20 Jahre. Insgesamt ergibt sich daraus ein jährlicher Wärmebedarf von ca. 4.100 MWh sowie klimarelevante Emissionen von rund 670 t CO₂ pro Jahr.

Eine dezentrale Versorgung mit Wärmepumpen stellt im Ortskern aufgrund der engen Bebauung, begrenzter Aufstellflächen und möglicher Schallemissionen eine besondere Herausforderung dar. Diese Rahmenbedingungen erschweren eine breite Umsetzung. Nichtsdestotrotz könnten künftige technologische Fortschritte, etwa leisere und kompaktere Wärmepumpensysteme, dazu beitragen, dass mittelfristig auch dezentrale Lösungen realisierbar werden.

Dezentrale Wärmeversorgung:

Grundsätzlich könnten daher auch die Gebäude in den zentralen Eignungsgebiet von Merdingen dezentral mit Wärmepumpen oder holzbasierten Systemen versorgt werden. Für die Ankercunden sowie die älteren Gebäude im Ortskern bietet sich jedoch zusätzlich die Option eines zentralen Wärmenetzes an.

In den außerhalb der zentralen Eignungsgebiete liegenden Bereichen ist die Wärmedichte vergleichsweise gering. Die Bebauung besteht überwiegend aus Einfamilien- und kleineren Mehrfamilienhäusern. Für diese Strukturen bietet sich eine dezentrale Wärmeversorgung an. Dabei können die vorhandenen Umweltwärmepotenziale, insbesondere aus Luft und Erdwärme, durch moderne Wärmepumpen genutzt werden.

Optionen für den Einsatz von Wärmepumpen:

- **Direkter Einsatz:** Einige Gebäude sind bereits heute ohne umfassende Sanierung für den alleinigen Betrieb mit Wärmepumpen geeignet.
- **Schrittweiser Übergang:** In anderen Gebäuden können zunächst Hybridsysteme eingesetzt werden, bei denen eine Wärmepumpe eine bestehende Erdgasheizung ergänzt. Mit fortschreitender Sanierung kann die Wärmepumpe den Wärmebedarf zunehmend allein übernehmen.
- **Sanierung vor Umstieg:** Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Gebäude zunächst energetisch zu sanieren und anschließend eine Wärmepumpe als alleinigen Wärmeerzeuger einzusetzen.

Weitere Optionen:

Als eigenständige Alternative können holzbasierte Heizsysteme eingesetzt werden. Sie ermöglichen die Nutzung erneuerbarer Energie vor Ort, erfordern jedoch ausreichend Platz für die Lagerung des Brennstoffs und verursachen einen höheren Aufwand bei der Beschaffung. Die Handhabung ist durch die regelmäßige Nachlieferung und Lagerung von Holz aufwändiger. Ergänzend können Solarthermieranlagen installiert werden, die den Heizbetrieb effizient unterstützen und insbesondere in Kombination mit Holzsystemen die Wärmeversorgung nachhaltiger gestalten.

Effizienzsteigerung:

Durch die Kombination mit Photovoltaikanlagen und einer schrittweisen Gebäudesanierung lassen sich die Wirtschaftlichkeit, die Versorgungssicherheit und die Klimafreundlichkeit der Systeme deutlich verbessern. Insgesamt stehen damit vielfältige lokale Potenziale für eine zukunftsfähige und klimaneutrale Wärmeversorgung zur Verfügung.

11.2 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Im Folgenden wird ein beispielhafter Gebäudesteckbrief für den Typ Einfamilienhaus mit einem Baualter zwischen 1958 und 1968 (EFH-E) dargestellt. Alle 16 erstellten Gebäudesteckbriefe werden der Gemeinde digital zur Verfügung gestellt.

Seite 1/4

Stand: 15.09.2025

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 Energieberater 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



Zuverlässig und vor Ort



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	2.900 €/a
Strom	3.000 kWh/a	1.000 €/a

* Institut Wohnen und Umwelt (IWU)

1) Annahmen für die jährlichen Energiekosten (ohne Wartungskosten); Erdgas: 12 ct/kWh, Strom Haushaltstarif: 33 ct/kWh, ohne zukünftige Energiepreissteigerung und nicht vergleichbar mit Wärmegestehungskosten.

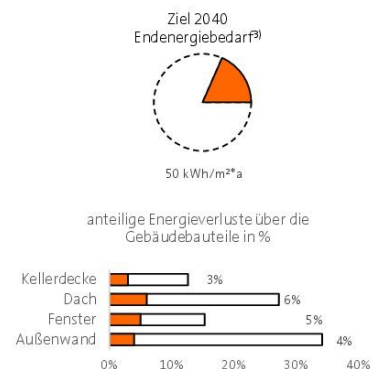
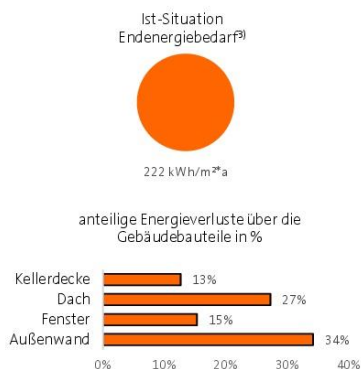
Stand: 15.09.2025

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)	56.000 €	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)	76.000 €	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 2.300 € 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).

Stand: 15.09.2025

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⁾ 13 - 15 ct/kWh	15.000 € - 22.000 €
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⁾ 19 - 23 ct/kWh	26.000 € - 37.000 €
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.	
mit Erdsonden	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 13 - 16 ct/kWh	23.000 € - 33.000 €
mit Erdkollektoren	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 13 - 15 ct/kWh	18.000 € - 26.000 €
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⁾ 14 - 17 ct/kWh	14.000 € - 20.000 €
inkl. Solarthermieanlage	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 14 - 18 ct/kWh	17.000 € - 24.000 €
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), mit Förderung

⁵⁾ bei unsanierter Gebäudehülle. Die Wärmegestehungskosten sind das Verhältnis der Vollkosten der Wärmeversorgung (Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten) zur gelieferten Wärme. (Betrachtungszeitraum gemäß VDI 2067 - 20 Jahre, ohne Kapitalzins, ohne Energiepreissteigerung, mit Förderung).

Stand: 15.09.2025

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>

Energieeffizienzklasse	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/
