

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Gemeinde Hofstetten

März 2026 (Entwurf zur Offenlage)

„KINZIGTAL-KONVOI“:

HASLACH, FISCHERBACH, HOFSTETTEN, MÜHLENBACH UND STEINACH



Hofstetten
im Schwarzwald

Badenova
Netze



Hofstetten
...im Schwarzwald...dem Himmel ein Stück näher!



Steinach
im Kinzigtal



Badenova
Netze

Konvoiführer: Stadt Haslach i.K.
Am Marktplatz 1
77716 Haslach i.K.

Planungsverantwortung: Gemeinde Hofstetten
Hauptstraße 5
77716 Hofstetten

Erstellt durch: Badenova Netze GmbH
Tullastraße 61
79108 Freiburg

Projektteam: Marc Krecher (Projektleiter)
Nina Weiß
Daniel Cohen
Melissa Siegl

In Zusammenarbeit mit: Smart Geomatics Informationssysteme GmbH
Ebertstraße 8
76137 Karlsruhe

Förderkennzeichen: BWKWP 24529
Gefördert durch das Ministerium für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Freiburg, März 2026

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	III
TABELLENVERZEICHNIS	IV
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
1. ZIELSETZUNG UND VORGEHEN DER KOMMUNALEN WÄRMEPLANUNG	7
2. AKTEURSBETEILIGUNG	10
2.1 AKTEURSANALYSE	10
2.2 BETEILIGUNGSKONZEPT	11
3. BESTANDSANALYSE	14
3.1 STRUKTUR DER GEMEINDE HOFSTETTEN	14
3.2 ERFASSUNG DES GEBÄUDEBESTANDS	15
3.3 AKTUELLE VERSORGUNGSSTRUKTUR	20
3.4 ENDENERGIEVERBRAUCH WÄRME	24
3.5 SEKTORENKOPPLUNG UND STROMBEDARFSDECKUNG	33
3.6 ERNEUERBARE GASE	34
3.7 KENNZAHLEN DER BESTANDSANALYSE	36
4. POTENZIALANALYSE	37
4.1 ENERGIEEINSPARUNG	37
4.2 STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	38
4.3 ERNEUERBARE ENERGIEN FÜR DIE WÄRMEVERSORGUNG	42
4.4 ERNEUERBARE ENERGIEN FÜR DIE STROMERZEUGUNG	53
4.5 ERNEUERBARE GASE	59
4.6 ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE	63
5. ZIELSZENARIO KLIMANEUTRALER GEBÄUDEBESTAND 2040	66
5.1 ZUKÜNFTIGER WÄRMEBEDARF 2030 UND 2040	66
5.2 DECKUNG DES ZUKÜNFTIGEN WÄRMEBEDARFS NACH ENERGIETRÄGERN	67
5.3 ENTWICKLUNG DER WÄRMEBEDINGTEN THG-EMISSIONEN IM ZIELSZENARIO	69
5.4 STROMBEDARFSDECKUNG IM ZIELSZENARIO	70
5.5 ZUKÜNFTIGE VERSORGUNGSSTRUKTUR 2030 UND 2040	72
5.6 SENKEN FÜR RESTEMISSIONEN	78
5.7 KENNWERTE DES ZIELSZENARIO	79
6. WÄRMEWENDESTRATEGIE & MAßNAHMEN	83
6.1 KOMMUNALE WÄRMEWENDESTRATEGIE	83
6.2 KOMMUNALE HANDLUNGSFELDER FÜR DIE WÄRMEWENDE	84
6.3 MAßNAHMENENTWICKLUNG	86

6.4	MAßNAHMEN DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS 2025	86
6.5	FORTSCHREIBUNG DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS.....	99
7.	AUSBLICK	100
8.	METHODIK	101
8.1	DIGITALER ZWILLING	101
8.2	GEBÄUDETYPLOGIE	101
8.3	ENERGIE- UND THG-BILANZ.....	102
8.4	HINTERGRUND ERNEUERBARE GASE	107
8.5	POTENZIALBERECHNUNGEN	108
8.6	ZIELSZENARIO	113
9.	LITERATURVERZEICHNIS.....	123
10.	ANHANG.....	126
10.1	GEBIETSAUFTEILUNG DER ORTSTEILSTECKBRIEFE	127
10.2	STECKBRIEF HOFSTETTEN-ORTSMITTE	128
10.3	STECKBRIEF HOFSTETTEN-PERIPHERIE.....	134
10.4	GEBÄUDESTECKBRIEFE FÜR MUSTERSANIERUNGEN	137

Kartenverzeichnis

Karte 1 - Übersichtskarte der Gemeinde Hofstetten.....	15
Karte 2 - Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene.....	16
Karte 3 - Räumliche Verteilung der Wohngebäudetypen in Hofstetten.....	19
Karte 4 - Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene.....	22
Karte 5 - Vorwiegendes Heizungsalter auf Baublockebene.....	23
Karte 6 - Wärmeverbrauch auf Baublockebene in Hofstetten.....	29
Karte 7 - Wärmedichte auf Straßenzugsebene in Hofstetten.....	30
Karte 8 - Ausschnitt der Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude.....	40
Karte 9 - Ausschnitt des Erdwärmepotenzials der Wohngebäude im Jahr 2040 (nach Sanierung).....	47
Karte 10 - Ausschnitt des Wärmepumpenpotenzials der Wohngebäude in Hofstetten.....	49
Karte 11 - Ausschnitt der Lage von geeigneten oder bedingt geeigneten Freiflächen für die Solarenergienutzung nach FFÖ-VO (Rot eingefärbte Flächen: potenzielle Solarthermieflächen).....	51
Karte 12 - Windvorranggebiete des Regionalverbands Südlicher Oberrhein, Gemarkung Hofstetten.....	54
Karte 13 - Ausschnitt des Dachflächenpotenzials für PV-Anlagen in Hofstetten.....	56
Karte 14 - Potenzialflächen für Freiflächen-PV-Anlagen nach LUBW.....	57
Karte 15 - Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgungs-lösungen in Hofstetten.....	74
Karte 16 - Einteilung des Gemeindegebietes in Quartiere mit unterschiedlichen Anforderungen an die zukünftige dezentrale Wärmeversorgung (siehe Tabelle 8).....	75
Karte 17 - Gebietsaufteilung der Ortsteilsteckbriefe.....	127

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung der kommunalen Wärmeplanung	10
Abbildung 2 – Anteil der Wohngebäude nach Baualtersklassen in Hofstetten	17
Abbildung 3 – Verteilung der Wohngebäudetypen in Hofstetten	19
Abbildung 4 – Anteil der primären Heizungsanlagen in Hofstetten nach Anzahl je Energieträger	21
Abbildung 5 – Einbaujahr der Heizanlagen in Hofstetten	23
Abbildung 6 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Sektoren (2022)	24
Abbildung 7 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Energieträgern (2022)	25
Abbildung 8 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträger (2022)	26
Abbildung 9 – Wärmeenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Hofstetten (2022)	27
Abbildung 10 – Aufteilung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Energieträger (2022)	31
Abbildung 11 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger	32
Abbildung 12 – Wärmebedingte THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften (2022)	33
Abbildung 13 – Anteil der lokalen erneuerbaren Stromerzeugung im Vergleich zum Stromverbrauch	34
Abbildung 14 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial	40
Abbildung 15 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit	45
Abbildung 16 – Beispielhafte geologische Profilabfolge für Hofstetten nach LGRB	46
Abbildung 17 – Windpotenzial auf der Gemarkung Hofstetten im Vergleich zum Stromverbrauch	55
Abbildung 18 – Stromerzeugungspotenziale mit PV in Hofstetten im Vergleich zum Stromverbrauch	58
Abbildung 19 – Versorgungssicherheit durch Schließung der Winterlücke (Powerloop, 2020)	60
Abbildung 20 – RHYn Interco Projekt zur Wasserstoffinfrastruktur	61
Abbildung 21 – Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen (Agentur für erneuerbare Energien, 2017)	62
Abbildung 22 – Erneuerbare Strompotenziale in Hofstetten	63
Abbildung 23 – Erneuerbare Wärmepotenziale in Hofstetten	64
Abbildung 24 – Entwicklung des Energieverbrauchs für die Wärme nach Sektoren im Zielszenario	67
Abbildung 25 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Energieträger im Zielszenario	68
Abbildung 26 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Sektoren im Zielszenario	69
Abbildung 27 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Energieträger im Zielszenario	70
Abbildung 28 – Stromverbrauch nach Sektor im Zielszenario	71
Abbildung 29 – Stromerzeugung nach Energieträger im Zielszenario	72
Abbildung 30 – Übersicht der Speicherkapazität und Ausspeicherdauer verschiedener Speichertechnologien (Sternier & Stadler, 2014)	77

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Übersicht der Bausteine des Beteiligungskonzepts und der jeweiligen Zielgruppen	13
Tabelle 2 – Endenergieverbrauch für Wärme der Gemeinde Hofstetten nach Energieträgern (2022).....	25
Tabelle 3 – Begriffsabgrenzung erneuerbarer Gase (angelehnt an VKU, 2017)	35
Tabelle 4 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse	36
Tabelle 5 – Energetisches Potenzial der landwirtschaftlichen Reststoffe und tierischen Exkrementen in Hofstetten	44
Tabelle 6 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien	65
Tabelle 7 - Bewertung des Eignungsgebietes „Verbund-Kindergarten-Rathaus-Halle“ als potenzielles Wärmenetzgebiet	73
Tabelle 8 – Bewertung für Einzelheizungsgebiete in der Gemeinde Hofstetten	76
Tabelle 9 – Energieträgereinsatz für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze	79
Tabelle 10 – Jahresendenergiebedarf der Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträger und Sektoren (2022)	80
Tabelle 11 – Jahresendenergiebedarf der Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträger u. Sektoren (2030)	81
Tabelle 12 – Jahresendenergiebedarf der Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträger u. Sektoren (2040)	82
Tabelle 13 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (2005)	102
Tabelle 14 – Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung 2022 (IFEU, 2025)	106
Tabelle 15 – Bewertung der Datengüte der Energie- und THG-Bilanz nach Sektoren	107
Tabelle 16 – Unterscheidung der Bezeichnungen für Wasserstoff nach Produktionsverfahren	107
Tabelle 17 – Vorgegebene Untergrundparameter	109
Tabelle 18 – Vorgegebene Sondenparameter	110
Tabelle 19 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte	110
Tabelle 20 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung	111
Tabelle 21 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte	111
Tabelle 22 – Abschätzung des Wärmeerzeugungspotenzial aus Grundwasser	113
Tabelle 23 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Strom nach Erzeugungsart für die Jahre 2030 und 2040 (Peters et al., 2023)	115
Tabelle 24 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Wärme nach Energieträger für die Jahre 2030 und 2040 (Peters et al., 2023)	116
Tabelle 25 – Indikatoren zur Bewertung der Wärmegestehungskosten für ein Wärmenetz (nach Leitfaden Wärmeplanung 2024, KWW Halle)	117
Tabelle 26 – Indikatoren zur Bewertung der Risiken für eine der drei Wärmeversorgungsarten (nach Leitfaden Wärmeplanung 2024, KWW Halle)	118
Tabelle 27 – Bewertung der bis 2040 kumulierten THG-Emissionen bei Umstellung auf eine der drei Wärmeversorgungsarten (nach Leitfaden Wärmeplanung 2024, KWW Halle)	118

Tabelle 28 – Punktebewertung und Wahrscheinlichkeitsangabe für die Bewertung eines Eignungsgebietes	120
Tabelle 29 – Risikobewertung mit Wahrscheinlichkeitsangabe	120
Tabelle 30 – Bewertungsmatrizen für die Beurteilung eines Plangebietes für die zentrale und dezentrale Versorgung sowie für die Versorgung mit Wasserstoff	122

Abkürzungsverzeichnis

BEW.....	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
CCS.....	Carbon Capture and Storage
CO ₂ e	CO ₂ -Äquivalente
EEG.....	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EU	Europäische Union
FFÖ-VO.....	Freiflächenöffnungsverordnung
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GIS.....	Geografisches Informationssystem
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
WPG.....	Wärmeplanungsgesetz
WSchVO.....	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. Von zentraler Bedeutung ist hierbei die Dekarbonisierung der Energieversorgung (WBGU, 2011). 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 2022 wurden rund 82 % des Wärmeverbrauchs in Baden-Württemberg mit fossilen Wärmequellen, wie z.B. Heizöl und Erdgas, erzeugt (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2023). Gleichzeitig ist die Sanierungsrate gering und der Wärmebedarf der Bestandsgebäude sinkt nur langsam, da energetische Sanierungen hohe Investitionskosten verursachen können (Holm, Sprengard, & Lohr, 2024).

Das Land Baden-Württemberg hat im Jahr 2023 den notwendigen Maßnahmen im Wärmesektor mit einer Novellierung des **Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz (KlimaG BW)** Rechnung getragen und als Instrument für Kommunen zur Zielerreichung die kommunale Wärmeplanung (KWP) festgesetzt. Alle großen Kreisstädte im Land waren damit verpflichtet, einen kommunalen Wärmeplan bis zum 31.12.2023 vorzulegen. Städte und Gemeinden, die keine Kreisstädte sind, konnten die Wärmeplanung nach Landesrecht freiwillig erstellen. Nach dem aktuellen **Wärmeplanungsgesetz (WPG)** des Bundes, welches zum 01.01.2024 in Kraft getreten ist, und der Novellierung des KlimaG BW 2025 sind nun alle Kommunen in Baden-Württemberg verpflichtet, eine Wärmeplanung nach WPG 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 und das vorliegende Fachgutachten orientieren sich inhaltlich an der alten Gesetzgebung des KlimaG BW 2023 und bestehen aus den folgenden vier Arbeitspaketen:

1. Bestandsanalyse (Kapitel 3)

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

2. Potenzialanalyse (Kapitel 4)

In einem nächsten Schritt werden die lokalen Potenziale zur Versorgung der Gemeinde mit erneuerbaren Energien 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 2040 (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 kann.

4. Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog (Kapitel 6)

Abschließend wird eine Wärmewendestrategie für die Kommune formuliert, die den Transformationspfad zum Zielbild des klimaneutralen Gebäudebestands beschreibt. Hierbei werden detaillierte Steckbriefe zu Maßnahmen und den Quartieren der Gemeinde ausgearbeitet. Aus dem Maßnahmenkatalog mit konkreten Handlungsschritten sollen fünf Maßnahmen bereits in den ersten fünf Jahren nach Erstellung der Wärmeplanung begonnen werden.

Die Kommunen Haslach, Fischerbach, Hofstetten, Mühlenbach und Steinach haben beschlossen, die kommunale Wärmeplanung gemeinsam im Konvoi durchzuführen. Mit der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung hat die Gemeinde Hofstetten über den Konvoiführer Badenova Netze GmbH in Zusammenarbeit mit Smart Geomatics GmbH beauftragt.

Die Wärmeplanung wurde 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 Gemeindeverwaltung, die politischen Gremien, die Bürgerinnen und Bürger, örtliche Unternehmen und größere Landwirtschaftsbetriebe. Im Projektverlauf wurden unterschiedliche Informations- und Workshopveranstaltungen durchgeführt. Das folgende Kapitel 2 gibt eine Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung der kommunalen Wärmeplanung im so genannten „Kinzigtalkonvoi“.

Dieses Fachgutachten stellt die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung der Gemeinde Hofstetten mit dem Stand März 2026 dar. Wichtige Ergebnisse des Wärmeplans sind die geografisch zugeordneten Daten des Wärmeverbrauchs (der sogenannte digitale Zwilling), der Potenziale und der perspektivischen Infrastruktur. Diese liegen der Gemeinde zur weiteren Bearbeitung vor, damit diese fortlaufend angepasst und bearbeitet werden können. Spätestens bei der Fortschreibung des Wärmeplans werden diese Daten eine wichtige Grundlage für die Beurteilung des bisherigen Fortschritts der Gemeinde Hofstetten sein und sie werden Grundlage für die Ausarbeitung neuer Maßnahmen zur Erreichung des Ziels eines klimaneutralen Gebäudebestands sein. Der kommunale Wärmeplan soll nach aktuellem Gesetz (KlimaG BW) alle fünf Jahre fortgeschrieben werden. Dies wäre somit für Haslach ab dem Jahr 2030 relevant.

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 Bürgerinnen und 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.

2. Akteursbeteiligung

Der Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans der Gemeinde Hofstetten hat unter Beteiligung lokaler Akteure und Stakeholder stattgefunden. Hierzu haben verschiedene Informationsformate, Workshops und Veranstaltungen mit unterschiedlichen Zielgruppen stattgefunden. Dies soll im Folgenden beschrieben und erläutert werden. Abbildung 1 gibt einen Überblick über den Ablauf der kommunalen Wärmeplanung und die Akteursbeteiligung, die in Hofstetten durchgeführt wurde.

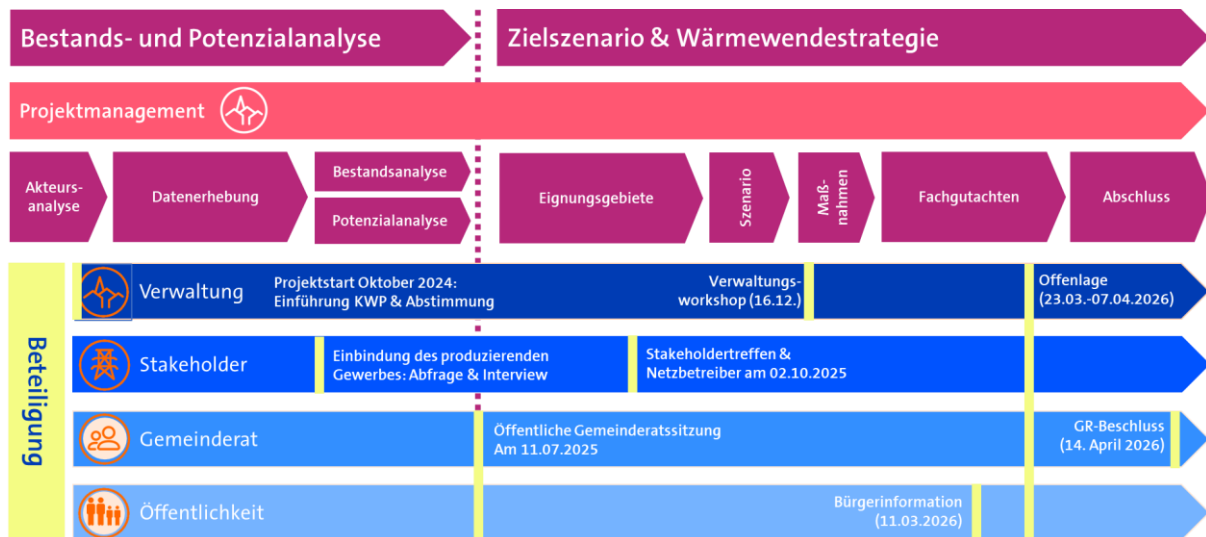


Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung der kommunalen Wärmeplanung

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, so dass eine nahtlose Umsetzung erfolgen kann.

Folgende Akteure wurden in der Gemeinde Hofstetten identifiziert:

- Bürgermeister
- Gemeindeverwaltung
 - Hauptamt
- Gemeinderatsgremium
- Energieversorger
 - Stromnetzbetreiber
- Lokale Wirtschaft
 - Gewerbebetriebe, Handel, Dienstleistungen

- Industriebetriebe
- Landwirtschaft
- Lokale Arbeitskreise & Interessensgruppen
- 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 Badenova Netze und Vertretern der fünf Gemeindeverwaltungen gebildet. Das Kernteam hat sich über den gesamten Projektzeitraum in regelmäßigen Abstimmungsterminen zusammengefunden und gemeinsam organisatorische und inhaltliche Themen bearbeitet.
- **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 die lokalen Energieversorger teil. Der Fachworkshop für Stakeholder 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 Verwaltungs-Workshop wurden die Gemeindeverwaltung und Vertreter der Gemeinderatsfraktionen eingeladen. Im Workshop wurden die Eignungsgebiete, das Energieträger-Szenario und Maßnahmen diskutiert, mit denen die Kommune den Wärmeplan in die Umsetzung bringen möchte.
- **Politische Ebene:** Als Entscheidungsträger ist das Gemeinderatsgremium von wesentlicher Bedeutung bei der Entwicklung und Verankerung der kommunalen Wärmeplanung. Im Rahmen einer öffentlichen Sitzung des Gemeinderats wurden die Zwischenergebnisse und Eignungsgebietsdefinitionen vorgestellt und erläutert. Die priorisierten Maßnahmen wurden je Kommune in einer Arbeitssitzung mit Vertretern der Verwaltung und der Gemeinderäte diskutiert und festgelegt. Schließlich wurden die Ergebnisse der Wärmeplanung in einer öffentlichen Gemeinderatssitzung vorgestellt und eine Offenlage durchgeführt. Abschließend wird den Gemeinderatsgremien das Fachgutachten zum Beschluss vorgelegt.
- **Bürgerinformationsveranstaltung:** Alle Bürger und interessierten Akteure der Gemeinde konnten sich im Rahmen von einer öffentlichen Informationsveranstaltungen

über den aktuellen Stand der kommunalen Wärmeplanung informieren. Im Rahmen der Veranstaltung wurde in Form einer Abschlusspräsentation über die Ergebnisse der Wärmeplanung und der Maßnahmen informiert. Für jede Konvoikommune wurde ein Informationsstand aufgebaut, an dem sich die Bürger und Bürgerinnen im speziellen über den Wärmeplan ihrer Kommune informieren konnten. Zudem fand ein Vortrag zu klimafreundlichem Heizen und gesetzlichen Anforderungen beim Heizungstausch durch die Energieagentur Ortenau GmbH statt. 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 war insgesamt zwei Wochen auf der Webseite der Gemeinde Hofstetten sowie in gedruckter Form im Rathaus öffentlich zugänglich. **Es gingen X Anmerkungen 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.

	Kern- team	Verwal- tung	Gemein- derat	Stake- holder	Bürger- schaft
Aufstellungsbeschluss			X		
Regelmäßiger Jour-fixe	X				
Auftaktveranstaltung	X	X			
Zwischenergebnisse im Gemeinderat	X	X	X		X
Fachworkshop für Stakeholder	X	X	X	X	
Verwaltungsworkshop: Maßnahmenfindung	X	X	X		
Bürgerinformationsveranstaltung	X		X		X
Offenlage des Fachgutachtens	X	X	X	X	X
Öffentliche Gemeinderatssitzung: Ergebnisvorstellung	X	X	X	X	X
Feststellungsbeschluss			X		

Tabelle 1 – Übersicht der Bausteine des Beteiligungskonzepts und der jeweiligen Zielgruppen

3. Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse wird der energetische Ist-Zustand der Gemeinde Hofstetten 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 zu den lokalen THG-Emissionen. Sie wird nach einer einheitlichen Methodik erstellt, so dass das Ergebnis auch mit anderen Kommunen und Jahren vergleichbar ist.

Um eine räumliche Zuordnung von Wärmesenken und -quellen bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans zu ermöglichen, 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 Sektorenkopplung und Stromerzeugung in der Gemeinde und die Rolle von erneuerbaren Gasen eingegangen. Abschließend sind die wichtigsten Kennzahlen der Bestandsanalyse tabellarisch dargestellt.

3.1 Struktur der Gemeinde Hofstetten

Die Gemeinde Hofstetten ist ein staatlich anerkannter Erholungsort und liegt im Kinzigtal, im Ortenaukreis in Baden-Württemberg. Die nächstgrößeren Zentren im Umkreis von rund 40 Kilometer sind Offenburg, Straßburg, Freiburg im Breisgau und Villingen-Schwenningen.

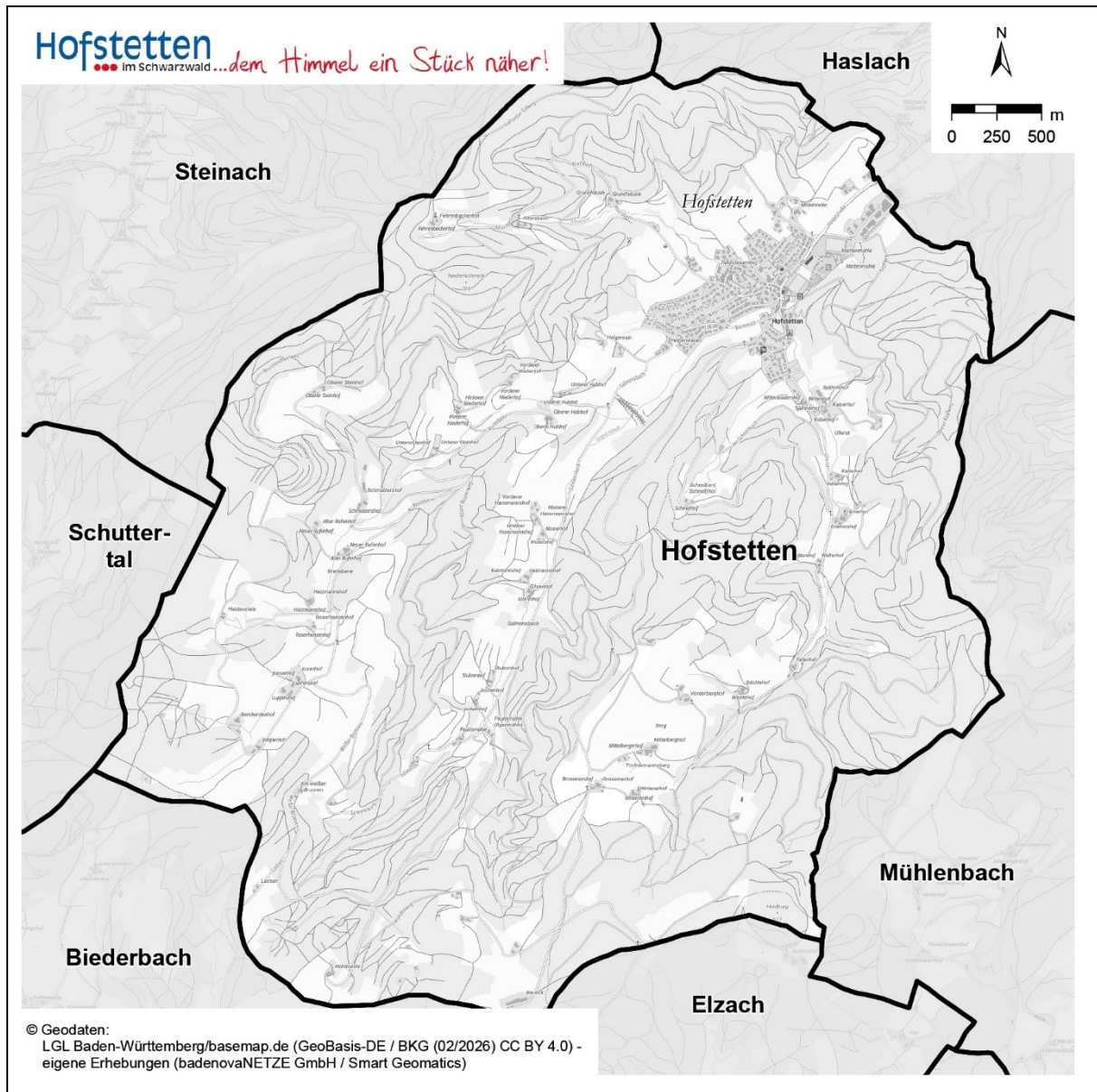
Direkte Nachbargemeinden von Hofstetten sind Haslach im Norden, Mühlenbach im Osten, Biederbach und Elzach im Süden sowie Steinach und Schuttertal im Westen (Karte 1). Hofstetten bildet mit Haslach, Fischerbach, Mühlbach und Steinach eine Verwaltungsgemeinschaft.

Die Gemeinde Hofstetten gliedert sich in das Dorf Hofstetten, Mittelweiler, Salmensbach, Ullerst, Altersbach, Breitebene, Mattenmühle, Schneibenhof, Tochtermannsberg, Am weißen Brunnen, Biereck, Halden, Hochmunde und Lachen.

Die Gemarkungsfläche umfasst rund 1.800 ha, wovon 1.187 ha auf Wald und 531 ha auf Landwirtschaftsfläche entfallen.

In Hofstetten leben 1.790 Einwohner (Stand 2022), wobei die Bevölkerungsentwicklung einen kontinuierlichen Zuwachs aufzeigt.

Die Wirtschaftsstruktur der Gemeinde ist durch Landwirtschaft sowie Tourismus geprägt. Die Gemeinde ist mit der Schwarzwaldbahn sowie über die B33 und B294 verkehrstechnisch gut angebunden.



Karte 1 - Übersichtskarte der Gemeinde Hofstetten

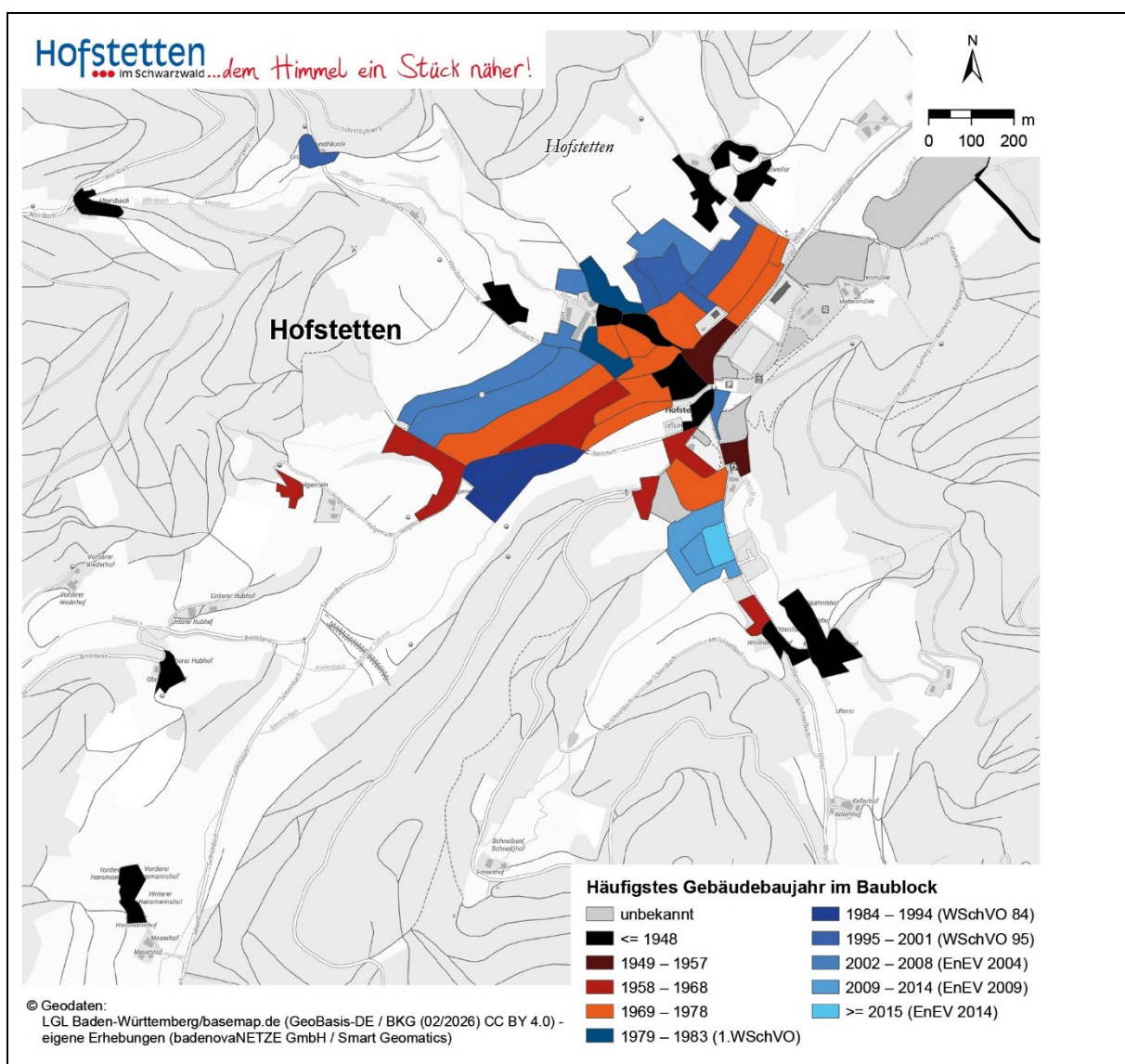
3.2 Erfassung des Gebäudebestands

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

3.2.1 Baualtersklassen

Aus der Einordnung der Gebäude in die Gebäudetypologie lassen sich Aussagen über die Siedlungsstruktur von Hofstetten treffen. Hierzu wurden die vorwiegenden Altersklassen der Gebäude auf Baublockebene dargestellt und ausgewertet (vgl. Karte 2). Dies erleichtert die schnelle Identifizierung von Gebieten ähnlicher Struktur für mögliche Maßnahmen zur Energieeinsparung.

In Hofstetten befinden sich zahlreiche Gebäude mit einem Baujahr vor 1950, die somit noch vor oder zwischen den beiden Weltkriegen erbaut wurden. Rund 27 % der Gebäude in der Gemeinde wurden vor 1948 errichtet bzw. 69 % vor 1984. Über die letzten Jahrzehnte sind am Rande der Ortsmitte von Hofstetten weitere Wohngebiete hinzugekommen.



Karte 2 - Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene

In Hofstetten sind 69 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) vor Inkrafttreten der zweiten Wärmeschutzverordnung (WSchVO) 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 Hofstetten nach Baualtersklassen dar.

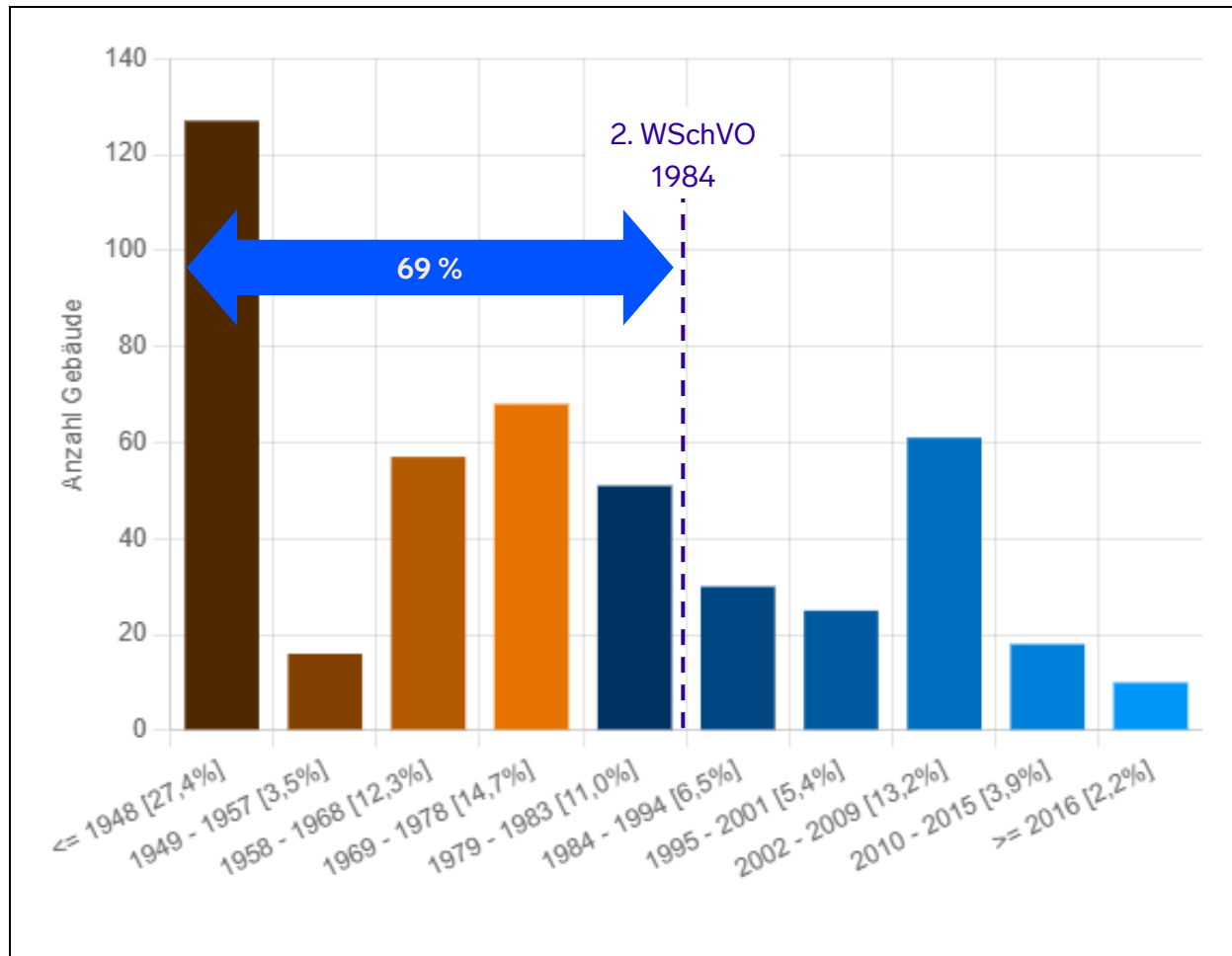


Abbildung 2 – Anteil der Wohngebäude nach Baualtersklassen in Hofstetten

3.2.2 Gebäudetypen

Neben dem Gebäudealter, ist auch der Gebäudetyp für die Ermittlung der Energiebedarfswerte und der Energieeinsparpotenziale relevant. Die Gebäudekategorie Wohnen hat den größten Anteil am Gebäudebestand. In Hofstetten gibt es etwa 463 Wohngebäude. Gebäude mit reiner Wohnnutzung haben einen Anteil von 65 % der Gesamtgebäude aus. Hinzu kommen 16 % Gebäude mit Wohnmischnutzung.

Charakteristisch für ländliche Gemeinden ist, dass freistehende Einfamilienhäuser und Doppel- oder Reihenhäuser den größten Teil des Wohnbestandes ausmachen (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 meist vom Eigentümer oder Eigentümerin selbst bewohnt. Der

Nutzen von Sanierungsmaßnahmen wirkt sich hier direkt aus und erhöht die Bereitschaft, Investitionen zur Energieeinsparung vorzunehmen.

Karte 3 zeigt die räumliche Verteilung der Wohngebäudetypen.

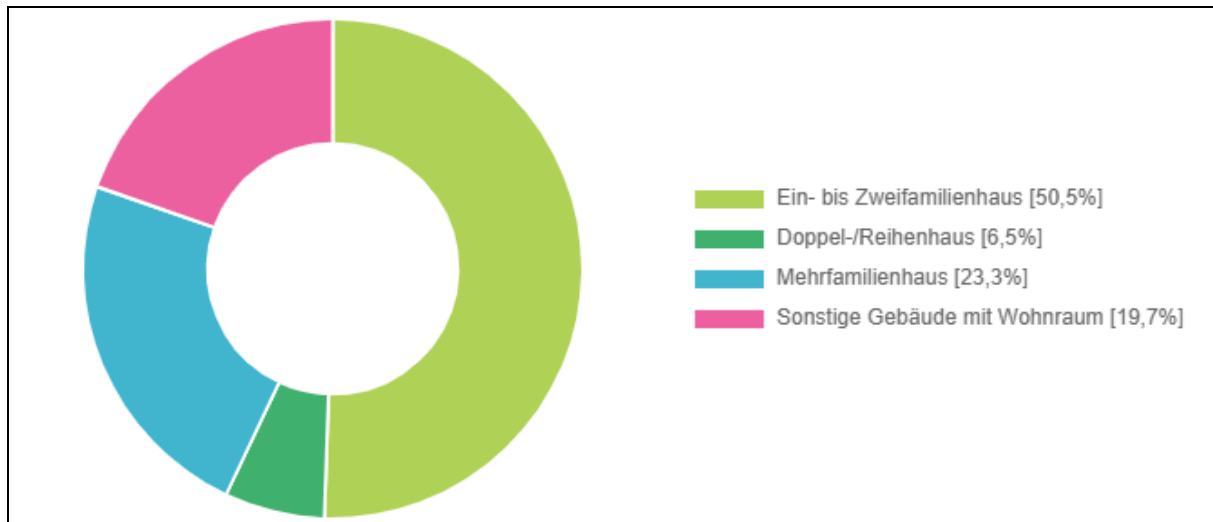
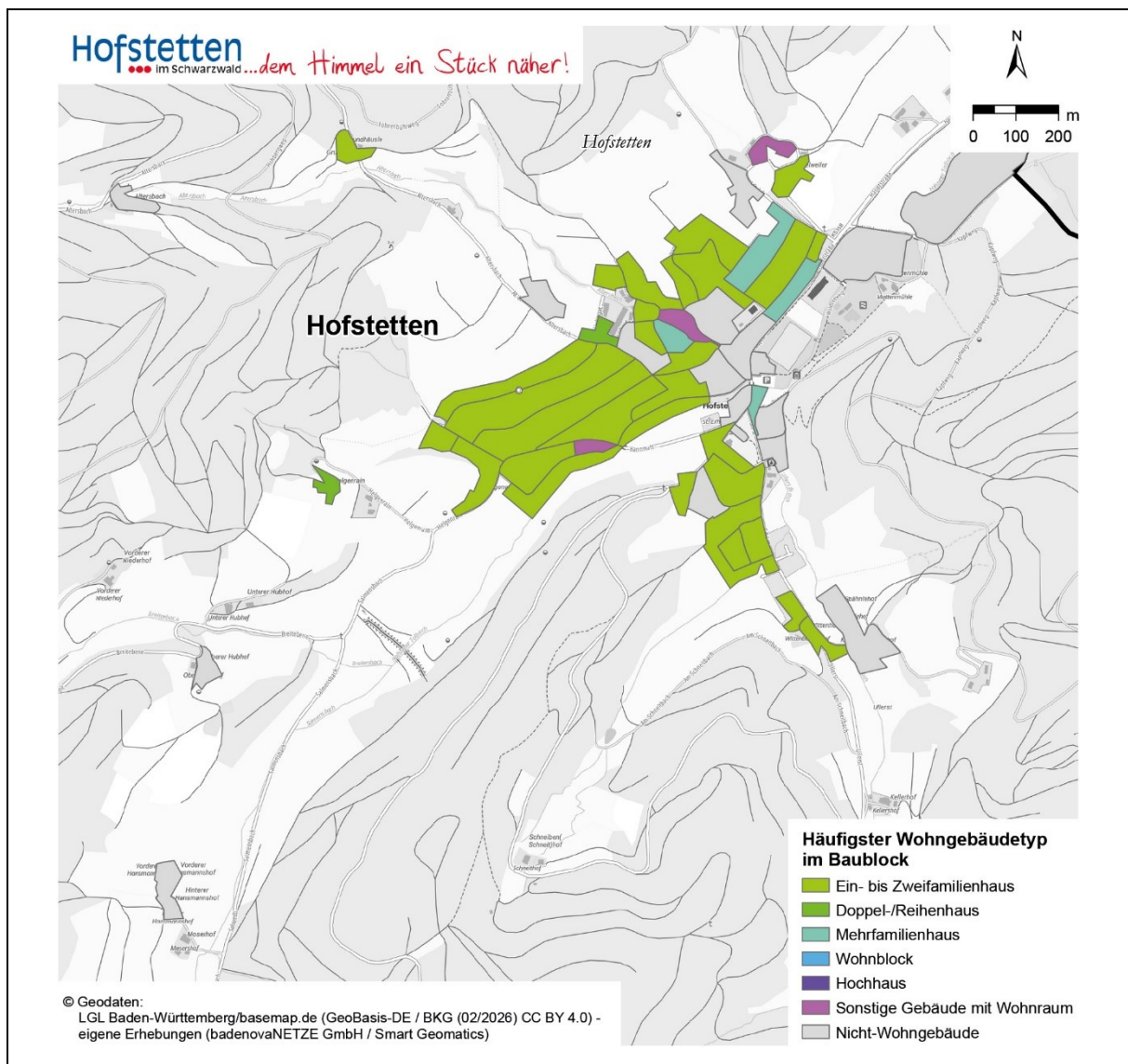


Abbildung 3 – Verteilung der Wohngebäudetypen in Hofstetten



Karte 3 - Räumliche Verteilung der Wohngebäudetypen in Hofstetten

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 Wärmegegewinne (Erwärmung durch Elektrogeräte), die Witterung, der Wirkungsgrad der Heizung und Wärmeverluste im Heizsystem. Aufgrund der zum Teil erheblichen Diskrepanzen zwischen technischem Wärmebedarf und tatsächlichem Wärmeverbrauch, zum Beispiel durch Sanierungsmaßnahmen oder durch die Unterbesetzung des zur Verfügung stehenden Wohnraumes, werden Verbrauch und Bedarf durch analytisch ermittelte Faktoren einander angenähert. Dieser Wärmebedarf der Gebäude ist eine wichtige Grundlage für die Berechnung der Potenziale und des Zielbilds. Zur weiteren Beschreibung des Ist-Zustands der Stadt Haslach 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 Hofstetten beschrieben. Zunächst wird der Ausbaustand der Gasnetz- und Wärmenetzinfrastruktur dargestellt. Anschließend folgt eine Auswertung der Heizanlagen Daten.

3.3.1 Gasinfrastruktur Wärmenetze und Sektorkopplung

In der Gemeinde Hofstetten ist keine leitungsgebundene Wärmeversorgungsinfrastruktur vorhanden.

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 Partner für den eigenwirtschaftlichen Ausbau der Glasfasernetzes ist die Breitband Ortenau GmbH & Co. KG. Der Ausbau des Breitbandnetzes wird in Hofstetten gefördert und erfolgt in zwei Schritten. In der Phase 1a (2024) wurde der „Backbone“ von Hausach nach Hofstetten gebaut und das Gewerbegebiet Mühlenmatten ausgebaut. In der Phase 3 (2026 bis 2028) erfolgt die redundante Anbindung von Hofstetten über Mühlenbach nach Gutach und der Ausbau des kompletten Ortsnetzes.

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 Stromnetzbetreibers zu Nachtspeicherheizanlagen und Wärmepumpen.

Insgesamt sind in Hofstetten 687 Primärheizungen gelistet. Eine Auswertung der Heizanlagenstatistik zeigt, dass eine große Anzahl an primären Heizanlagen in Hofstetten mit dem fossilen Energieträger Heizöl (44 %) betrieben werden. Rund 22 % der Gebäude heizen mit einer Holz-zentralheizung (93 Anlagen) und 13 % mit Holzpellets (54 Anlagen). Weitere 73 Heizanlagen sind strombetriebene Nachtspeicherheizungen und Wärmepumpen. Mit Erdgas werden lediglich 5 % der Anlagen betrieben (vgl. Abbildung 4).

Zusätzlich haben viele Gebäude eine Zusatzheizung wie Kaminofen, Kachelofen und Schwebenöfen.

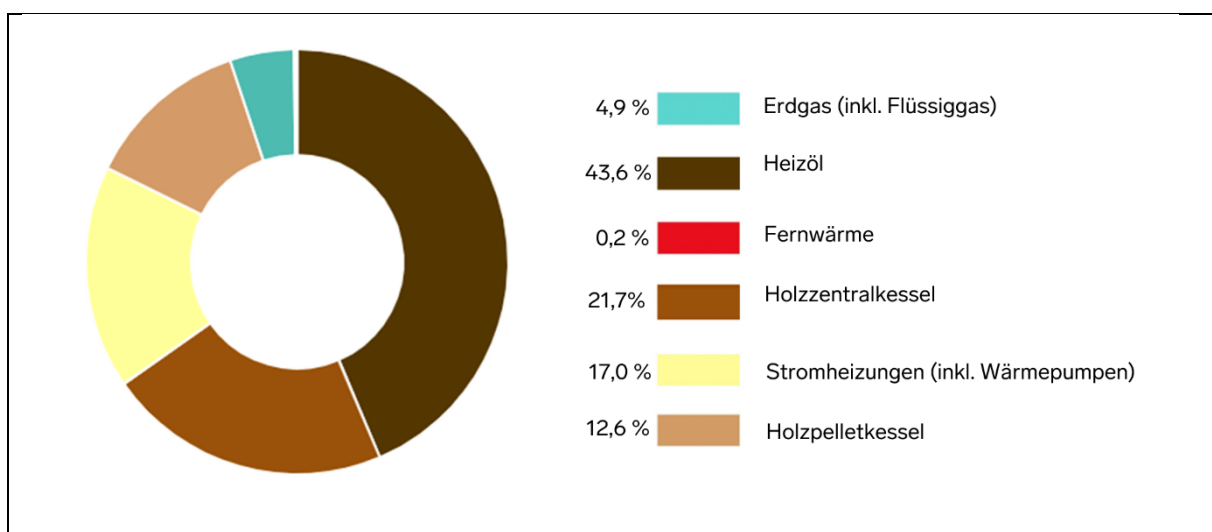
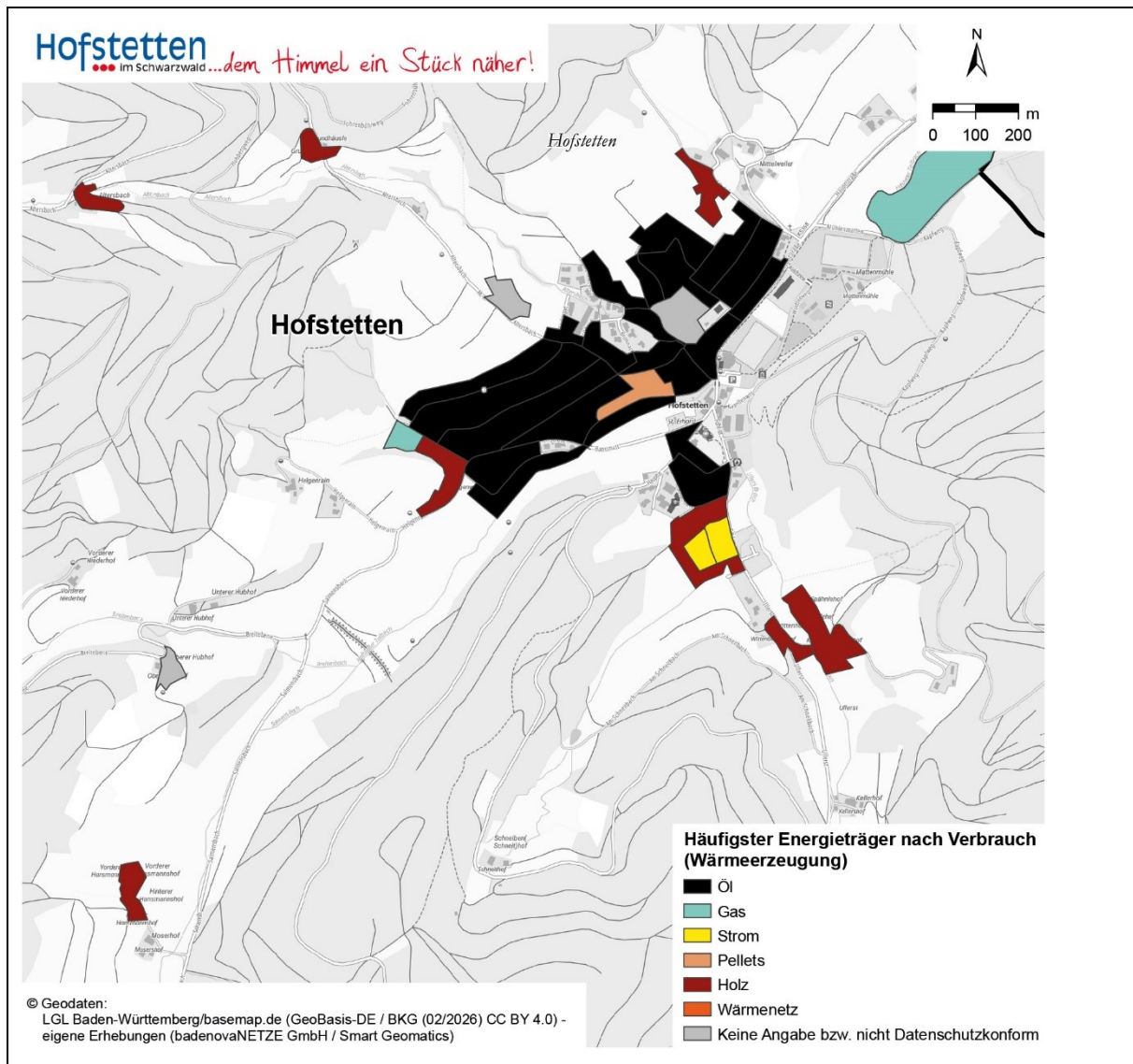


Abbildung 4 – Anteil der primären Heizungsanlagen in Hofstetten nach Anzahl je Energieträger

Karte 4 veranschaulicht die vorwiegenden Energieträger der Zentralheizanlagen auf Baublockebene. Es wird sichtbar, dass überwiegend Heizöl als Energieträger eingesetzt wird. Der ebenfalls hohe Anteil an Holzcentralheizungen wird in der Karte ebenso deutlich. Nur in wenigen Quartieren sind Wärmepumpen oder Flüssiggas der vorwiegende Energieträger.



Karte 4 - Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene

Das Alter der Heizungen ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ebenfalls ein wichtiger Bestandteil der Analysen, denn es liefert einen Hinweis, in welchen Gebieten der Gemeinde 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 52 % der Heizanlagen bereits älter als 25 Jahre sind und somit ein Heizungswechsel in den kommenden Jahren wahrscheinlich ist (vgl. Abbildung 5).

Karte 5 stellt zudem das vorwiegende Alter der installierten Heizanlagen auf Baublockebene räumlich dar.

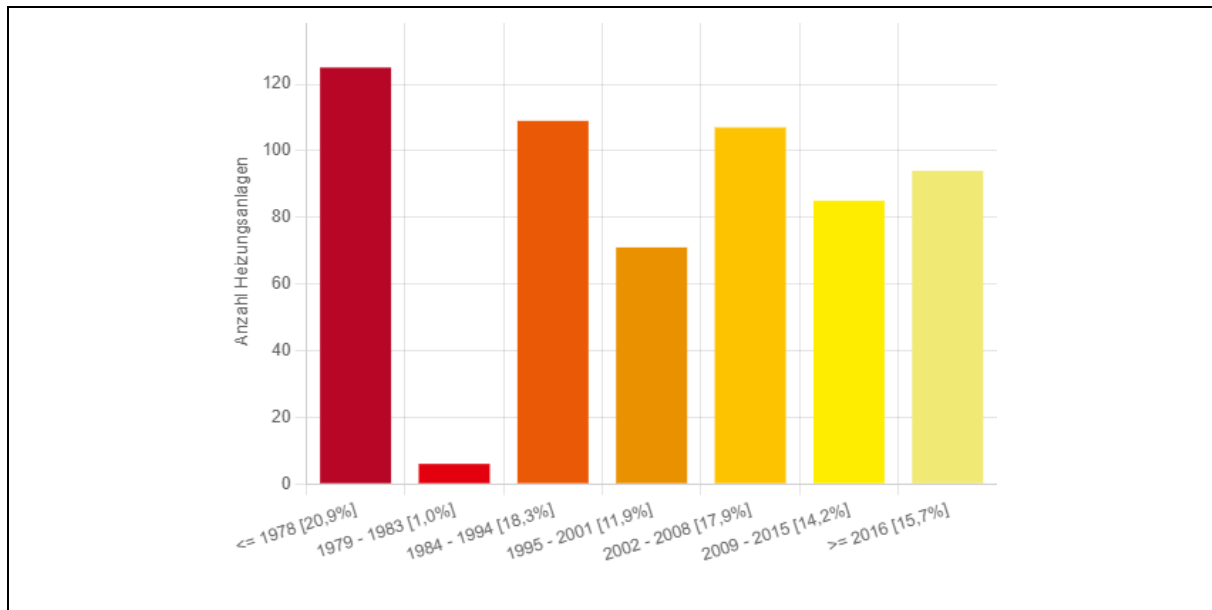
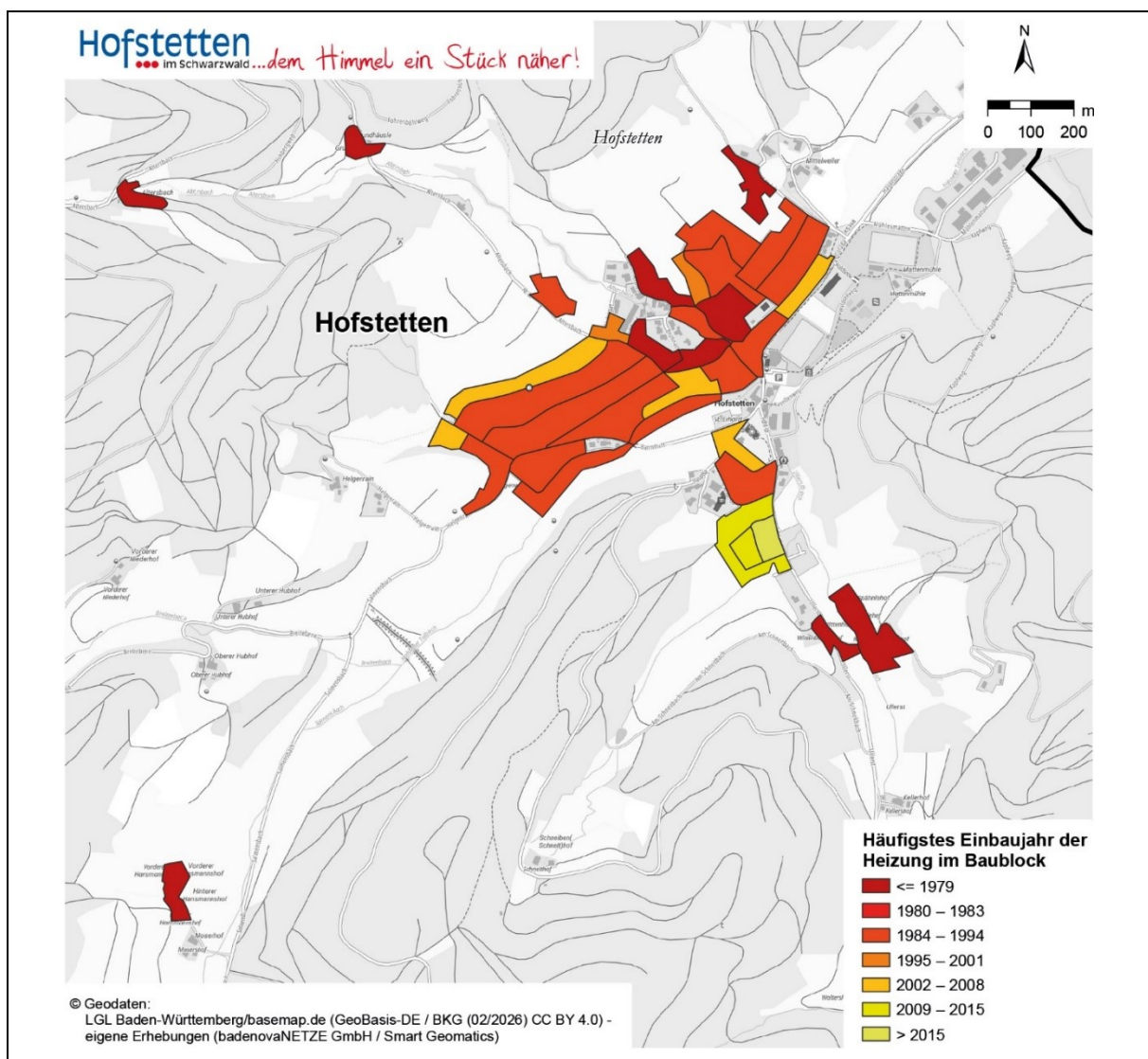


Abbildung 5 – Einbaujahr der Heizanlagen in Hofstetten



Karte 5 - Vorwiegendes Heizungsalter auf Baublockebene

3.4 Endenergieverbrauch Wärme

Während der Wärmebedarf aufzeigt, wie viel Energie die Gebäude für Raumwärme und Warmwasser benötigen, 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 Hofstetten, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren, wurde mit einer Energie- und THG-Bilanz für das Referenzjahr 2022 mit dem für das Land Baden-Württemberg konzipierten Tool BICO2 BW (Version 3.2.2) ermittelt (IFEU, 2024).

3.4.1 Gesamtendenergieverbrauch Wärme

Nach dem Ergebnis der Energie- und THG-Bilanz betrug der Gesamtendenergieverbrauch für Wärme in Hofstetten 12.470 MWh im Jahr 2022. Nach den Sektoren betrachtet, hatte der Wärmeverbrauch der privaten Haushalte den mit Abstand höchsten Anteil am Wärmeverbrauch der Gemeinde mit einem Anteil von 80 %. An zweiter Stelle hatte der Sektor Gewerbe und Sonstiges einen Anteil von 16 % des Gesamtwärmeverbrauchs. Der Wärmeverbrauch des verarbeitenden Gewerbes teilt sich auf in Raumwärme mit einem Anteil von <1 % und Prozesswärme mit einem Anteil von 1 % des Gesamtwärmeverbrauchs der Gemeinde. Die kommunalen Liegenschaften haben mit 3 % ebenfalls nur einen geringen Anteil am Gesamtwärmeverbrauch der Gemeinde (vgl. Abbildung 6).

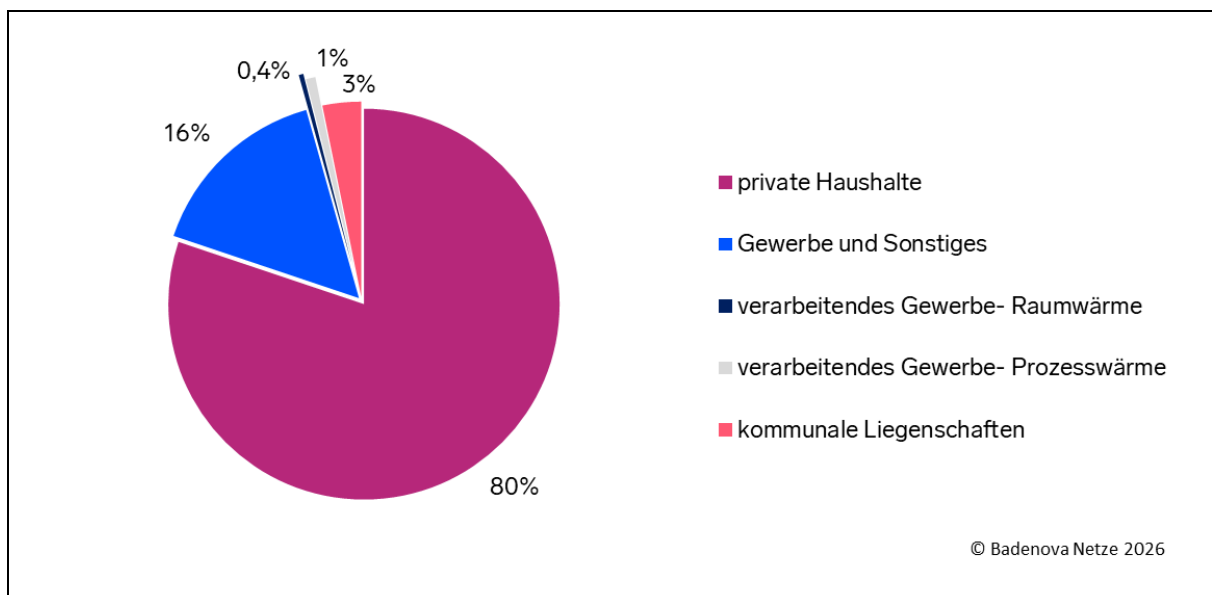


Abbildung 6 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Sektoren (2022)

Die Auswertung der vorliegenden Daten zeigt, dass zur Deckung des Wärmebedarfs im Jahr 2022 in Hofstetten insgesamt etwa 51 % fossile Energieträger eingesetzt wurden, darunter vorrangig Heizöl (inklusive des fossilen Anteils im bundesdeutschen Strommix). Erneuerbare Energieträger deckten insgesamt 49 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde. Diese beinhalten alle

erneuerbaren Energien, die in der Wärmeversorgung mit zentraler Wärme sowie mit Energieholz, Solarthermie, Umweltwärme und Strom eingesetzt werden.

Die Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs auf die Energieträger ist in Abbildung 7 dargestellt und die eingesetzten Mengen sind in Tabelle 2 festgehalten.

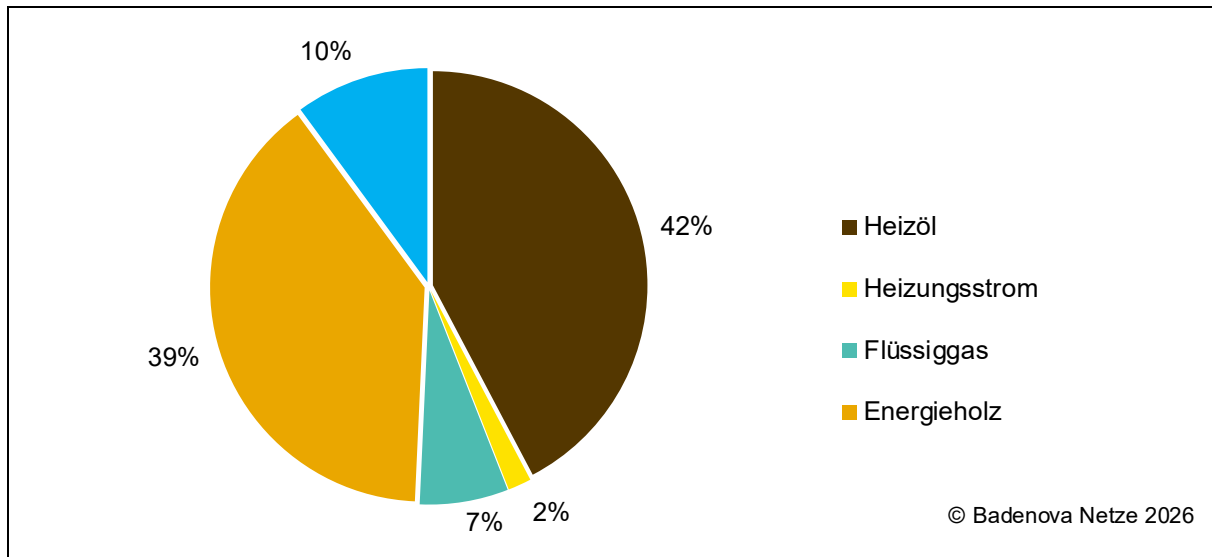


Abbildung 7 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Energieträgern (2022)

Energieträger	Wärmeverbrauch (MWh im Jahr 2022)	Anteil am Gesamtwärmeverbrauch
Flüssiggas	832	7 %
Heizöl	5.274	42 %
Heizungsstrom	219	2 %
Kohle	0	0 %
Wärmenetze	0	0 %
Energieholz	4.889	39 %
Solarthermie	457	4 %
Umweltwärme	757	6 %
Erneuerbare Energien im verarbeitenden Gewerbe	42	<1 %
Gesamt	12.470	

Tabelle 2 – Endenergieverbrauch für Wärme der Gemeinde Hofstetten nach Energieträgern (2022)

Abbildung 8 zeigt detailliert die Aufteilung des Wärmeenergieverbrauchs nach Energieträgern und Sektoren. Hierbei wurde der Wirtschaftssektor zum einen nach „Gewerbe und Sonstiges“ (Gewerbe, Handel und Dienstleistung) sowie zum anderen nach dem „verarbeitenden Gewerbe“ (Industrie) aufgeteilt. Der Sektor verarbeitendes Gewerbe wurde zudem in Raum- und Prozess-

wärme unterteilt. Die Darstellung verdeutlicht einerseits den hohen Anteil der privaten Haushalte am Gesamtenergieverbrauch sowie andererseits den marginalen Anteil des Industriesektors. Gleichzeitig wird der hohe Anteil von Heizöl an der Wärmebereitstellung sichtbar.

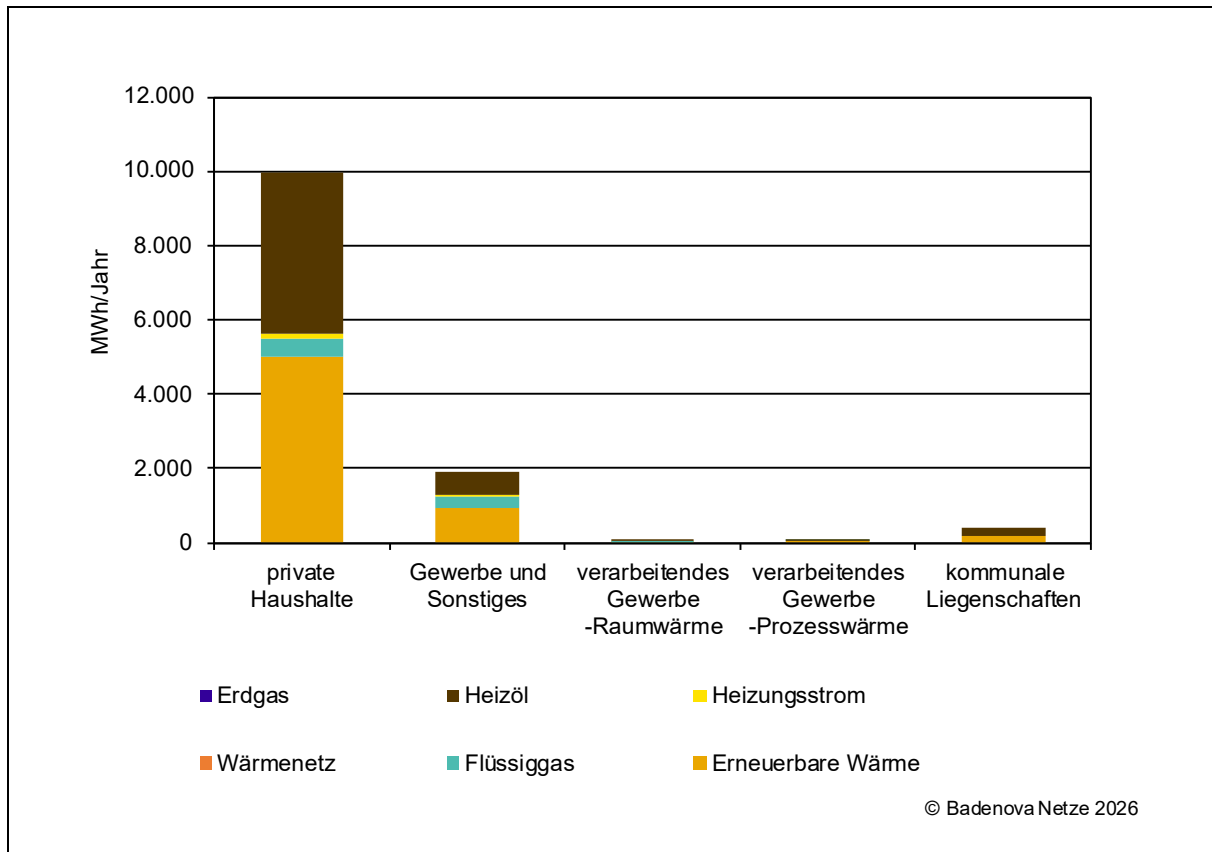


Abbildung 8 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträger (2022)

3.4.2 Energieträgermix zur Wärmenetzversorgung

Die Hackschnitzelanlage des Kindergartens versorgt über ein Gebäudenetz auch den angrenzenden Sportclub Hofstetten e.V. mit Wärme. Weitere Wärmenetze sind bisher in Hofstetten nicht vorhanden.

3.4.3 Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften

Die kommunalen Liegenschaften haben im Jahr 2022 etwa 398 MWh Wärmeenergie verbraucht. Der Heizölverbrauch der kommunalen Liegenschaften liegt bei ca. 230 MWh/Jahr (58 %) und der Energieholzverbrauch bei 168 MWh/Jahr (42 %).

Die eingesetzte Energiemenge zur Wärmeversorgung der einzelnen Liegenschaften ist in Abbildung 9 nach Energieträgern dargestellt. Den höchsten Energieverbrauch haben mit Abstand die Franz-Josef-Krämer-Schule (inkl. Turnhalle) sowie der Kindergarten Sterntaler mit Vereins-

heim. Beide Liegenschaften werden bereits holzbasiert mit Wärme versorgt. Die weiteren kommunalen Liegenschaften setzen hingegen zur Wärmeversorgung noch den Energieträger Heizöl ein.

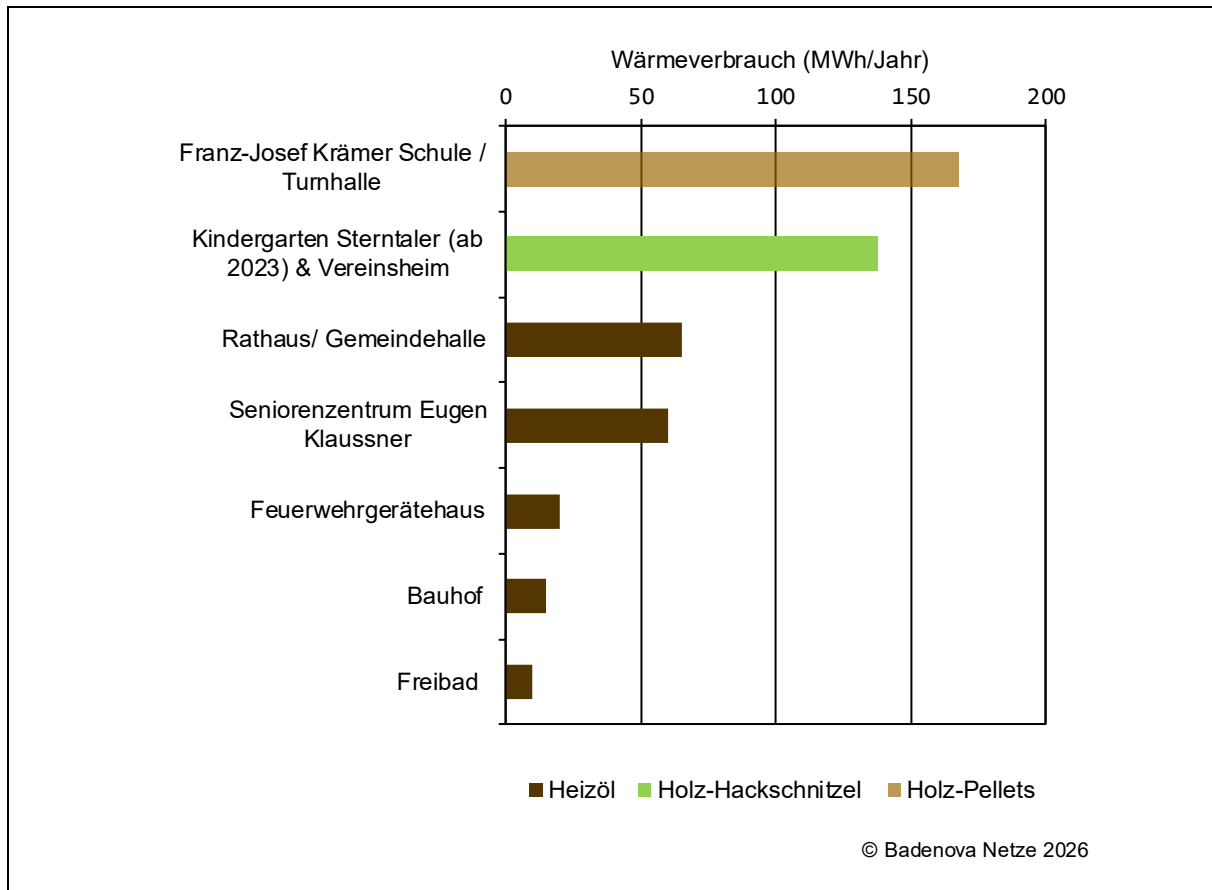


Abbildung 9 – Wärmeenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Hofstetten (2022)

3.4.4 Endenergieverbrauch für Prozesswärme/Prozesskälte

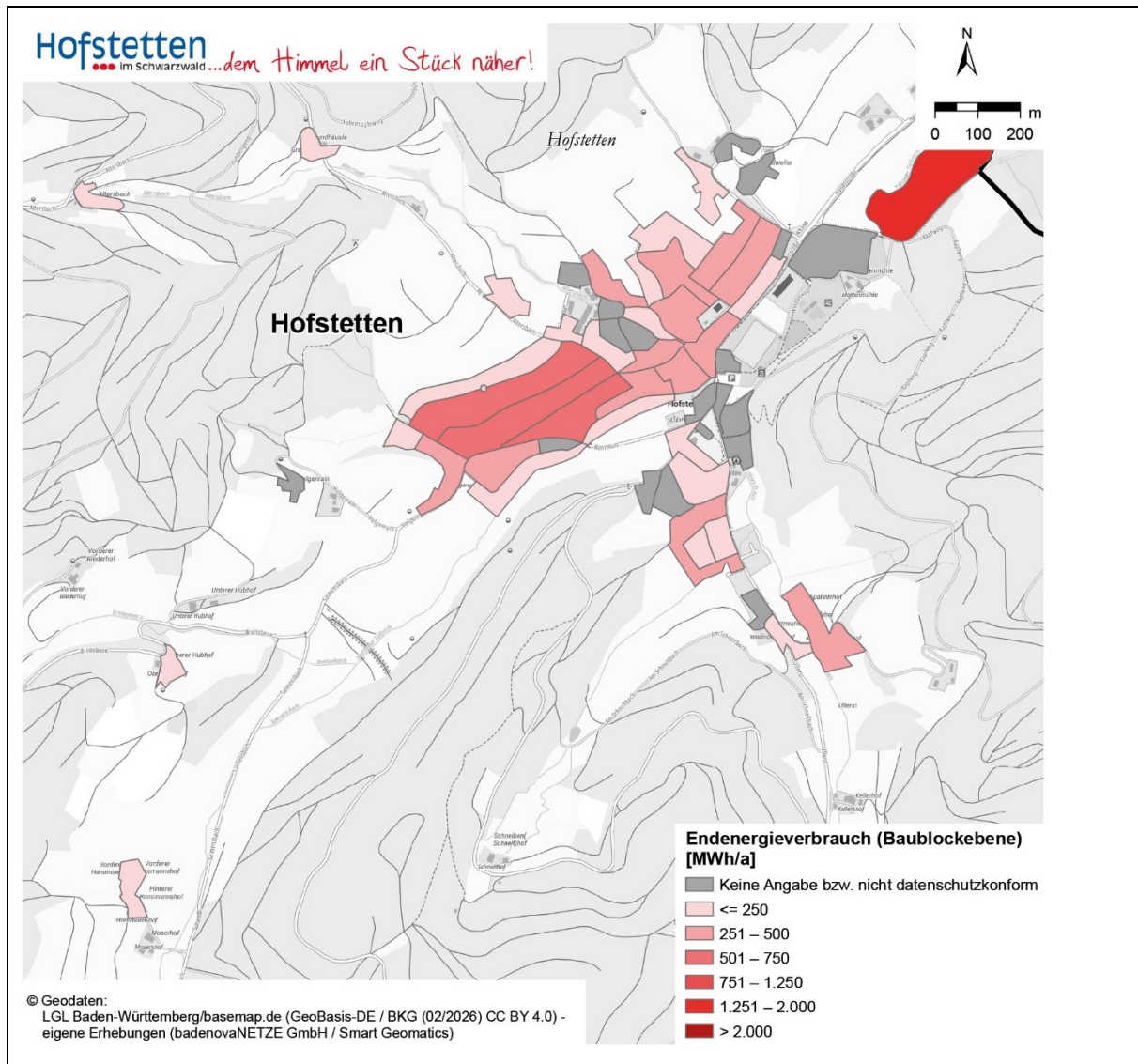
Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird auch der Energiebedarf für Prozesswärme und Prozesskälte berücksichtigt. Diese Energieformen sind besonders relevant für industrielle und gewerbliche Anwendungen, bei denen Wärme und Kälte kontinuierlich benötigt werden. Während der Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie kommunale Liegenschaften vor allem der Raumwärme zuzuordnen ist, ist der Wärmeverbrauch des Sektors verarbeitendes Gewerbe/Industrie in Raumwärme und Prozesswärme/-kälte zu unterscheiden. Eine getrennte Betrachtung der Raumwärme und Prozesswärme/-kälte ist für die Wärmeplanung von Bedeutung, da sich die benötigten Mengen, Temperaturen und Lasten stark unterscheiden. Der Anteil der Prozesswärme am Endenergieverbrauch der Industrie betrug in Deutschland im Jahr 2020 rund 67 %, der Anteil der Prozesskälte lag bei 1,5 % (Agentur für Erneuerbare Energien, 2022).

Der Prozesswärmeverbrauch wurde mit lokalen Informationen der vor Ort angesiedelten Betriebe ermittelt und durch eine statistische Auswertung ergänzt. Demnach lag der Prozesswärmeverbrauch in Hofstetten im Jahr 2022 bei 97 MWh und machte somit 1 % des Gesamtwärmeverbrauchs der Gemeinde aus. Der Großteil der Prozesswärme wird mit Heizöl erzeugt (42 %). Sonstigen erneuerbare Energieträger haben einen Anteil von 28 % und sonstige fossile Energieträger werden mit 27 % beziffert. Abwärmemengen aus Produktionsprozessen konnten nicht bemessen werden, liegen voraussichtlich auch nicht in relevanten Mengen vor.

3.4.5 Räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs

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

Karte 6 zeigt den Wärmeverbrauch (Endenergieverbrauch) in Hofstetten, aggregiert auf Baublockebene. Dabei werden mehrere Gebäude datenschutzkonform zu einem Baublock zusammengefasst. Die Karte zeigt somit die flächenmäßige Verteilung des Wärmeverbrauchs der Gemeinde.



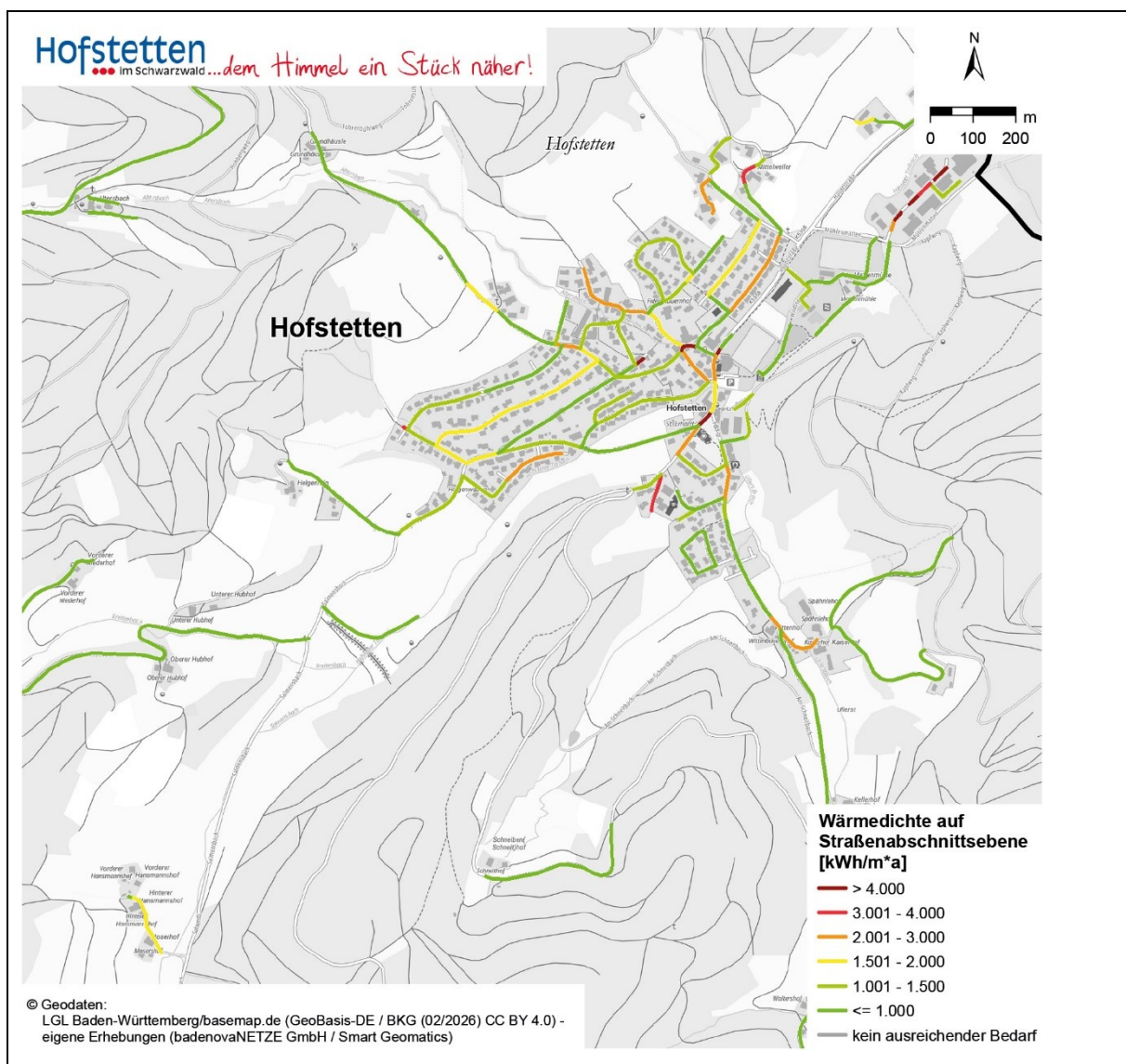
Karte 6 - Wärmeverbrauch auf Baublockebene in Hofstetten

Karte 7 zeigt den Wärmeverbrauch der Gebäude als Wärmelinien-dichte. Dabei wird der Wärmeverbrauch der Gebäude geografisch auf Straßenzugsebene aggregiert und somit linienförmig dargestellt, in Anlehnung daran wie Wärmenetzleitungen verlaufen könnten. Sehr hohe Wärmedichten von über 4.000 kWh/m sind in Hofstetten in einzelnen Straßenzügen vorhanden und konzentrieren sich räumlich in der Ortsmitte (Hauptstraße, Unterdorf, Bühlsstraße, Mühlenmatten). Diese konzentrieren sich somit auf dicht bebaute Bereiche, wo größere Gebäude oder Wohnblocks stehen und die Gebäude einen hohen spezifischen Wärmeverbrauch aufweisen. Im Gegensatz dazu wird deutlich, dass außerhalb der Ortsmitte geringere räumliche Wärmedichten vorliegen.

Zu beachten ist, dass die Wärmelinien-dichte 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 tatsächlichen 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 ein wichtiges Kriterium ist. Ziel ist es, Siedlungsgebiete mit hohen Wärmedichten und hohem Wärmebedarf möglichst schnell hinsichtlich der Klimaneutralität von Gebäuden zu transformieren. Dies ist für die hervorgehobenen Gebiete mit einem technisch und wirtschaftlich zu betreibenden Wärmenetz leistbar. Ob ein Wärmenetz, gleich welcher Art, auch in anderen Siedlungszonen wirtschaftlich betreibbar sein kann, obliegt den relevanten Personen- und Interessenskreisen, spielt für die Wärmeplanung aber nur eine untergeordnete Rolle, sofern diese Zonen auch dezentral versorgt werden können.



Karte 7 - Wärmedichte auf Straßenzugsebene in Hofstetten

3.4.6 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 Hofstetten führte demnach im Jahr 2022 zu THG-Emissionen in Höhe von 2.225 t CO₂e. Der überwiegende Anteil ist dem fossilen Energieträger Heizöl zuzuordnen, der 74 % der Wärmeemissionen ausmacht (vgl. Abbildung 10).

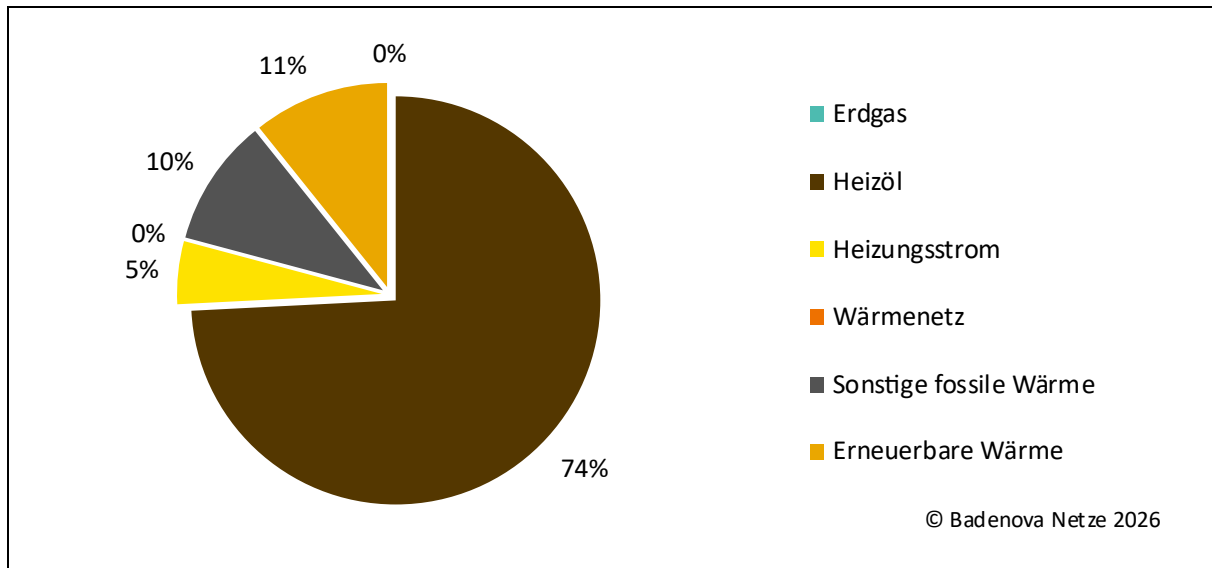


Abbildung 10 – Aufteilung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Energieträger (2022)

Entsprechend des Wärmeverbrauchs hat der Sektor private Haushalte mit 1.777 t CO₂e/Jahr und 80 % den größten Anteil aller Sektoren. Die kommunalen Liegenschaften waren mit ihrem Wärmeverbrauch für 76 t CO₂e im Jahr 2022 und somit 3 % der wärmebedingten Emissionen verantwortlich. Abbildung 11 zeigt die Aufteilung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Sektor und Energieträger.

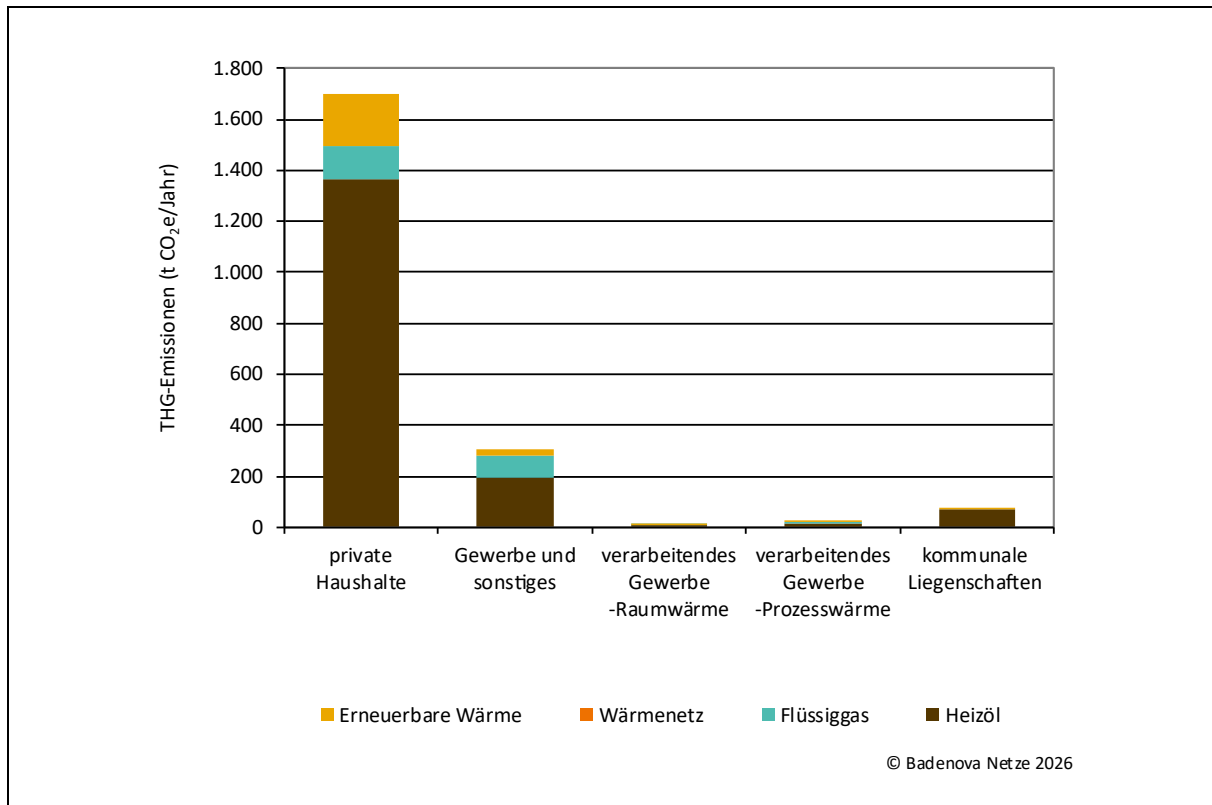


Abbildung 11 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger

Abbildung 12 zeigt die wärmebedingten THG-Emissionen der einzelnen kommunalen Liegenschaften. Wie bei den Wärmeverbrauchswerten der Liegenschaften werden hier erneut die großen Verbraucher sichtbar.

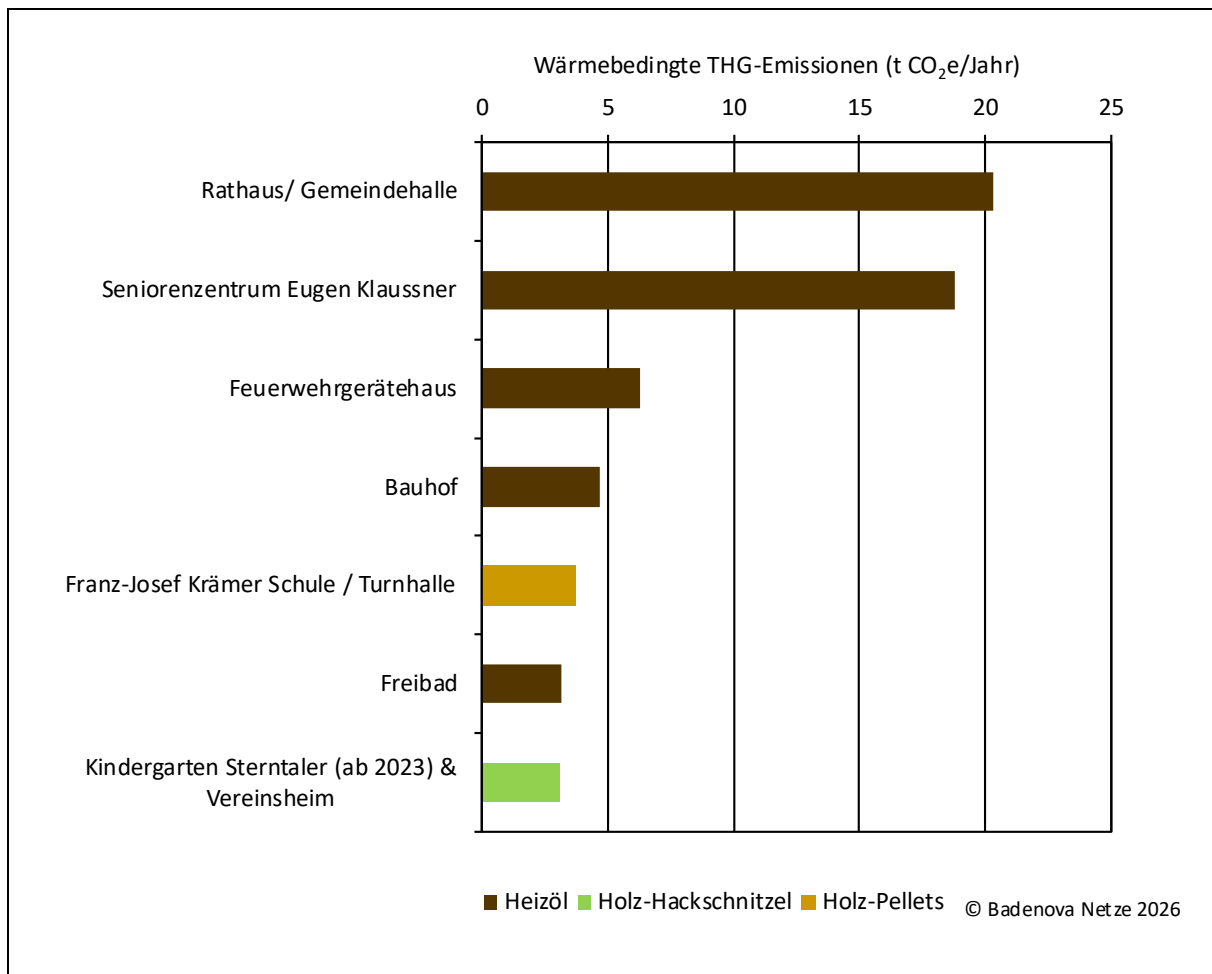


Abbildung 12 – Wärmebedingte THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften (2022)

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 Kommune, 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 im Sinne einer kommunalen Energieleitplanung auch die lokale Stromerzeugung und der lokale Stromverbrauch bei der Bestandsanalyse betrachtet.

Im Jahr 2022 wurde in Hofstetten lokaler Strom aus PV-Anlagen erzeugt. Insgesamt wurden 1.387 MWh/Jahr erneuerbarer Strom mit PV-Anlagen erzeugt. Dies entspricht knapp 25 % des Gesamtstromverbrauchs der Gemeinde Hofstetten pro Jahr (vgl. Abbildung 13).

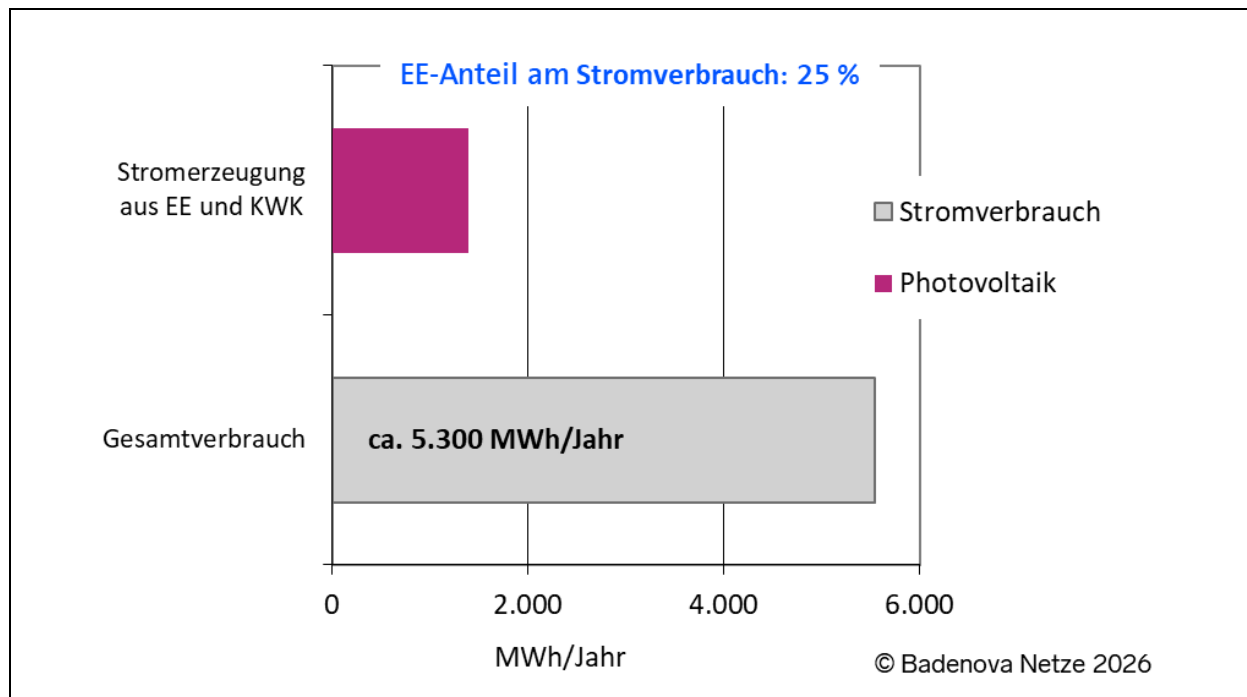


Abbildung 13 – Anteil der lokalen erneuerbaren Stromerzeugung im Vergleich zum Stromverbrauch

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 das Energieangebot mit der Nachfrage zu decken und dadurch Versorgungssicherheit zu gewährleisten, werden in Zukunft sowohl die kurzfristige als auch die saisonale Speicherung von Überkapazitäten notwendig sein (siehe auch Abschnitt 5.5.3).

Während Batteriespeicher kurzfristige Überkapazitäten decken können und 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.

Insbesondere bei Wasserstoff wird durch eine zusätzliche Bezeichnung die Herkunft bzw. Gewinnungsart gekennzeichnet (vgl. Tabelle 16 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.

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

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

3.7 Kennzahlen der Bestandsanalyse

Beschreibung Kennwert	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch der Haushalte	7,03	MWh/gem. Person
THG-Emissionen der Haushalte	1,72	t CO ₂ e/gem. Person
Endenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften	0,29	MWh/gem. Person
THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften	0,08	t CO ₂ e/gem. Person
Endenergieverbrauch für Wärme für Wohngebäude	2,66	MWh/m ² Wohnfläche
Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte	0,21	MWh/gem. Person
Endenergieverbrauch in GHD und Industrie	2,48	MWh/gem. Person
THG-Emissionen in GHD und Industrie	0,88	t CO ₂ e/gem. Person
Einsatz erneuerbarer Energien nach Energieträgern		
▪ Energieholz	2,73	MWh/gem. Person
▪ Solarthermie	0,26	MWh/gem. Person
▪ Umweltwärme	0,42	MWh/gem. Person
▪ Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0,02	MWh/gem. Person
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Stromerzeugung	100	%
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Wärmeerzeugung	49,28	%
Anteil erneuerbarer Energien am Strombedarf	26,12	%
Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf	49,28	%
Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX)	-	MWh/gem. Person
Stromverbrauch für die Wärmebereitstellung	456	MWh
Fläche solarthermischer Anlagen	0,33	m ² /gem. Person
Fläche PV-Anlagen	-	m ² /gem. Person
Stromerzeugung KWK pro Kopf	0,01	MWh/gem. Person
Wärmeerzeugung KWK pro Kopf	0,01	MWh/gem. Person
Installierte Speicherkapazität Strom	0,07	kW
Installierte Speicherkapazität Wärme	0,27	kW
Hausanschlüsse in Gasnetzen	0	Anzahl
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gasnetzen	0	m
Hausanschlüsse in Wärmenetzen	0	Anzahl
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Wärmenetzen	0	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 Hofstetten 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 etwa 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, Streblow, & Müller, 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, Streblow, & Müller, 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, Streblow, & Müller, 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

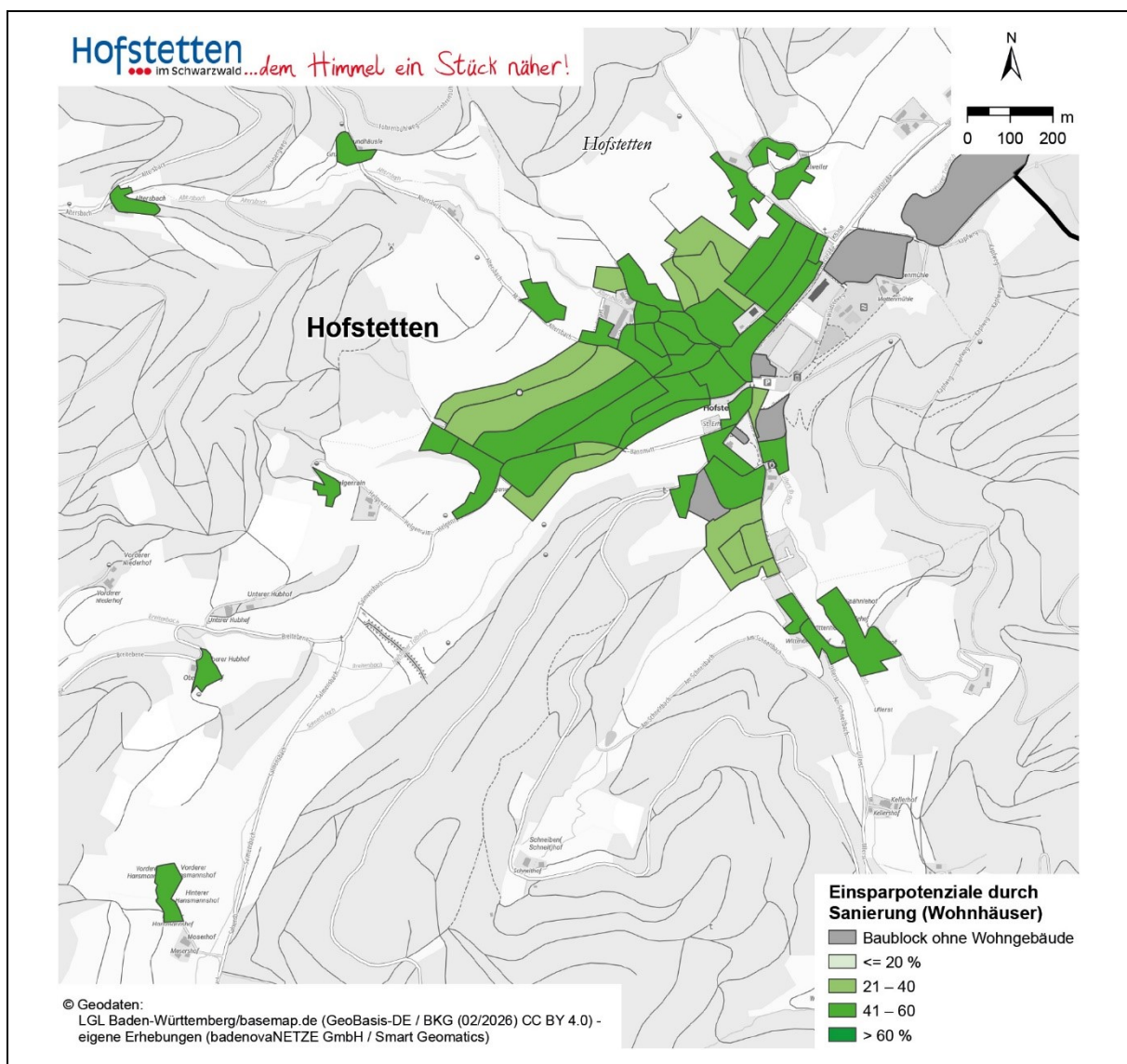
Bei Nicht-Wohngebäuden (Gewerbe, Industrie oder öffentliche Liegenschaften) kann die Effizienz und Funktionsweise von technischen Anlagen mit Hilfe eines Monitorings durch engmaschige Kontrollen überprüft und mit geeigneten Gegenmaßnahmen bis zu 10 % Energie eingespart werden. Die Nutzung einer Gebäudeautomation 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, Streblow, & Müller, 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 Hofstetten wurden 69 % 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 8 zeigt mit einem Ausschnitt des digitalen Zwillings die Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Gebäude auf Baublockebene in Hofstetten.



Karte 8 - Ausschnitt der Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude

In Summe könnten 51 % des aktuellen Wärmebedarfs der Wohngebäude eingespart werden, wenn alle Wohngebäude auf den aktuellen Stand des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) modernisiert werden. In Abbildung 14 sind sowohl der aktuelle Wärmeverbrauch der Wohngebäude (links) sowie das mögliche Einsparpotenzial (rechts) für die gesamte Gemeinde Hofstetten grafisch zusammengefasst. Durch die weitere Sanierung der Wohngebäude und der damit einhergehenden Energieeinsparung könnten die THG-Emissionen jährlich um knapp 800 t CO₂e gesenkt werden. Dies entspricht 16 % der wärmebedingten THG-Emissionen der Gemeinde im Jahr 2022.

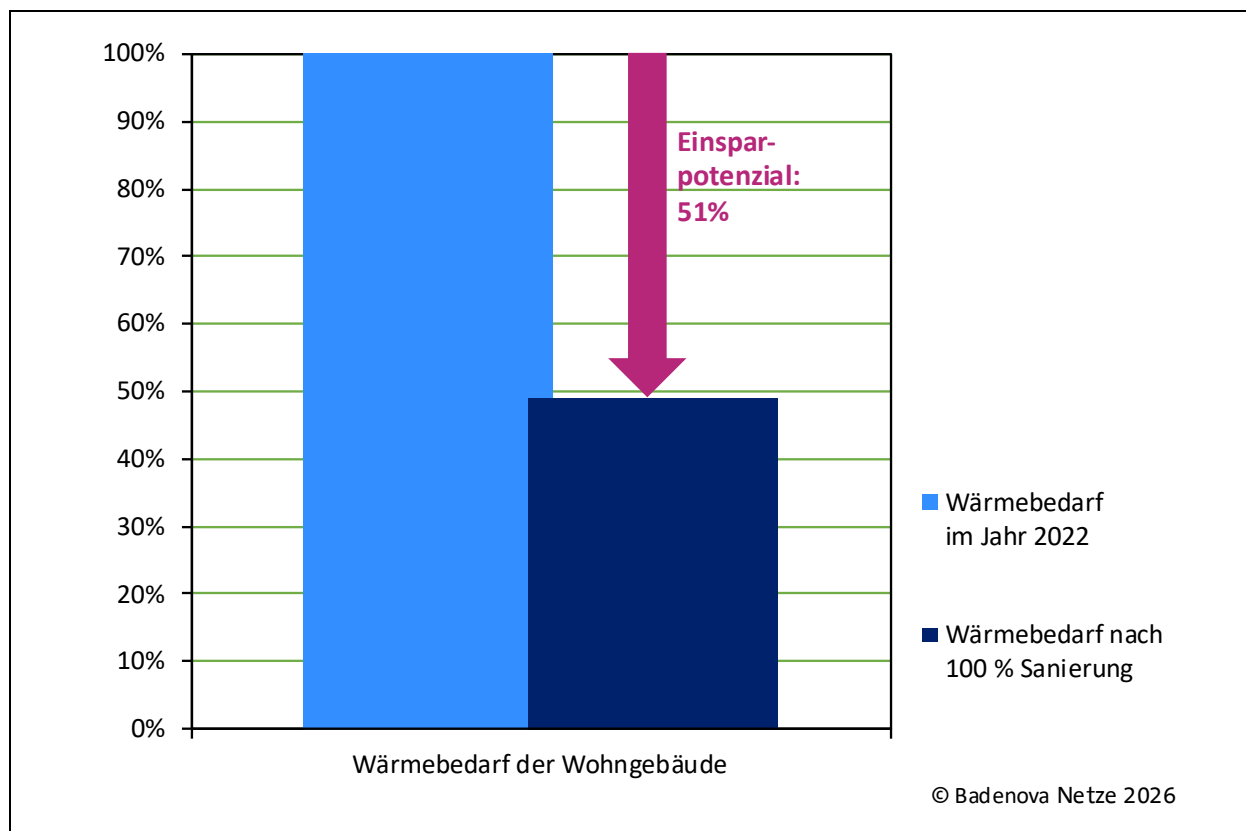


Abbildung 14 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

4.2.4 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Zur Ermittlung von Einsparpotenzialen bei energetischen Sanierungsmaßnahmen wurde eine Gebäudetypisierung der Wohngebäude in Hofstetten 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. Damit ist der Großteil des Wohngebäudebestands abgedeckt. 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 10.4 ist beispielhaft der Gebäudesteckbrief für ein Einfamilienhaus mit einem Baualter zwischen 1958 und 1968 (Baualtersklasse E) abgebildet. Alle im Rahmen des kommunalen Wärmeplans erarbeiteten Gebäudesteckbriefe werden der Gemeindedigital zur Verfügung gestellt. So können diese auf der Homepage der Gemeinde veröffentlicht oder im Rahmen von Veranstaltungen und Sanierungskampagnen den Bürgern von Hofstetten zur Verfügung gestellt werden.

4.2.5 Einsparpotenzial der Raumwärme der kommunalen Liegenschaften

Die Energie- und THG-Bilanz der Gemeinde Hofstetten weist einen Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften von ca. 517 MWh im Jahr 2022 aus. Unter Anwendung der Studie des ITG Dresden zur Steigerung der Effizienz von Heizsystemen (Rehmann, Streblow, & Müller, 2022) kann ein Einsparpotenzial von durchschnittlich 8-15 % angesetzt werden, so dass ohne Gebäudesanierungen der Verbrauch um ca. 41-78 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. In Hofstetten, wurden insbesondere im Zuge von Erweiterungen wurden Sanierungsmaßnahmen wie der Austausch von Fenstern durchgeführt. Beispielsweise war dies der Fall bei der Franz-Josef-Krämer Schule (inkl. Turnhalle), die seit 2009 mit einem Pelletkessel beheizt wird. Das Rathaus hat 2007 neue Fenster bekommen, die Gemeindehalle bereits 1988. Bei der Erweiterung des Seniorenzentrums Eugen Klaussner wurden 1994 ebenfalls die Fenster getauscht, beim Feuerwehrgerätehaus war dies 1990 der Fall.

Die Potenziale zur Energieeinsparung liegen für die Gemeinde Hofstetten nach wie vor in der energetischen Sanierung weiterer kommunaler Gebäude. Den höchsten Wärmeverbrauch weisen die Franz-Josef-Krämer-Schule (inklusive Turnhalle) sowie der erst 2023 gebaute Kindergarten auf, diese werden jedoch bereits holzbasiert (Holzpellets bzw. Hackschnitzel) mit Wärme

versorgt. Die höchsten THG-Emissionen verursachen unter den kommunalen Gebäuden hingegen das Rathaus (inklusive Gemeindehalle) und das Seniorenzentrum, die beide mit Heizöl beheizt werden. Ebenso setzen das Feuerwehrgerätehaus, der Bauhof sowie das Freibad weiterhin Heizöl zur Wärmeversorgung ein.

Insgesamt gilt es zu prüfen welche Sanierungsmaßnahmen insbesondere in den Verbrauchsintensiven Gebäuden durchgeführt werden können. Hier sollte geprüft werden, welche Teilsanierungen größere Einsparungen mit sich bringen. Sanierungskonzepte werden mit 50 % der Kosten durch den Bund gefördert und können wichtige Informationen zur Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen liefern.

4.2.6 Prozesswärme

Wesentliche Effizienzpotenziale bei der Prozesswärme im Industrie- und 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 wirksame Maßnahmen dar. Zudem können Wärme- und Dampferzeugungsanlagen modernisiert werden. Immerhin sind 80 % der industriellen Wärmeanlagen in Deutschland älter als zehn Jahre und entsprechen nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik.

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

Die untersuchten erneuerbaren Wärmequellen auf der Gemarkung der Gemeinde Hofstetten 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.

In den folgenden Abschnitten werden die lokal verfügbaren Potenziale zur Erzeugung und Verwertung von Biogas in einer KWK-Anlage und zur energetischen Verwertung fester Biomasse (Energieholz) 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. Laut dem Statistischen Landesamt wurde im Jahr 2022 in der Gemeinde Hofstetten eine Fläche von 531 ha landwirtschaftlich genutzt (STALA BW, 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 BW, (2024))	Energetisches Potenzial (MWh/Jahr)
Ackerpflanzen (Winterweizenstroh, Silomais)	15	14
Dauergrünlandflächen	475	2.200
Obstanbau	0	0
Rebland	0	0
Viehhaltung	Tiere (Quelle: STALA BW, (2024))	Energetisches Potenzial (MWh/Jahr)
Tierische Exkremente	Rinder, Milchkühe, Schweine, Schafe, Ziegen, Pferde, Hühner	790
Summe		3.004

Tabelle 5 – Energetisches Potenzial der landwirtschaftlichen Reststoffe und tierischen Exkimente in Hofstetten

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 Hofstetten birgt zwar ein energetisches Potenzial von ca. 95 MWh/Jahr, die Verwertung in einer Biogasanlage in Hofstetten wird jedoch in dieser Studie ausgeschlossen, da die Entsorgung dieser Abfälle in der Verantwortung des Ortenaukreises liegt.

4.3.1.3 Gesamterzeugungspotenzial Biogas im KWK-Prozess

Insgesamt ergibt sich für Hofstetten ein technisches Biogaspotenzial von ca. 3.004 MWh/Jahr (vgl. Tabelle 5), was im Rahmen einer Stromerzeugung im Blockheizkraftwerk einem elektrischen Erzeugungspotenzial von ca. 1.141 MWh/Jahr und einer Leistung einer Biogas-KWK-Anlage mit 168 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 Hofstetten 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 Hofstetten beläuft sich die gesamte Waldfläche auf 1.187 ha, davon sind 55 ha und somit rund 5 % Gemeindewald. Das im Gemeindewald eingeschlagene Holz wird teilweise energetisch genutzt und als Hackschnitzel (50 fm/Jahr) verwendet. Zusätzlich werden 450 fm/Jahr als Stammholz stofflich genutzt. Auf Grundlage der Informationen des zuständigen Forstamtes kann festgestellt werden, dass die Waldfläche in Hofstetten 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 lokale 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 15 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 Erdwärmesonde oder auch Kollektorsysteme sinnvoll, letzteres allerdings nur in sehr begrenztem Maße.

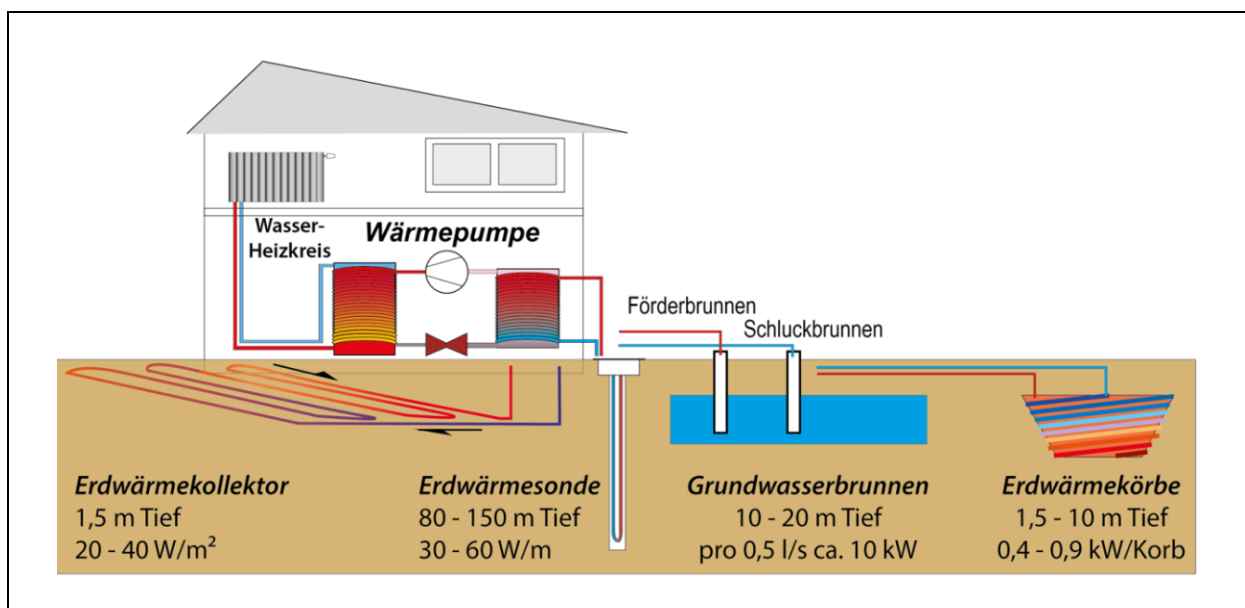


Abbildung 15 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

In Hofstetten besteht der tiefere Untergrund vollständig aus Kristallingesteinen. In den Tallagen können Schotter, Sande und Löss auftreten, auf den Hängen kann sich Verwitterungsschutt angesammelt haben. Insgesamt bestehen sehr gute Bedingungen zum Abteufen von Erdwärmesondenbohrungen (vgl. Abbildung 16). Bohrrisiken technischer und wirtschaftlicher Art sind nicht zu erwarten. Es sind auch keine Wasserschutz-zonen im Siedlungsbereich festgelegt.

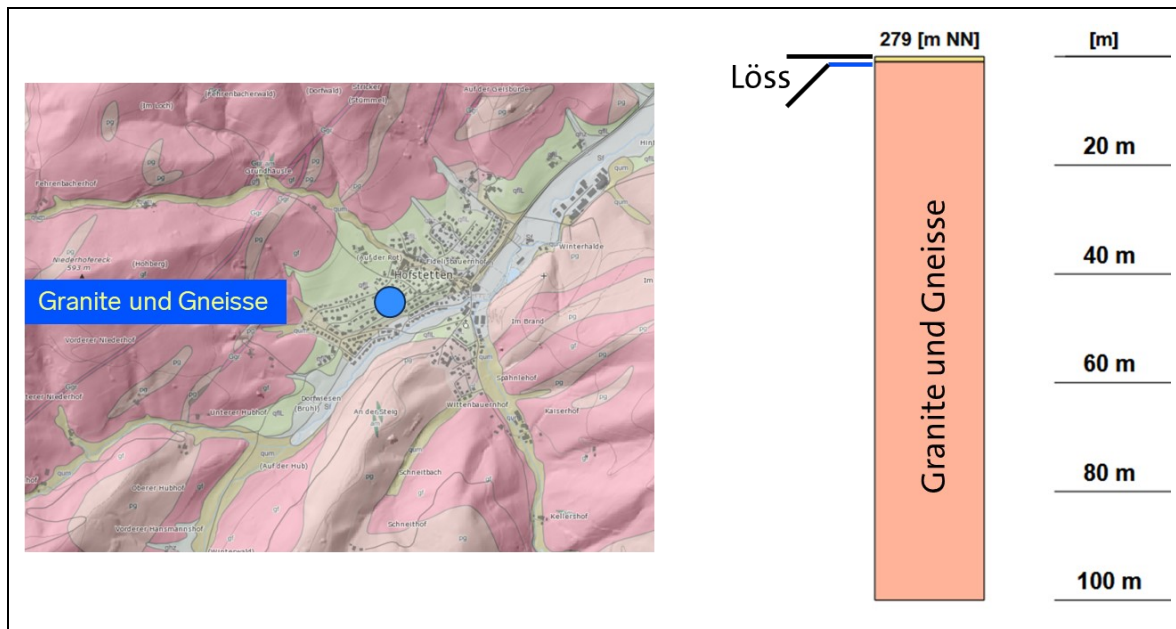


Abbildung 16 – Beispielhafte geologische Profilabfolge für Hofstetten nach LGRB (2021)

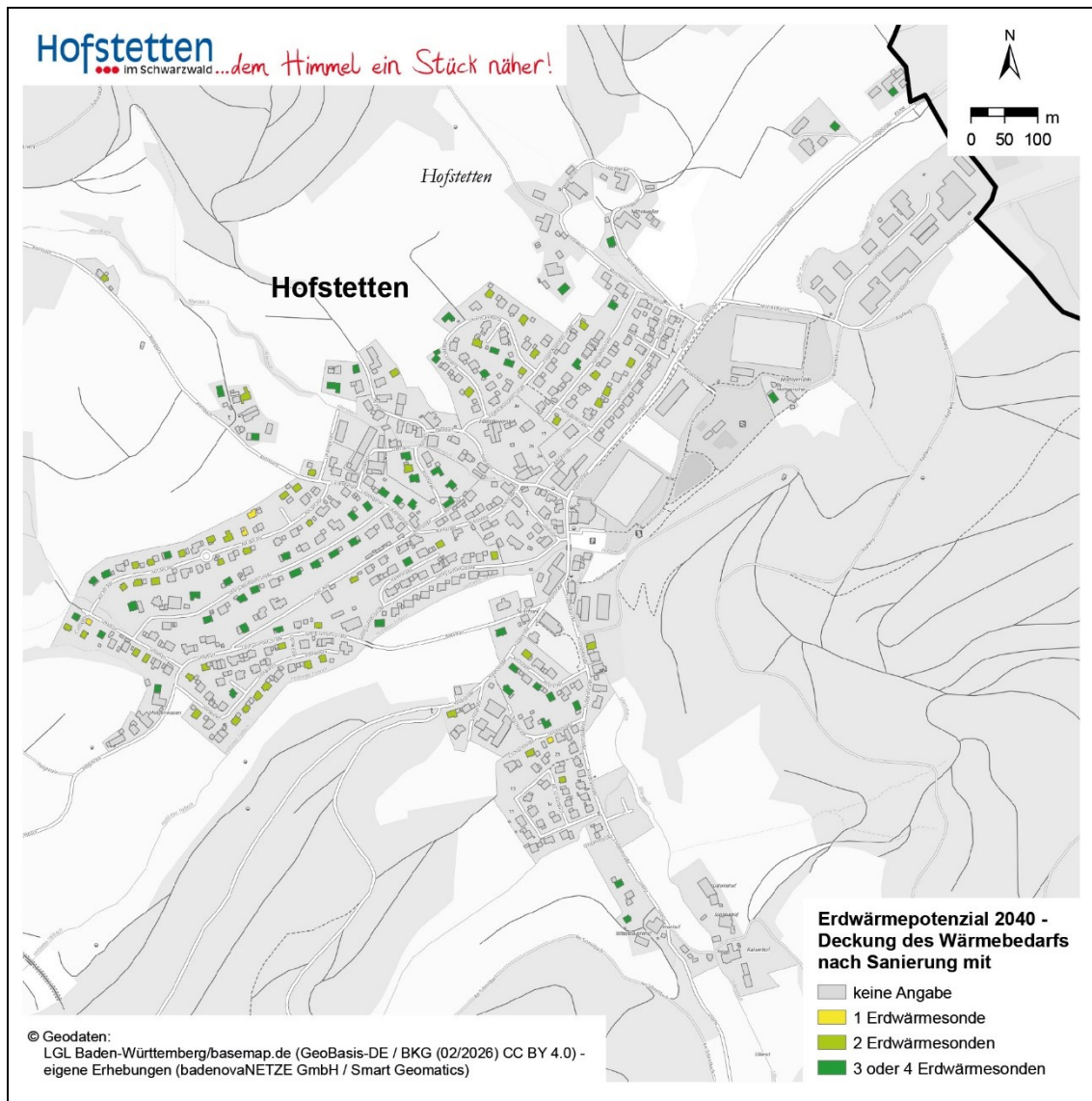
4.3.2.1 Erdwärmesonden

Geologisch betrachtet bietet der Untergrund von Hofstetten ein sehr 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 sehr geeigneten Bereich (vgl. Methodik 8.5.4).

Das technische Potenzial zur Deckung des Wärmeverbrauchs der Wohngebäude über Erdwärmesonden liegt in Hofstetten aktuell bei ca. 1.020 MWh/Jahr, was ca. 10 % des Wärmebedarfs der Wohngebäude entspricht. Bis 2040 kann dieses Potenzial durch die Gebäudesanierung auf 2.174 MWh/a bzw. auf über 26 % des dann benötigten Wärmebedarfs laut Szenario steigen.

In Karte 9 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 Einfamilienbehausung. Karte 9 verzeichnet die Anzahl der Erdwärmesonden, die je Gebäude zur Deckung des technischen Wärmebedarfs benötigt werden. Dabei wird neben dem Gebäude-wärmebedarf auch die zur Verfügung stehende Rest-Grundstücksfläche, der thermodynamisch notwendige Sondenabstand und die durchschnittliche Umgebungstemperatur im Schwarzwald berücksichtigt. Gebäude, die mehr als vier Erdwärmesonden benötigen, sollten mit anderen

Energieträgern versorgt werden, da die Wirtschaftlichkeit einer Erdwärmeheizung voraussichtlich nicht gegeben ist.



Karte 9 - Ausschnitt des Erdwärmepotenzials der Wohngebäude im Jahr 2040 (nach Sanierung)

4.3.2.2 Grundwasser

Auf der Gemarkung Hofstetten liegen keine ausreichend mächtige Grundwasserhorizonte vor. Insgesamt gibt daher kein relevantes Potenzial für die Nutzung des Grundwassers mittels Brunnenanlagen.

4.3.2.3 Risiken der oberflächennahen Geothermie

Es werden folgende Bohrrisiken innerhalb der Gemarkung Haslach angegeben:

- keine

Bohrrisiken sind in aller Regel technisch handhabbar, können aber im ungünstigen Fall mit einem wirtschaftlichen Risiko einhergehen.

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 Hofstetten nicht vorhanden, so dass die Anwendung der hydrothermalen Geothermie dort nicht in Frage kommt.

Insgesamt ist auch eine petrothermale Exploration für Hofstetten vor dem Hintergrund der Kosten, des Gesamtaufwandes und des geringen Wärmeabsatzes unwirtschaftlich.

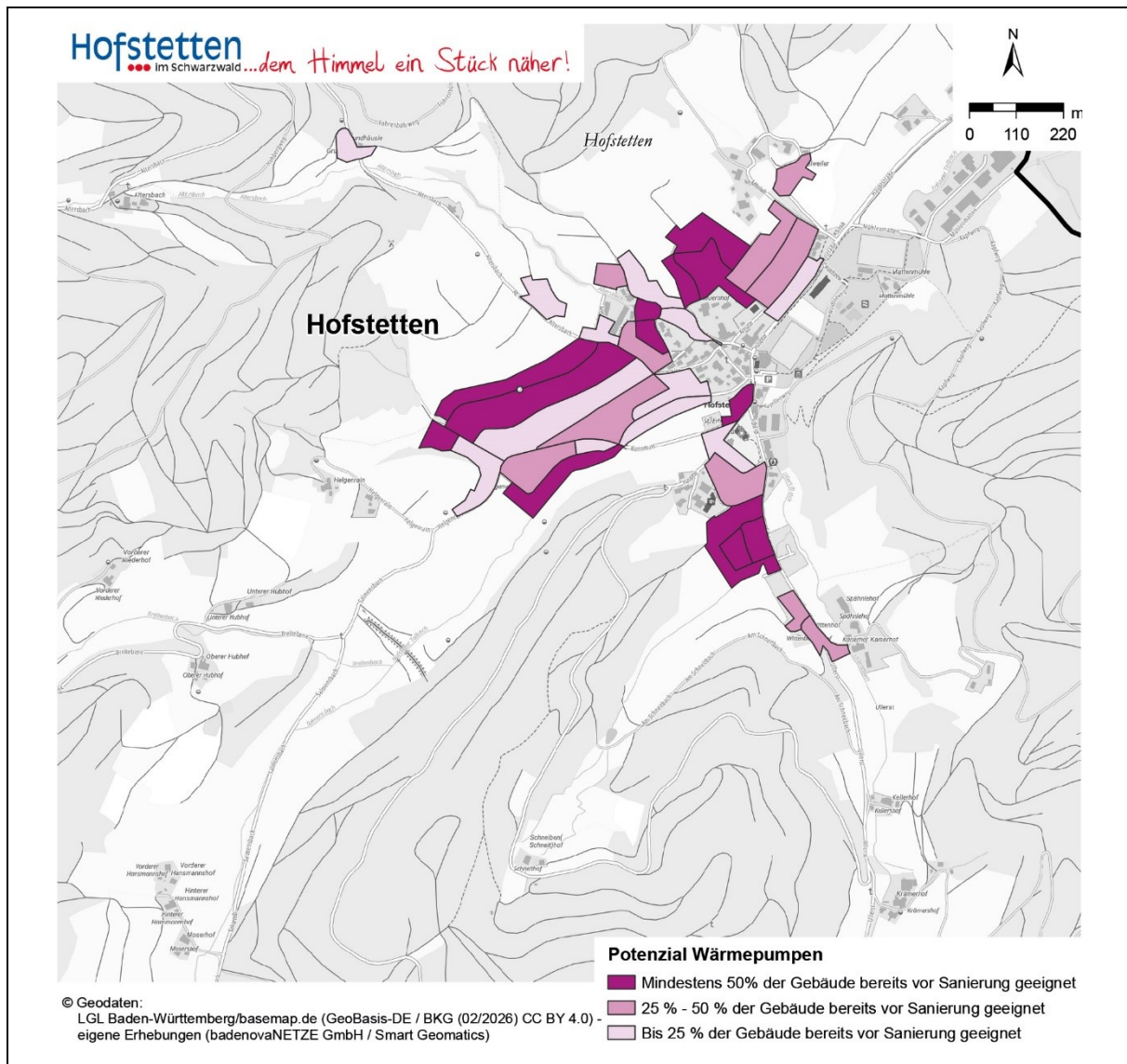
4.3.4 Umweltwärme

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 Badenova Netze berechnete Gesamtpotenzial für Luft-/Wasser-Wärmepumpen im Sektor Haushalte beträgt ca. 2.902 MWh/Jahr bezogen auf den heutigen Gebäudewärmebedarf und auf den heutigen Sanierungsstand der Wohngebäude. Das entspricht einer potenziellen Abdeckung des Wohngebäude-Wärmeverbrauchs von 29 %. Bis in das Jahr 2040 kann dieser Anteil durch die Gebäudesanierung auf ca. 5.872 MWh/Jahr gesteigert werden, was dann einen Deckungsanteil von bis zu 71 % 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 Hofstetten lediglich 7 % des Wärmeverbrauchs der Wohnhäuser mit Wärmepumpen auf Basis von Umwelt- und Erdwärme gedeckt.

Karte 10 zeigt für die Gemeinde Hofstetten das Potential für den Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen in Wohngebäuden auf Baublockebene. Die Farbabstufungen zeigen, welcher Anteil an Gebäuden innerhalb eines Baublocks bereits heute für den effizienten Einsatz der Luft-Wasser-Wärmepumpe in Frage kommt. Der effiziente Einsatz einer Wärmepumpe bedarf unter Umständen einer energetischen Gebäudesanierung oder einer entsprechenden Optimierung des Heizungssystems.

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



Karte 10 - Ausschnitt des Wärmepumpenpotenzials der Wohngebäude in Hofstetten

4.3.5 Solarthermie

Die Gemeinde Hofstetten 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 1.093 kWh/m² und damit über dem bundesdeutschen Durchschnitt (LUBW, 2023). Im Jahr 2022 wurden in Hofstetten 4 % knapp des Wärmeverbrauchs durch Solarthermieranlagen 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, sodass sich das Potenzial auch zuverlässig ermitteln lässt.

4.3.5.1 Wärmeerzeugungspotenziale auf bestehenden Dachflächen

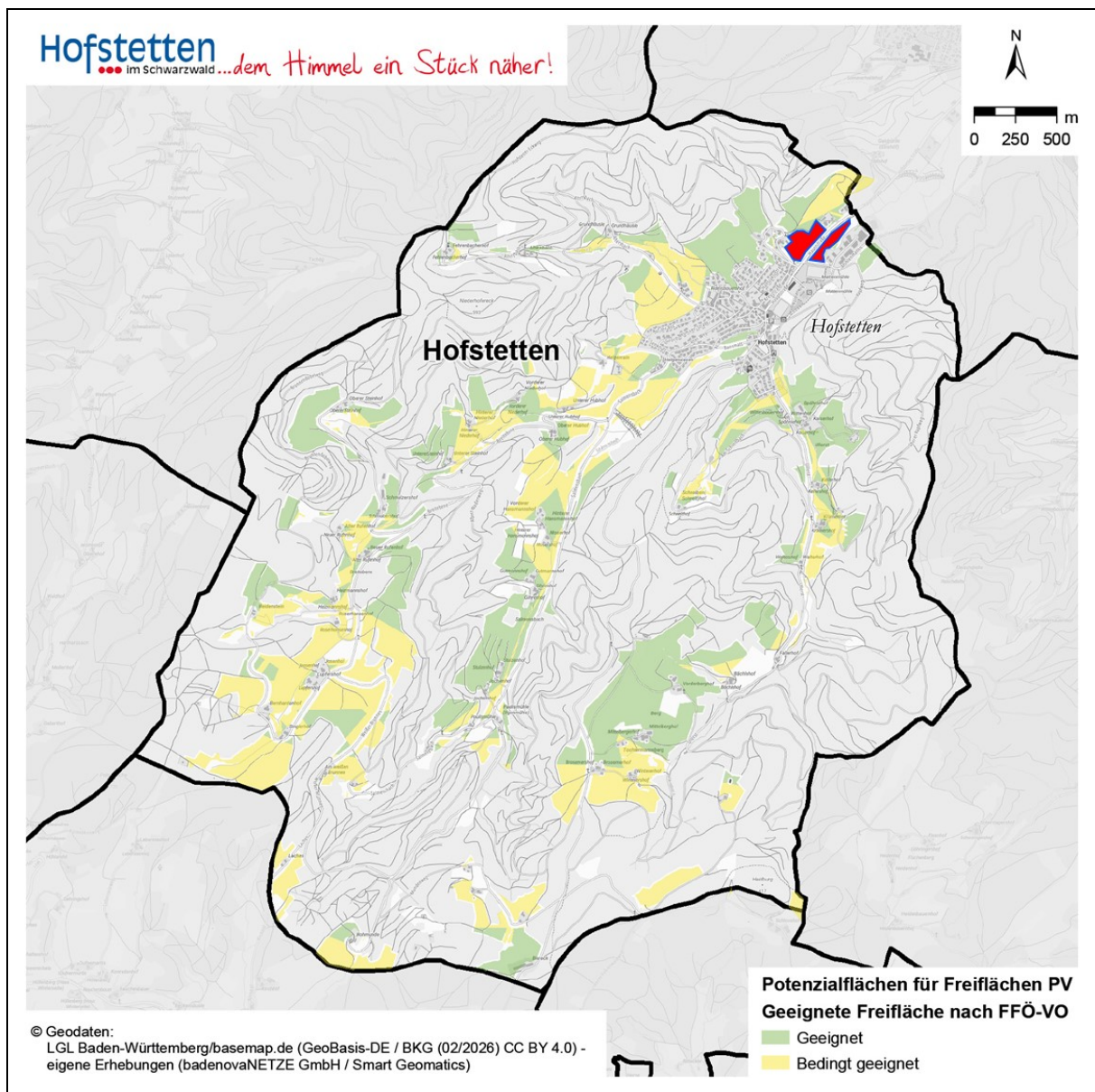
Die Solarstrahlung auf Dachflächen kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (PV) genutzt werden. Bei der Berechnung des solarenergetischen Potenzials der LUBW wird davon ausgegangen, dass das zur Verfügung stehende Dachflächenpotenzial vollständig zur Erzeugung von Strom 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 inklusive der Bestandsanlagen (ca. 457 MWh) auf 1.535 MWh/Jahr und damit auf insgesamt rund 12 % 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 ca. 306 t CO₂e/Jahr vermieden werden.

4.3.5.2 Wärmeerzeugungspotenziale auf Freiflächen

Wärme aus Solarenergie auf Freiflächen wird in der Regel nur dort eingesetzt, wo in der direkten Umgebung eine hohe Wärmeabnahme oder die Einspeisung in ein Wärmenetz möglich ist.

Beim Ausbau von zentraler Wärmeversorgung sollten 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 oder Brachflächen als Potenziale betrachtet werden.



Karte 11 - Ausschnitt der Lage von geeigneten oder bedingt geeigneten Freiflächen für die Solar-energienutzung nach FFÖ-VO (Rot eingefärbte Flächen: potenzielle Solarthermiefächen).

Um ein theoretisches Freiflächen-Solarthermie-Potenzial für Hofstetten abzuschätzen, wurden daher die im späteren Verlauf des Projekts entwickelten Eignungsgebiete für Wärmenetze (vgl. Karte 11 und Kapitel 5.5) mit möglichen Freiflächenpotenzialen geografisch verschnitten und abgeglichen. Ein wirtschaftliches Potenzial lässt sich erst abschätzen, wenn genauere Angaben zu potenziellen Wärmenetzen und der zur Verfügung stehenden Flächen bekannt sind.

Entscheidend für die wirtschaftliche Einbindung von solarthermischen Anlagen in ein Wärmenetz sind zum einen die Entfernung der Potenzialflächen zu den Eignungsgebieten. Diese sollte weniger als 500 m betragen, um Wärmeverlusten und hohen Investitionskosten für Leitungsinfrastruktur und Einbauten vorzubeugen. Ebenfalls sind infrastrukturelle Gegebenheiten zu berücksichtigen, die Hindernisse darstellen können. Zu berücksichtigen ist auch, dass sich Freiflächen-Solarthermieanlagen vordergründig bei Wärmenetzen mit ganzjähriger Abnahme und niedrigem Temperaturniveau lohnen.

Ein Potenzial für Freiflächen-Solarthermieranlagen auf der Gemarkung von Hofstetten kann nur durch nähere Untersuchungen ermittelt werden. In unmittelbarer Nähe zum Eignungsgebiet für den Wärmeverbund, nördlich des Sportplatzes, befinden sich zwei nach der FFÖ-VO vom LUBW als geeignet eingestufte Flächen (Karte 11, rot eingefärbte Flächen). Vorrangig soll der Wärmeverbund zunächst jedoch durch die bestehende Hackschnitzelanlage mit Wärme versorgt werden. Sollte das Potenzial nicht ausreichen, könnte die Wirtschaftlichkeit einer Einbindung einer solarthermischen Anlage geprüft werden.

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 werden die größten und energieintensivsten Betriebe einer Kommune angeschrieben und zu ihren Energieverbräuchen sowie möglicher Abwärme befragt. Ein relevantes Abwärmepotenzial ist jedoch bei den in Hofstetten vorliegenden Betriebsgrößen und den recherchierten Produkten nicht zu erwarten. Im bundesdeutschen Abwärmekataster finden sich ebenfalls keine Einträge unter Hofstetten.

Die derzeit vorliegenden Daten lassen darauf schließen, dass in Hofstetten keine wirtschaftlich nutzbaren Abwärmepotenziale aus Gewerbe oder Industrie 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 ist 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. Die Abwasserwärme kann für die Einspeisung in lokale Wärmenetze genutzt werden. 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 (Fritz, 2018).

Für die Sammlung und Reinigung des Abwassers in der Gemeinde Hofstetten ist der Abwasserzweckverband (AZV) Kinzig- und Harmersbachtal zuständig. Die Kläranlage liegt nicht auf der Gemarkung von Hofstetten. Die in den Abwasserkanälen der örtlichen Kanalisation anfallenden Abwassermengen erfüllen nicht die Kriterien zur potenziellen Wärmeversorgung. Inwiefern sich die Nutzung des Abwassers für die Wärmergewinnung dennoch wirtschaftlich darstellen lassen sollte, müsste mit Mengenmessungen des Abflusses und mit Temperaturmessungen geprüft werden. Entsprechende Daten liegen bisher nicht vor.

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 des Energieatlas BW (LUBW, 2020a) ermittelt und aus den Angaben des örtlichen Stromnetzbetreibers entnommen.

Auf der Gemarkung Hofstetten bestehen bisher keine Wasserkraftanlagen und laut Energieatlas der LUBW besteht in Hofstetten auch künftig kein Wasserkraftpotenzial. Somit wird davon ausgegangen, dass auch zukünftig kein Potenzial zur Nutzung von Wasserkraft in Hofstetten existiert.

4.4.2 Windkraft

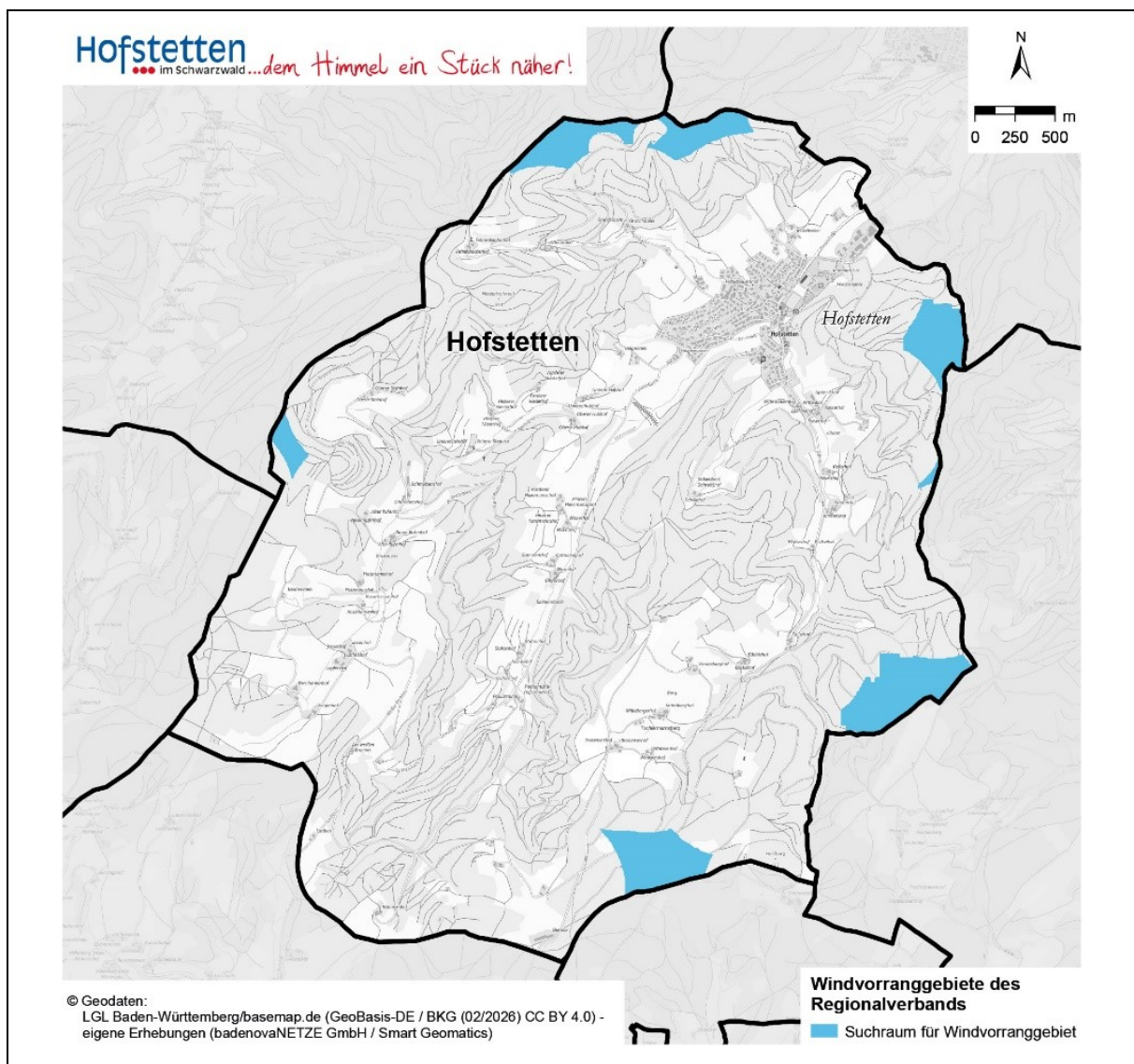
Bei der Erfassung von Windkraftpotenzialen auf dem Gemarkungsgebiet wurde zunächst der Energieatlas BW der LUBW herangezogen. Zudem wurden die Offenlage der Teilfortschreibung „Windenergie“ des Regionalverbands Südlicher Oberrhein (RVSO) sowie bestehende Planungen und Stellungnahmen der Gemeinde zu Windkraft 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, 2020c) herangezogen und bei der Windhöflichkeit ein Grenzwert von mindestens 215 W/m² in 160 m Höhe vorausgesetzt.

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. 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 auf der Gemarkung der Gemeinde Hofstetten in der Teilfortschreibung Windenergie Flächen im Nord-Osten der Gemarkung an der Grenze zu Haslach und Mühlenbach, im Süd-Osten der Gemarkung an der Grenze zu Mühlenbach, im Süden der Gemarkung an der Grenze zu Biederbach, im Westen der Gemarkung an der Grenze zu Steinach sowie im Nord-Westen der Gemarkung an der Grenze zu Steinach und Haslach als potenzielle Standorte für Windkraftanlagen ausgewiesen (vgl. Karte 12).



Karte 12 - Windvorranggebiete des Regionalverbands Südlicher Oberrhein, Gemarkung Hofstetten

Auf der Gemarkung Hofstetten gibt es bisher keine Windkraftanlage. Laut der Stellungnahmen der Gemeinde Hofstetten bezüglich der Beteiligung der Träger öffentlicher Belange zur Teilfortschreibung „Windenergie“ wurde die südöstlich gelegene Grenzgebietsfläche zur Gemarkung Elzach als Vorrangfläche akzeptiert.

Auf der akzeptierten Vorrangfläche des Regionalverbands Südlicher Oberrhein ist laut den Experten Potenzial für drei Windkraftanlagen in der Größenordnung von maximal 7,2 Megawatt (MW), die jährlich jeweils bis zu 12.000 MWh Strom bei einer konservativ angenommenen Volllaststundenzahl erzeugen könnten.

Aufgrund der oben genannten Annahmen sowie den begonnenen Prüfungen seitens der Gemeinde wird der Bau von einer Windkraftanlagen auf den Gemarkungsgrenzen als technisch-wirtschaftliches Potenzial angenommen. Das Stromerzeugungspotenzial aus Windkraft beträgt bilanziell für Hofstetten ca. 12.002 MWh/Jahr und würde eine jährliche Einsparung an THG-Emissionen von 5.845 t CO₂e im Vergleich zum deutschen Strommix bedeuten (vgl. Abbildung 17).

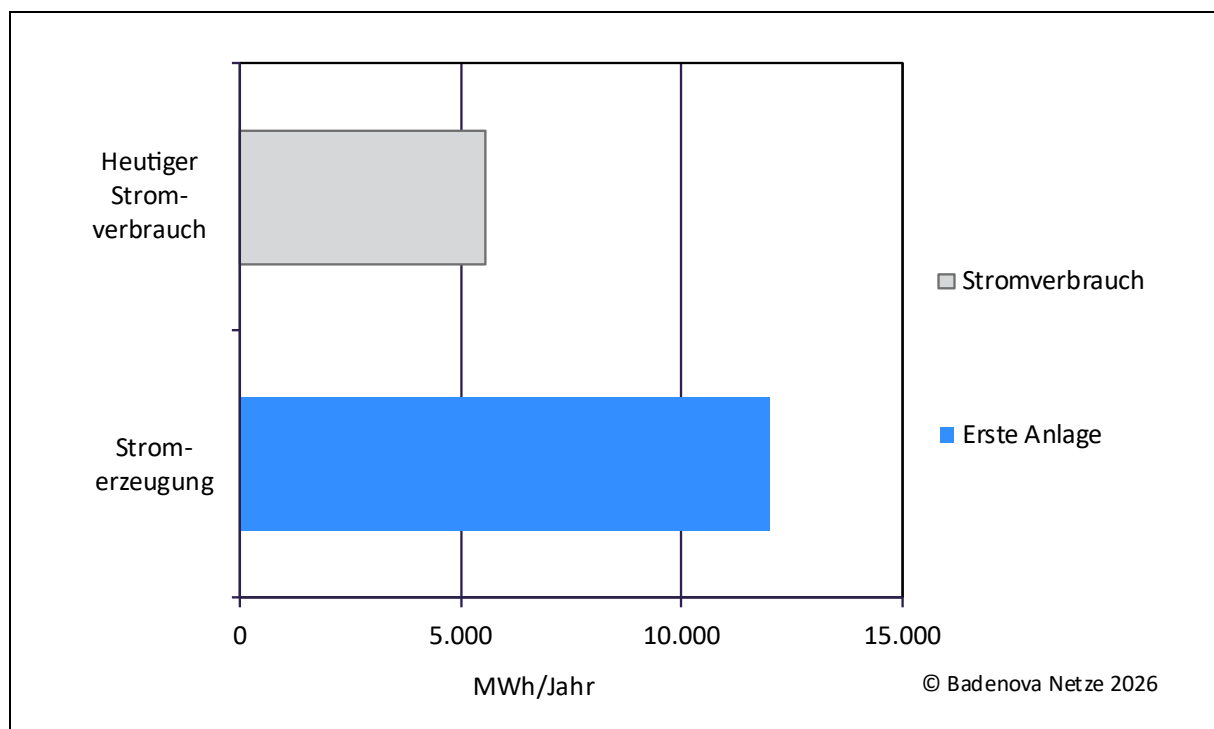


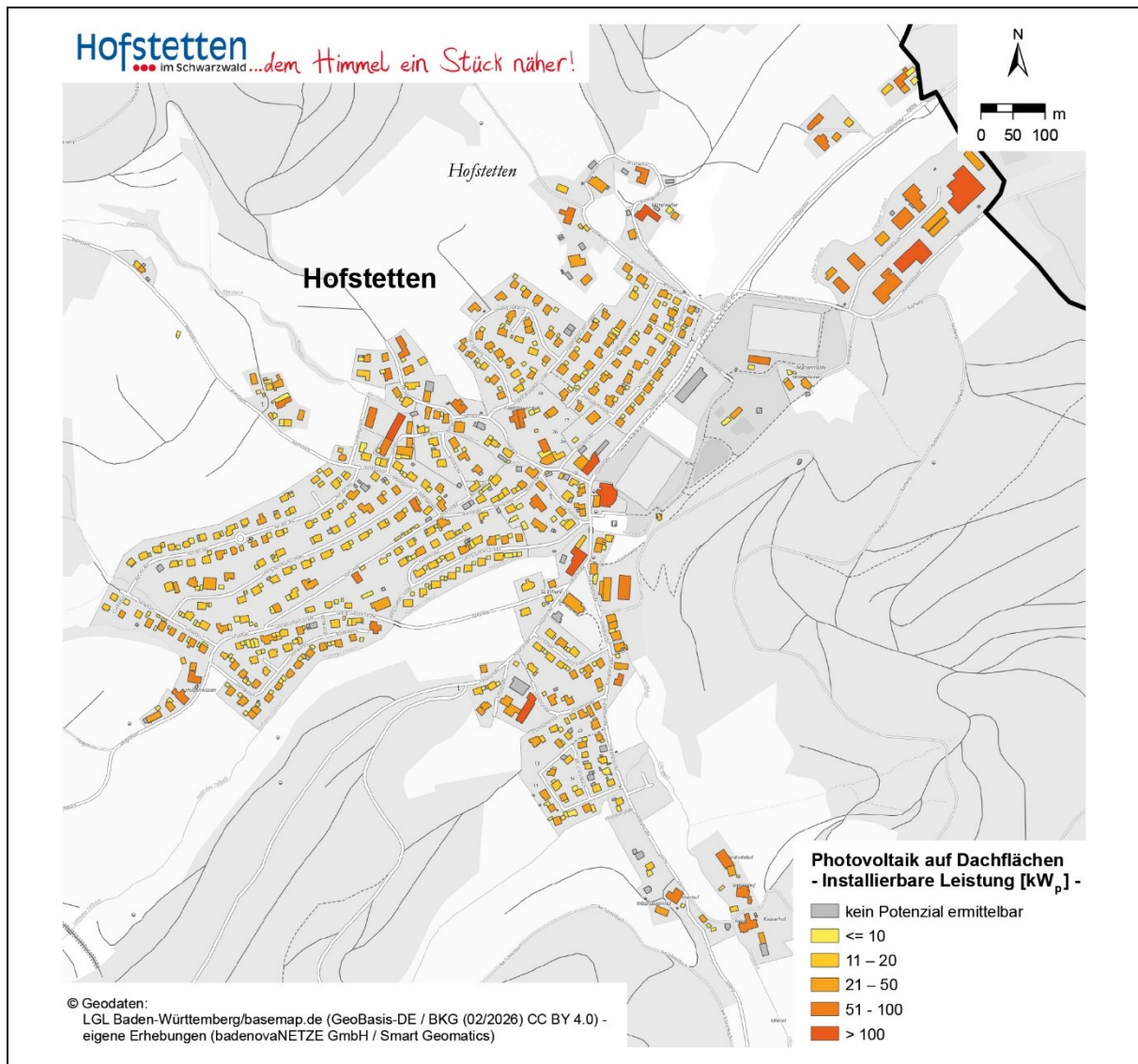
Abbildung 17 – Windpotenzial auf der Gemarkung Hofstetten im Vergleich zum Stromverbrauch

4.4.3 Solarenergie (Photovoltaik)

Für die Ermittlung der Solarpotenziale zur Stromerzeugung wurde auf den Energieatlas BW der LUBW sowie die Offenlage des Regionalverbandes Südlicher Oberrhein (RVSO) zurückgegriffen (LUBW, 2023) (vgl. Abschnitt 8.4). 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 (Karte 13). Bei Ausschöpfung des Dachflächenpotenzials in Hofstetten können nach diesen Berechnungen jährlich insgesamt ca. 9.847 MWh Strom mit PV-Anlagen auf Dachflächen erzeugt werden. Dies entspricht 178 % des gesamten Stromverbrauchs im Jahr 2022.



Karte 13 - Ausschnitt des Dachflächenpotenzials für PV-Anlagen in Hofstetten

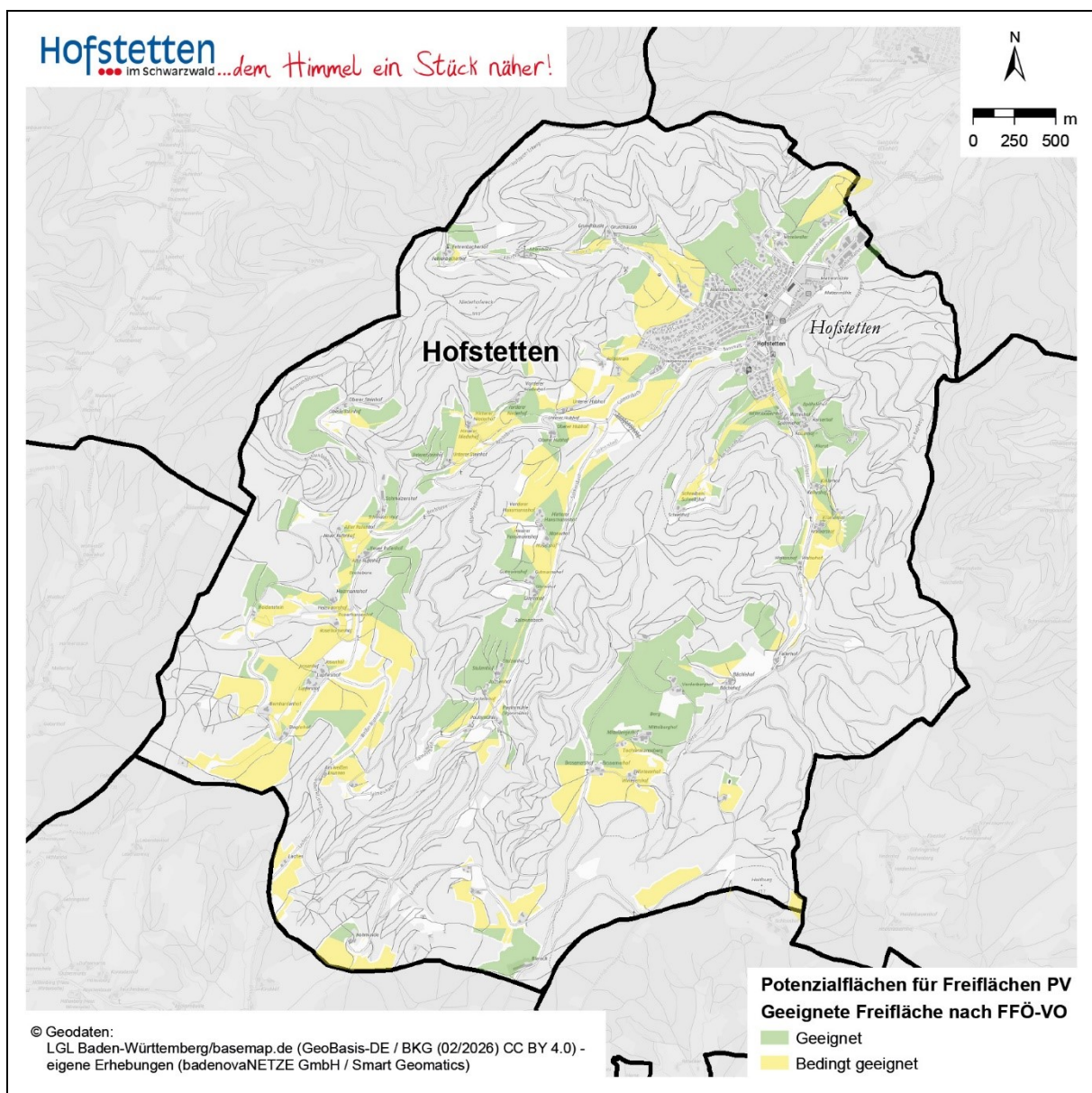
4.4.3.2 Stromerzeugungspotenziale auf Freiflächen

Der Energieatlas Baden-Württemberg listet Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Freiflächen auf, die für PV-Nutzung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und der Freiflächenöffnungsverordnung (FFÖ-VO) förderberechtigt im Sinne der Einspeisevergütung sind (LUBW, 2020b). Diese sind wiederum kategorisiert nach geeigneten und bedingt geeigneten Flächen. Auf der Gemarkung Hofstetten sind laut dem Energieatlas des LUBW ca. 136 ha als

geeignetes Flächenpotenzial ausgewiesen. Daraus ergeben sich 120 ha geeignete Flächen für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen auf Grünlandflächen und 16 ha geeignete Fläche auf Ackerflächen (vgl. Karte 14). Hierbei handelt es sich um ein theoretisches Potenzial, dass differenziert betrachtet werden muss. Wird der Maximalwert von 1,8 % der Gemarkungsfläche angewendet verbleiben 32 ha an Potenzialflächen.

In der Teilfortschreibung des Regionalverbandes Südlicher Oberrhein (RVSO) ist für Hofstetten keine Fläche als PV-Freiflächenpotenzial ausgewiesen.

Es wird angenommen, dass sich auf der Gemarkung Hofstetten ein Flächenpotenzial von 32 ha für PV-Freiflächenanlagen mit einem Gesamtstromerzeugungspotenzial von ca. 32.000 MWh/Jahr nutzen lässt (vgl. Abbildung 18).



Karte 14 - Potenzialflächen für Freiflächen-PV-Anlagen nach LUBW

4.4.3.3 Stromerzeugungspotenziale auf Seen

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

4.4.3.4 Gesamtstromerzeugungspotenziale mit PV in Hofstetten

Abbildung 18 zeigt das gesamte Stromerzeugungspotenzial mit PV im Verhältnis zum Gesamtstromverbrauch der Gemeinde im Jahr 2022.

Weitere Potenziale für die Nutzung von Solarenergie bieten Anlagen über Parkplätzen, beim Neubau oder der Erweiterung eines Parkplatzes. Bei Parkplätzen ab 35 Stellplätzen ist dies in Baden-Württemberg Pflicht. In Hofstetten gibt es laut LUBW ca. 0,6 ha Parkplatzfläche, die ein PV-Potenzial bietet. Würden von diesem sehr theoretischen Potenziale 25 % genutzt, dann ergibt sich eine Stromerzeugung von ca. 0,15 MWh/Jahr. Balkonsolaranlagen, Anlagen über Hochwasser- und Regenrückhaltebecken und auf Agrarflächen bieten ebenfalls Potenzial. Diese Potenziale wurden im Rahmen der Potenzialanalyse nicht beziffert.

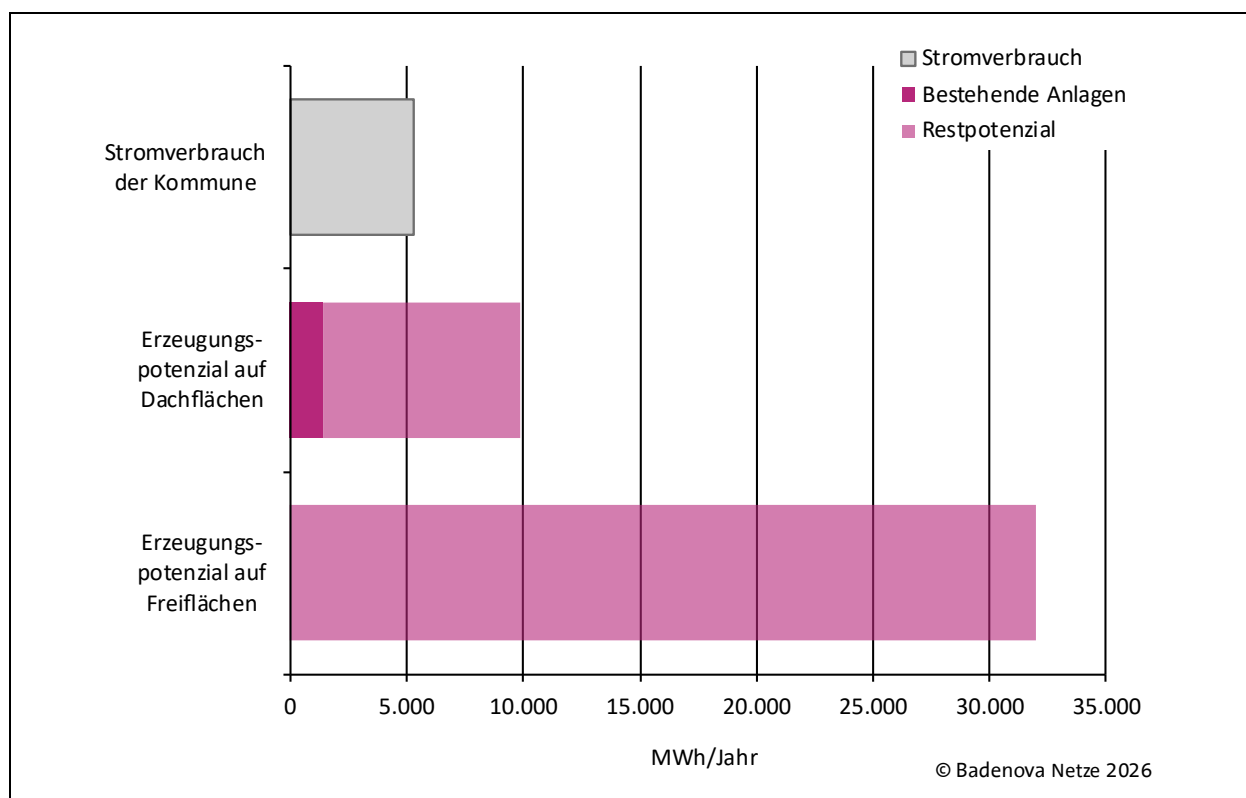


Abbildung 18 – Stromerzeugungspotenziale mit PV in Hofstetten im Vergleich zum Stromverbrauch

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 Speicherfähigkeit 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, an denen Strommangel herrscht, in Strom umgewandelt und in das Stromnetz eingespeist werden (vgl. Abbildung 19). Zudem lässt sich Wasserstoff auch in das bestehende Gasnetz integrieren.

Derzeit ist nicht bekannt, dass die Verfügbarkeit von erneuerbaren Gasen für ortsansässige Betriebe in Hofstetten notwendig sein wird. Dies könnte der Fall sein, wenn ein Unternehmen für einzelne Prozessschritte Wärme auf hohen Temperaturniveaus benötigen sollte. Dies könnte im Rahmen von weitergehenden Analysen und Unternehmensabfragen vor Ort ermittelt werden.

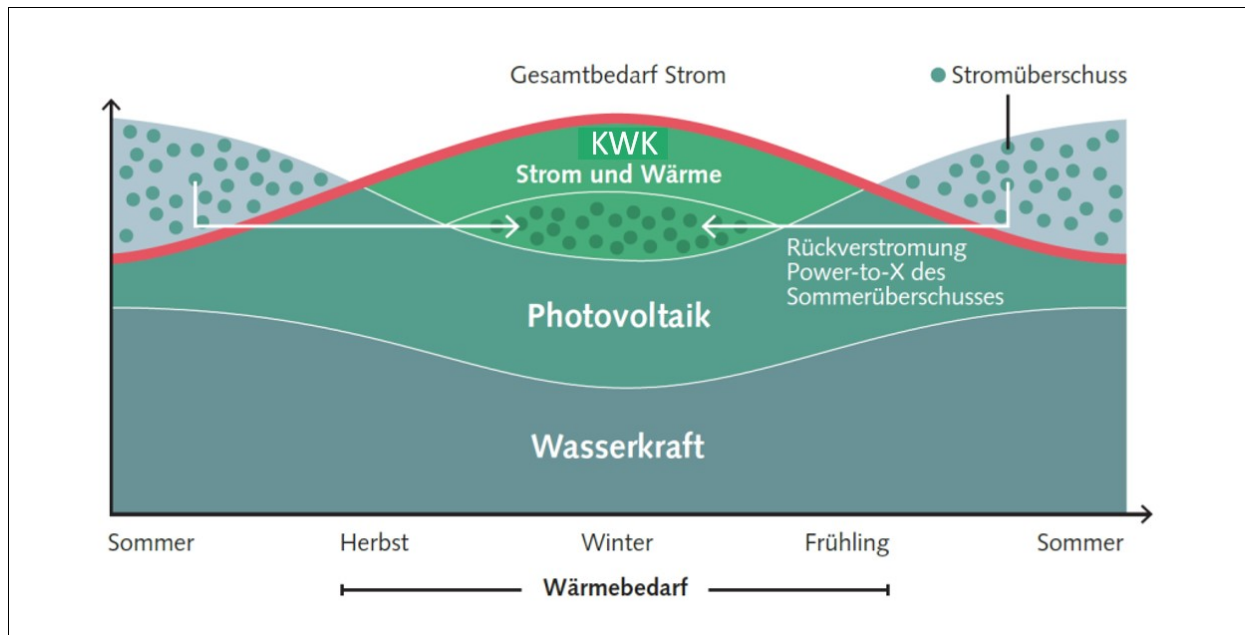


Abbildung 19 – Versorgungssicherheit durch Schließung der Winterlücke (Powerloop, 2020)

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.

Stand 2025 sind deutschlandweit ca. 36 PtG-Anlagen in Betrieb. Weitere 23 Anlagen sind bereits in Planung (DVGW, 2025). 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 (H_2) 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.

Vor dem Hintergrund dieser Lage und der Entfernung von Hofstetten zu den geplanten Wasserstoffkernetzen am Hochrhein oder am Oberrhein (Abbildung 20) kann aktuell davon ausgegangen werden, dass Fischerbach bis im Jahr 2040 keine Anschlussmöglichkeit an eine Wasserstoffinfrastruktur bekommen wird. Voraussetzung für einen Anschluss (vor 2040) wäre die Anlieferung von Wasserstoff mit LKW, was aktuell sehr unrealistisch erscheint.



Abbildung 20 – 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 (Purr, Günther, Lehmann, & Nuss, 2019)
- 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 21 zeigt typische Temperaturanforderungen verschiedener Wirtschaftszweige.

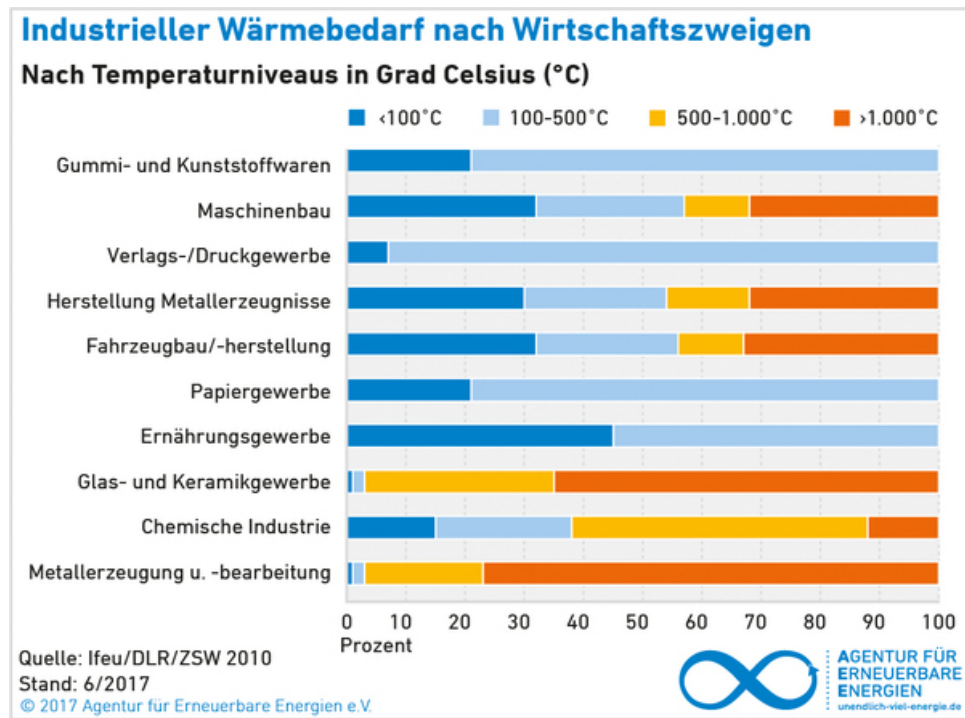


Abbildung 21 – Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen (Agentur für erneuerbare Energien, 2017)

4.6 Zusammenfassung der Potenziale

Die Potenzialanalyse zeigt, in welchen Bereichen die Gemeinde Hofstetten 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 22 und Abbildung 23 zusammenfassend dargestellt. Daraus lässt sich ableiten, dass die Potenziale im Strombereich theoretisch mehr als ausreichend sind, um den heutigen Strombedarf erneuerbar zu decken.

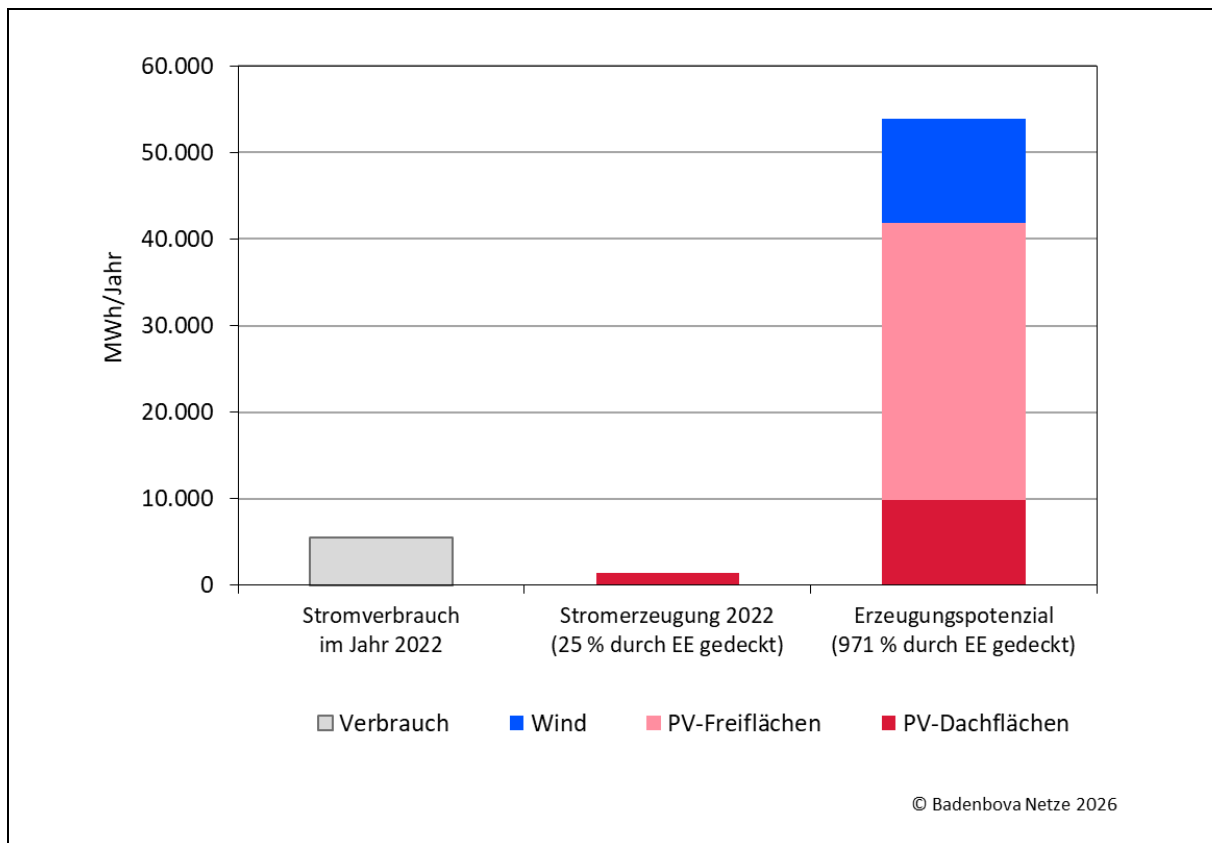


Abbildung 22 – Erneuerbare Strompotenziale in Hofstetten

Auf der anderen Seite sind die in der Grafik zur Wärmeerzeugung dargestellten Potenziale mit 84 % 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 und den Effizienzsteigerungen sowie dem Austausch alter Heizanlagen müssen weitere Potenziale herangezogen werden, die in dieser Grafik bisher nicht auftauchen.

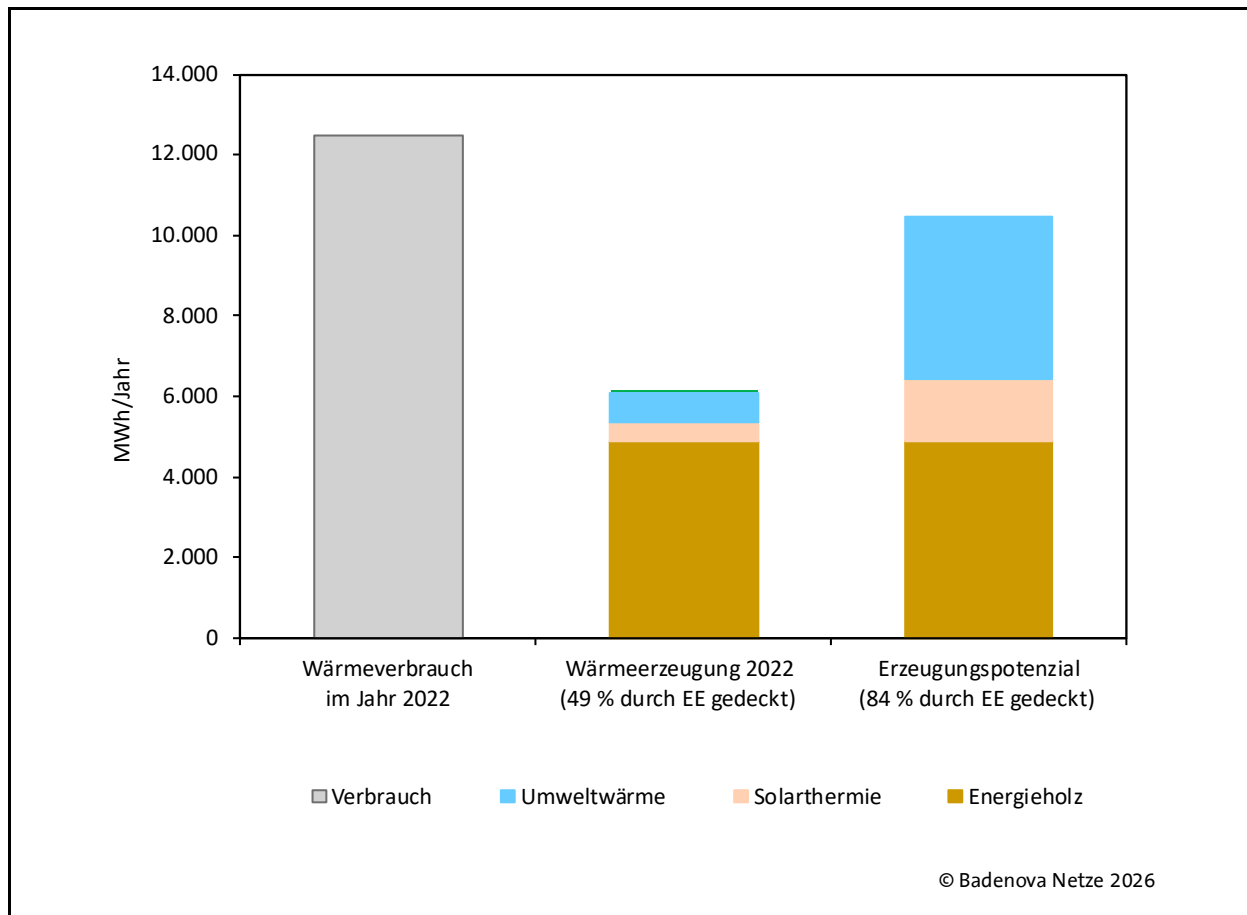


Abbildung 23 – Erneuerbare Wärmepotenziale in Hofstetten

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 für KWK	X	X	X	978 MWh Wärme, 1.141 MWh Strom.
Energieholz	X	X		Lokale Potenziale werden bereits ausgeschöpft. Kein zusätzliches lokales Potenzial.
Oberflächennahe Erdwärme				
Erdwärmesonden	X			2.174 MWh (2040)
Grundwasserbrunnen	X	X		Kein Potenzial vorhanden.
Tiefengeothermie				
Hydrothermale Geothermie		X		Kein lokales Erzeugungspotenzial.
Solarthermie				
Dachflächen	X	X		1.535 MWh
Freiflächen		X		Kein wirtschaftlich ausgewiesenes Potenzial
Umweltwärme				
Luft	X	X		2.902 MWh (2022); 5.872 MWh (2040)
Abwärme				
Industrie & Gewerbe		X		Kein Potenzial vorhanden
Abwasser		X		Keine Daten zur Potenzialbemessung vorhanden
Windkraft			X	12.002 MWh
Wasserkraft			X	Kein weiteres wirtschaftliches Potenzial vorhanden
Photovoltaik				
Dachflächen			X	9.847 MWh
Freiflächen			X	32.000 MWh
Parkplatzflächen			X	0,15 MWh/Jahr
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 (vgl. Methodik 8.6.1).

Das Zielszenario ist keine 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 Wärmeinfrastruktur. Hierzu wurde auf Basis der umfangreichen Datenauswertungen die Gemeinde Hofstetten 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

Durch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand und durch Effizienz- und Einsparmaßnahmen im Wirtschaftssektor sinkt der Gesamtwärmebedarf der Gemeinde im Zielszenario bis zum Jahr 2040 um insgesamt 20 % gegenüber dem Jahr 2022. Der Wärmebedarf der Wohngebäude sinkt auf der einen Seite durch die energetische Gebäudesanierung, was auf der anderen Seite aber durch den Zubau neuer Gebäude teilweise wieder kompensiert wird, so dass bis 2040 eine Netto-Einsparung von 18 % erwartet wird. Im gesamten Wirtschaftssektor sinkt der Wärmeverbrauch bis zum Jahr 2040 um ca. 34 %. Bei den kommunalen Liegenschaften liegt die Einsparung bei etwa 20 % bis im Jahr 2040, was insbesondere durch Sanierung erreicht werden soll. Abbildung 24 zeigt die Entwicklung des Wärmeverbrauchs aufgeteilt nach Sektoren für die Jahre 2022 bis 2040 mit etwa fünfjährigen Zwischenschritten.

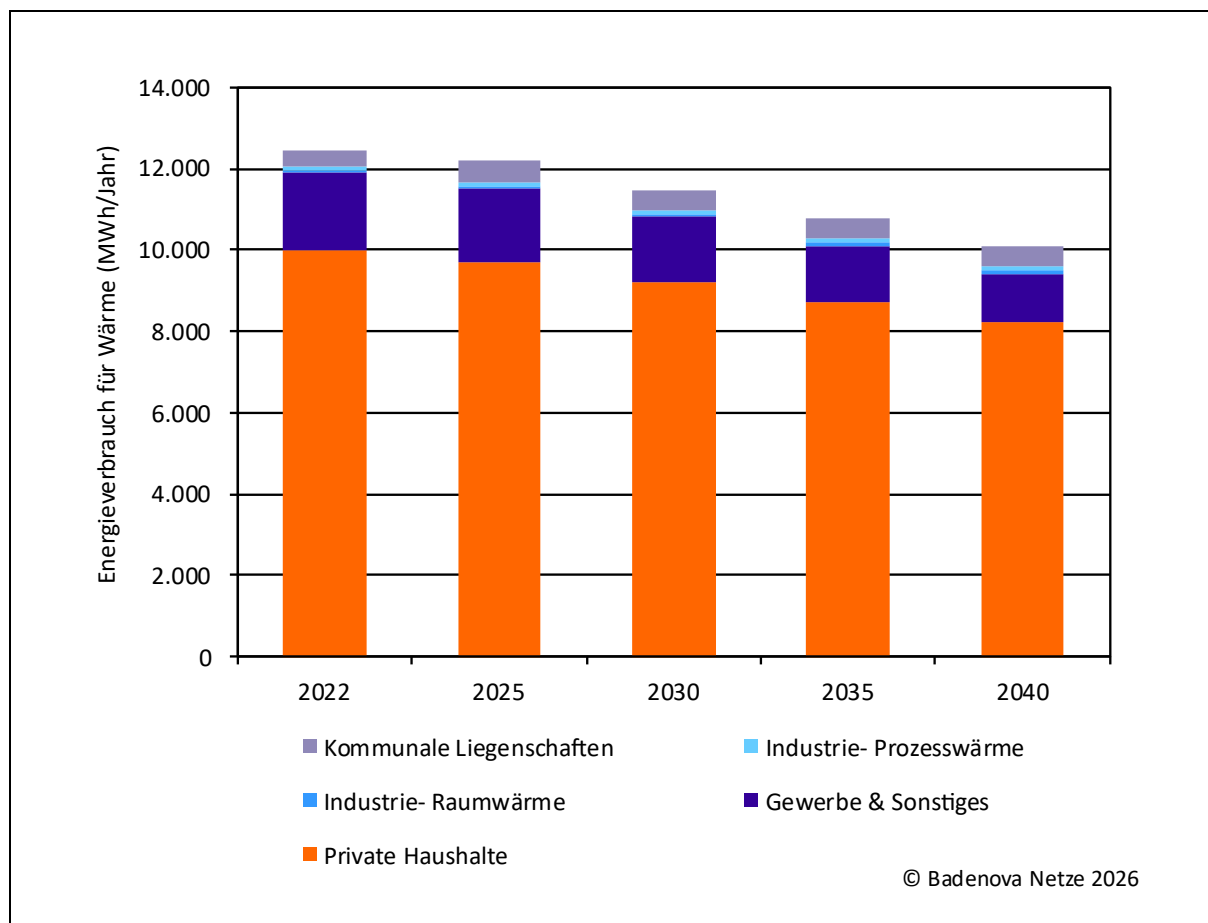


Abbildung 24 – Entwicklung des Energieverbrauchs für die Wärme nach Sektoren im Zielszenario

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. Grundlage waren hierbei die lokalen Potenziale zur erneuerbaren Wärmeherzeugung. 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 (vgl. Abschnitt 5.5).

Abbildung 25 zeigt, welche Energieträger im Zielszenario eingesetzt werden und wie sich der Energieträgermix über die nächsten Jahre entwickelt. Um eine klimaneutrale Wärmeversorgung 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 Energieholz sowie Wärmepumpen genutzt (Umweltwärme). Der Anteil der Wärme, der mittels einer zentralen Wärmeversorgung (Wärmenetz) bereitgestellt wird, steigt von 0 % im Jahr 2022 auf 4 % im Jahr 2040.

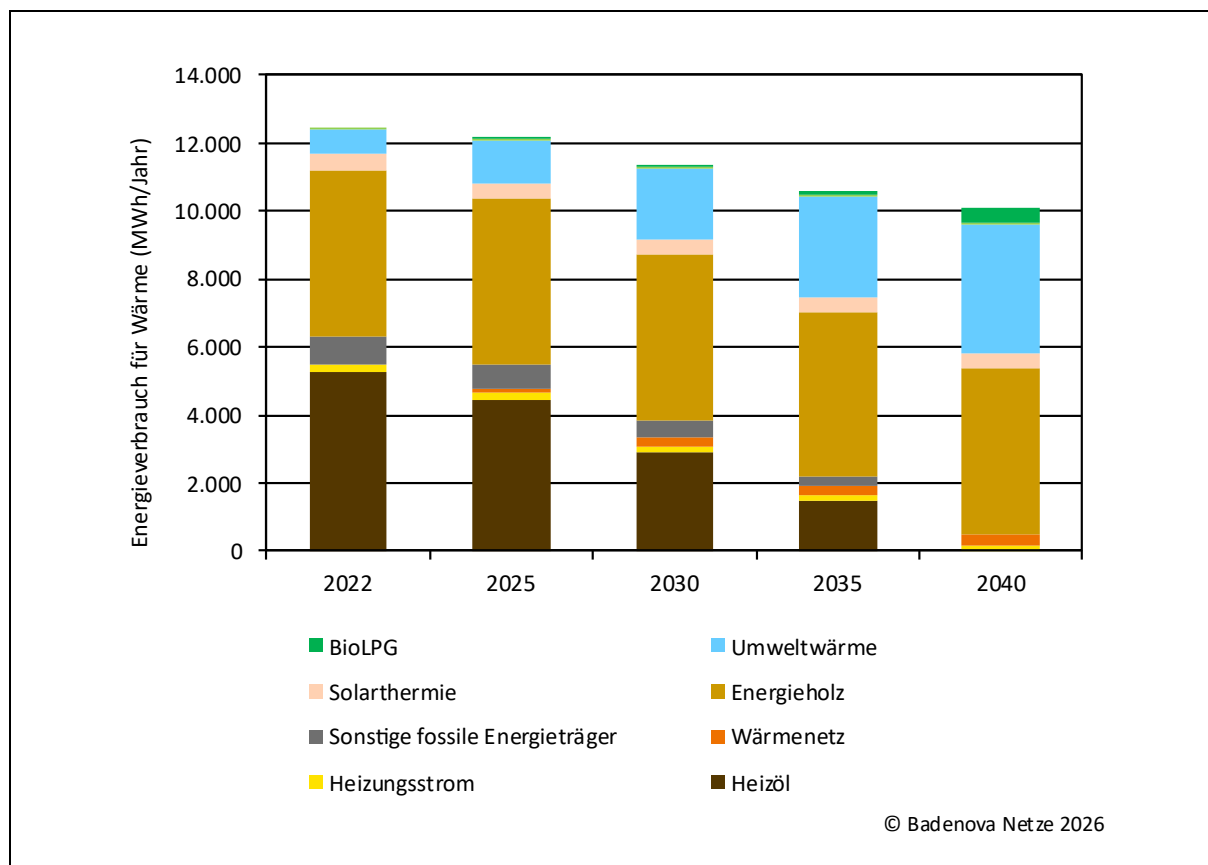


Abbildung 25 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Energieträger im Zielszenario

Der Energieträgermix der zentralen Wärmenetzversorgung in Hofstetten wird weiterhin, auch bei Ausdehnung des Wärmeverbundes mit Energieholz versorgt werden.

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, dann müsste versucht werden, einzelne Energieträger durch andere erneuerbare Energieträger zu ersetzen oder in veränderten Anteilen zu nutzen. So könnte zum Beispiel biogenes Flüssiggas (Bio-LPG) in BHKWs eingesetzt werden.

Eine genaue Aufteilung der Wärmeerzeugung nach Energieträgern und Sektor für die Jahre 2022, 2030 und 2040 ist in Tabelle 10, Tabelle 11 und Tabelle 12 in Zahlen festgehalten. Zudem ist in Tabelle 9 der Energieeinsatz zur zentralen Wärmeversorgung über Wärmenetze für die Jahre 2022, 2030 und 2040 beziffert (vgl. Abschnitt 5.7).

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 Hofstetten im Jahr 2040 THG-Emissionen von insgesamt 263 t CO₂e (wärmebedingte THG-Emissionen im Jahr 2022: 2.225 t CO₂e). Das bedeutet, dass im Vergleich zum Jahr 2022 die Emissionen um insgesamt 88 % sinken bzw. um jährlich durchschnittlich 109 t CO₂e, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 zu erreichen.

Die Abbildung 27 und Abbildung 27 stellen, analog zur Entwicklung des Energieeinsatzes zur Wärmeversorgung (vgl. Abbildung 24 und Abbildung 25), die Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen bis 2040 dar. Bei der Darstellung nach Sektoren wird deutlich, dass die stärkste Reduktion im Sektor private Haushalte stattfindet.

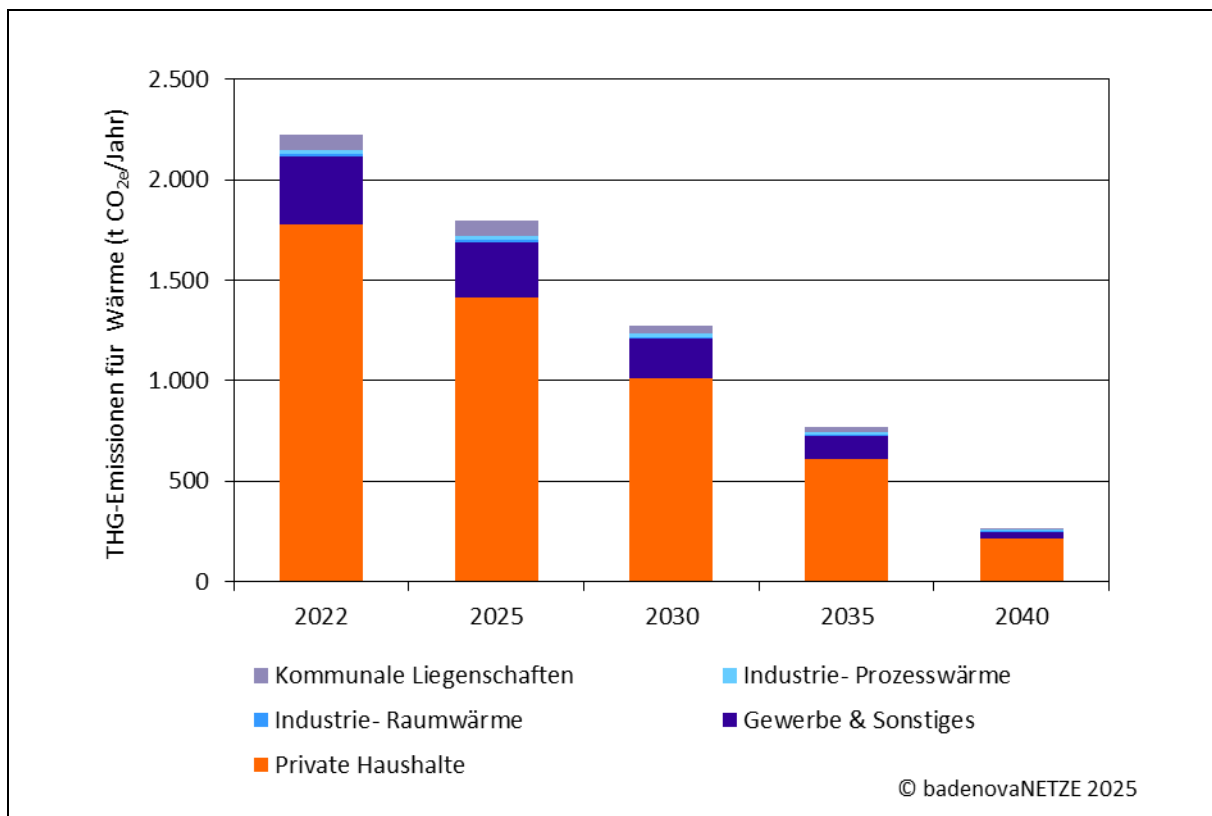


Abbildung 26 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Sektoren im Zielszenario

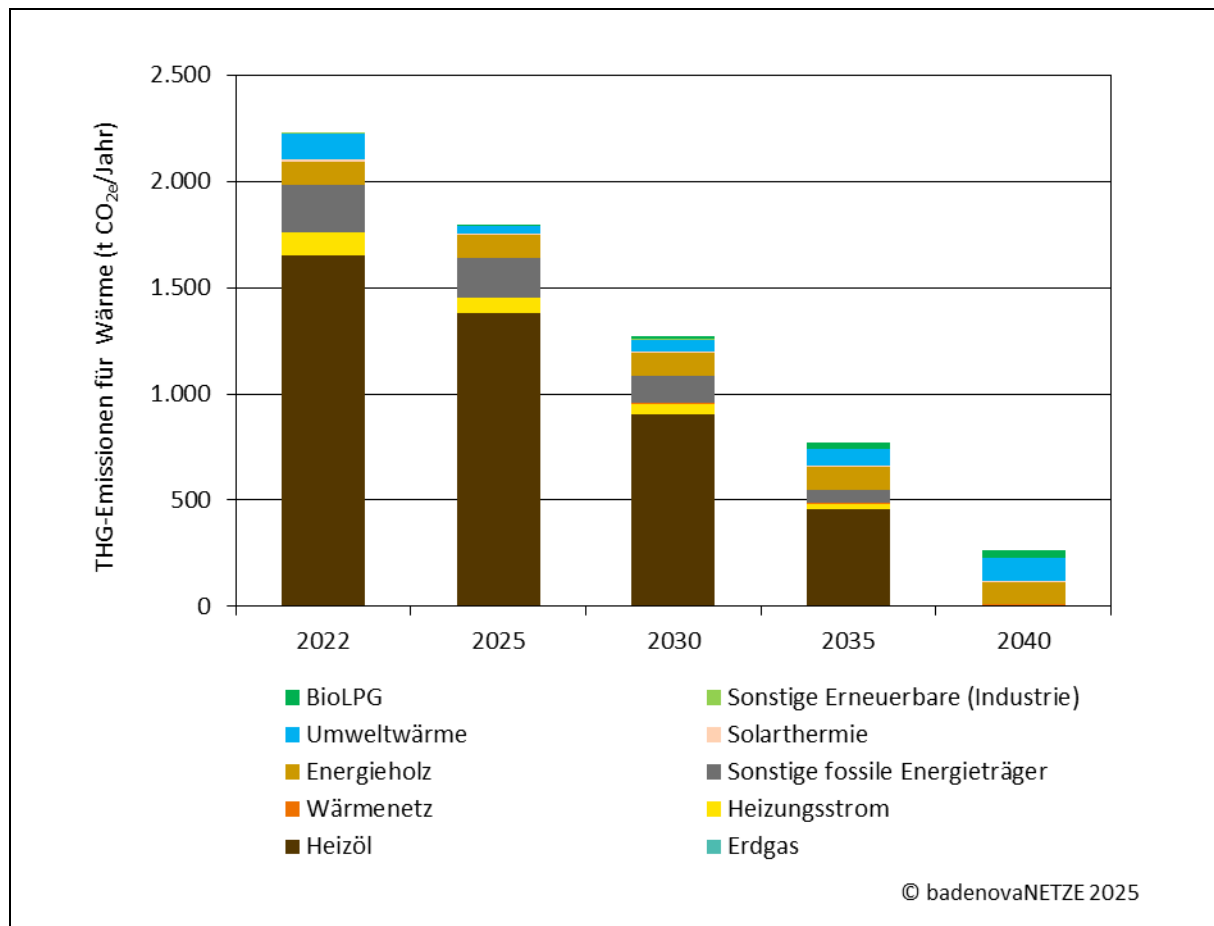


Abbildung 27 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Energieträger im Zielszenario

5.4 Strombedarfsdeckung im Zielszenario

Das Zielszenario zeigt, dass der Strombedarf für die Wärmeerzeugung durch den zukünftigen Einsatz von Wärmepumpen steigen wird. Während im Jahr 2022 ca. 455 MWh Strom für Stromheizungen und Wärmepumpen verbraucht wurde, steigt der Stromverbrauch für Wärmepumpen und Stromheizungen im Zielszenario auf rund 1.166 MWh im Jahr 2040 (davon 1.020 MWh/Jahr Wärmepumpenstrom). Stromheizungen werden im Jahr 2040 mit einem angenommenen Verbrauch von 146 MWh/Jahr weiterhin die Wärmeversorgung unterstützen. Wird zusätzlich die Elektrifizierung des Verkehrs betrachtet, wird im Szenario der Gesamtstrombedarf der Gemeinde Hofstetten von ca. 5.547 MWh im Jahr 2022 Jahr auf rund 6.231 MWh im Jahr 2040 ansteigen. Der Stromverbrauch im Gewerbe kann durch Effizienzsteigerungen sinken, was gleichzeitig durch ein angenommenes Wirtschaftswachstum wiederum teilweise ausgeglichen wird.

Die Gemeinde Hofstetten könnte diesen zukünftigen Stromverbrauch mit den lokal verfügbaren erneuerbaren Quellen langfristig jahresbilanziell decken. Etwa ab dem Jahr 2035 übersteigt die lokale Erzeugung den Verbrauch, wenn der Ausbau von erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen vorangeschritten ist.

Im Zielszenario wurde auf der Gemarkung Hofstetten mit einer Windkraftanlage kalkuliert. Diese stellt im Zielszenario 2040 jährlich 12.002 MWh erneuerbar erzeugten Strom zur Verfügung. Es wurde zudem angenommen, dass das ermittelte Dachflächenpotenzial für PV-Anlagen zu rund 70 % ausgeschöpft wird und somit ab 2040 jährlich ca. 6.893 MWh Solarstrom erzeugt wird. Insgesamt würden demnach im Jahr 2040 rund 18.895 MWh Strom lokal in der Gemeinde aus erneuerbaren Energien erzeugt. Damit übersteigt langfristig die lokale Stromerzeugung im Zielszenario den Verbrauch.

Die beiden folgenden Grafiken fassen dies zusammen und stellen den gesamten Stromverbrauch im Zielszenario (vgl. Abbildung 28) der potenziellen lokalen Stromerzeugung (vgl. Abbildung 29) in Hofstetten gegenüber.

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

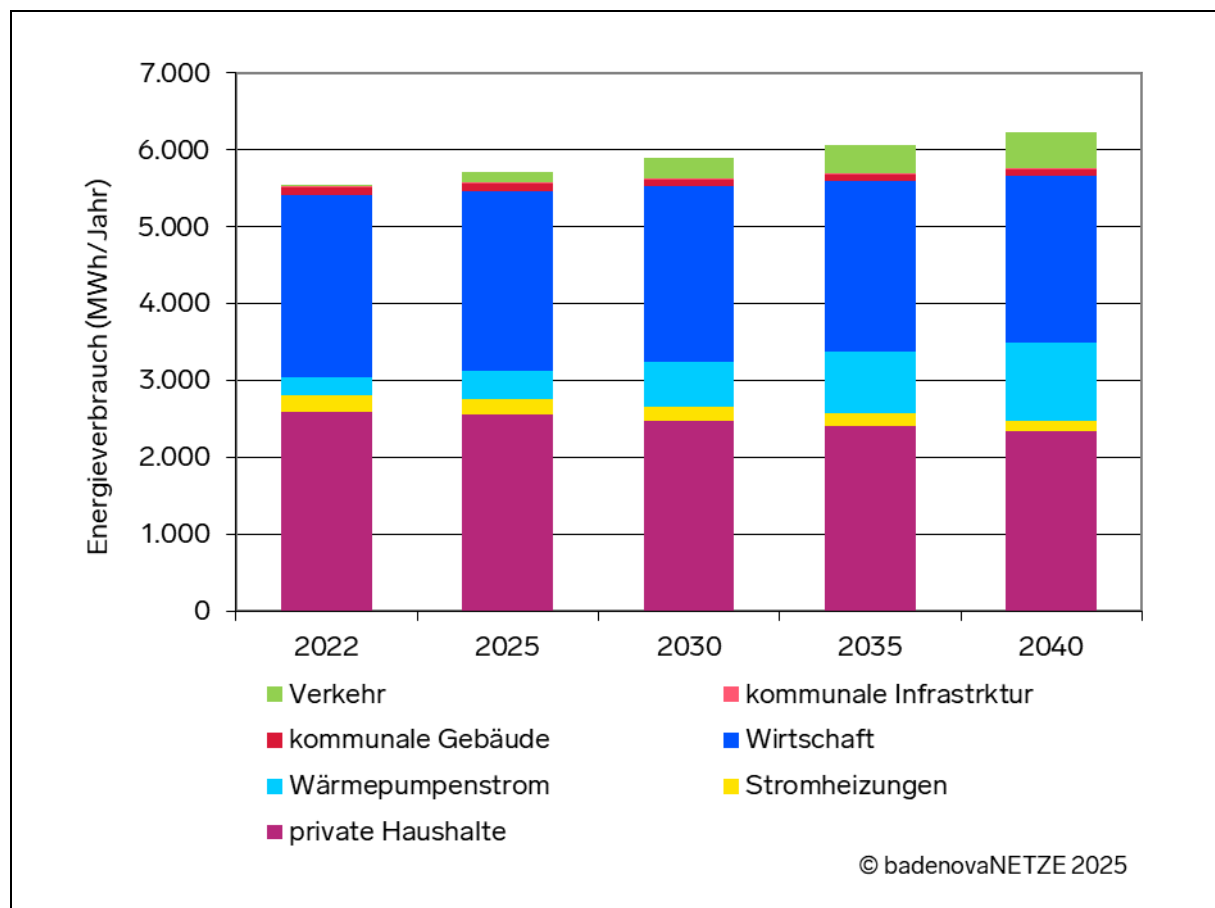


Abbildung 28 – Stromverbrauch nach Sektor im Zielszenario

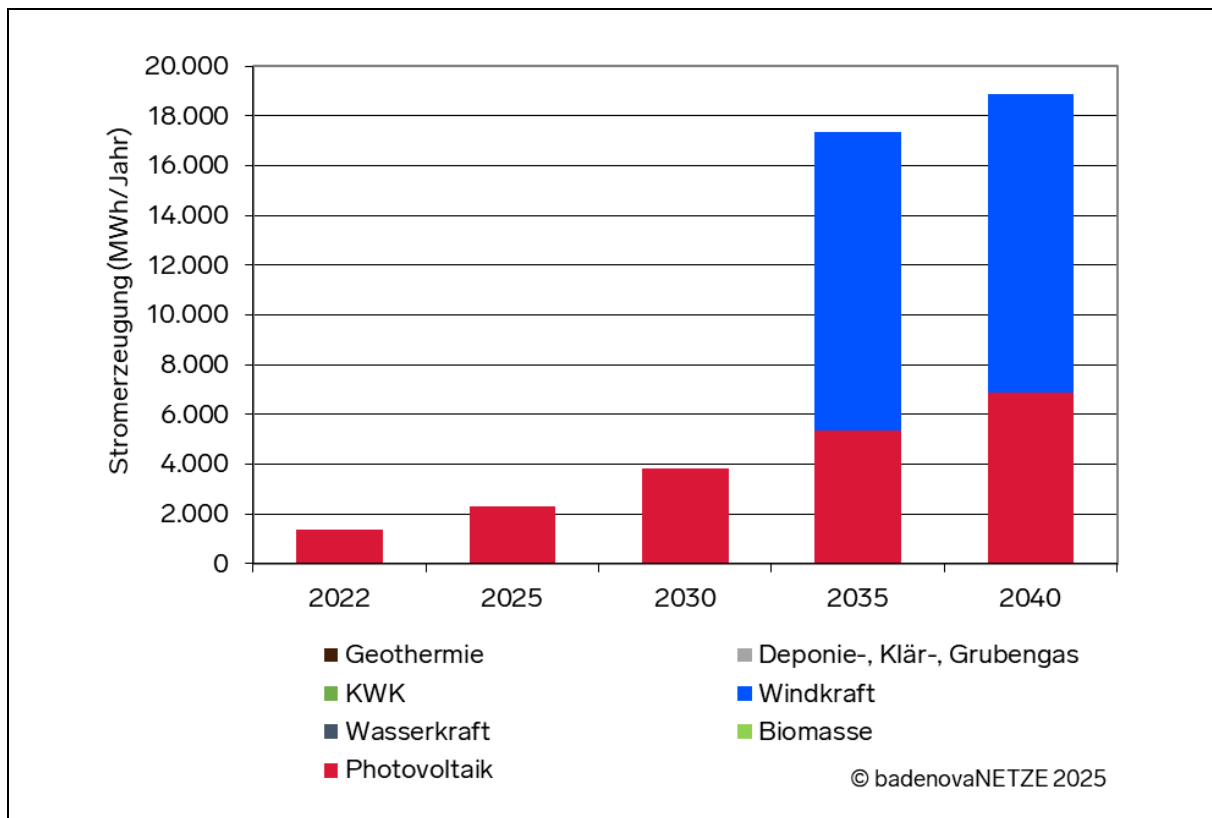


Abbildung 29 – Stromerzeugung nach Energieträger im Zielszenario

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 Bewertungsmethodik von verschiedenen 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, Heterogenität der Gebäude)
- Siedlungsentwicklungen
- Lokale Potenziale erneuerbarer Energien
- Lokale Abwärmepotenziale
- Potenzielle Wärmeinfrastrukturstandorte

Die Eignungsgebiete für eine zentrale und dezentrale Wärmeversorgung sind in Karte 15 dargestellt. In Hofstetten befinden sich bisher keine Wärmenetze.

5.5.1 Zentrales Eignungsgebiet

In Hofstetten wurde ein Gebiet als Eignungsgebiet für eine zentrale Wärmeversorgung definiert (Karte 15).

Für den Kindergarten, das Rathaus, die Gemeindehalle, sowie zwei städtische Gebäude mit Mischnutzung in der Hauptstraße wird Potenzial gesehen, diese über einen gemeinsamen Wärmeverbund zentral zu versorgen.

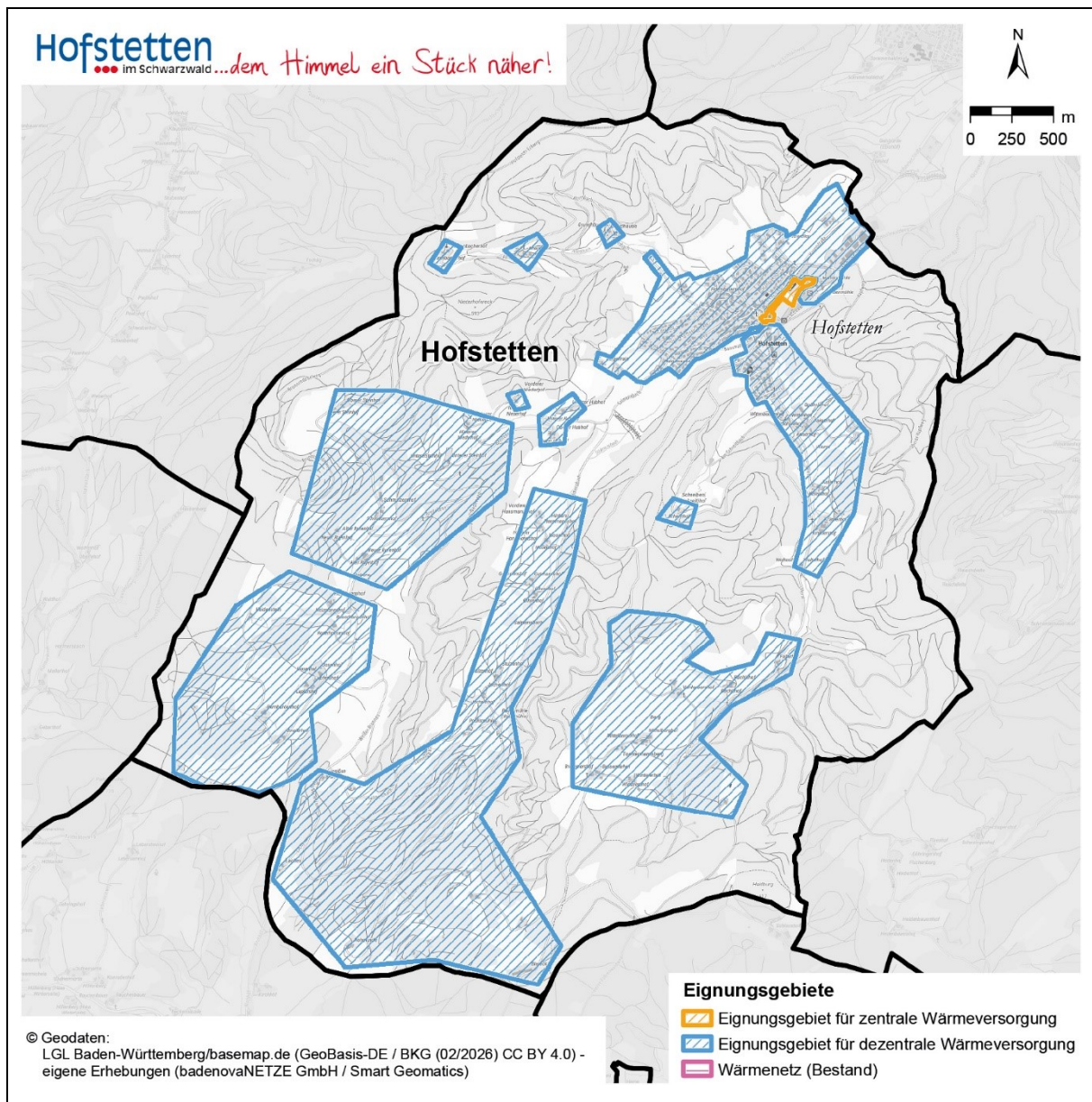
Im Eignungsgebiet liegt der 2023 errichtete Kindergarten, der mit einer Hackschnitzelanlage mit Wärme versorgt wird. Die Hackschnitzel kommen dabei aus dem lokalen Wald. Inwiefern auch die angrenzenden kommunalen Liegenschaften wie das Rathaus, die Gemeindehalle und zwei kommunale Gebäude mit Wohnmischnutzung über ein Netz über die Anlage versorgt werden können gilt es zu prüfen. Ebenfalls gilt es mit den Land- und Forstwirten zu klären, ob es ausreichend lokales Holz gibt, um die Versorgung auszuweiten.

Mit Ausnahme des Kindergartens werden die Gebäude im Eignungsgebiet aktuell mit fossilen Energieträgern (Heizöl und Erdgas) beheizt. Da vorrangig kommunale Gebäude über den Verbund versorgt werden sollen, ist mit einer vollständigen Anschlussquote zu rechnen. Abgesehen vom Kindergarten wurden die Gebäude im Eignungsgebiet in den 60er Jahren erbaut und somit vor Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung. Die Heizanlage des Rathauses und der Gemeindehalle sowie eines der Gebäude mit Wohnmischnutzung sind knapp 20 Jahre alt. Die Heizanlage des anderen Gebäudes mit Mischnutzung wurde bereits vor über 25 Jahre eingebaut.

Die kommunalen Gebäude im Umkreis haben hingegen bereits eine neuere Heizanlage, weswegen ein Netzanschluss für diese ebenfalls nicht von Interesse ist. Da das angrenzende Freibad nur einen geringen Wärmebedarf hat und bereits mit Solaranlagen beheizt wird, wird dieses nach aktuellem Stand ebenfalls nicht Teil des Verbundes sein.

Teilgebiet 1:	Verbund Kindergarten-Rathaus-Halle
Wärmeversorgungsart	Wärmenetzgebiet
Wärmenetzgebiet	wahrscheinlich geeignet
Umsetzungsrisiken	kein Umsetzungs-Risiko
Umsetzungszeitraum	2030
Wasserstoffnetzgebiet	sehr wahrscheinlich ungeeignet
Umsetzungsrisiken	hohes Umsetzungs-Risiko
Umsetzungszeitraum	/
Dezentrale Versorgung	wahrscheinlich ungeeignet

Tabelle 7 - Bewertung des Eignungsgebietes „Verbund-Kindergarten-Rathaus-Halle“ als potenzielles Wärmenetzgebiet

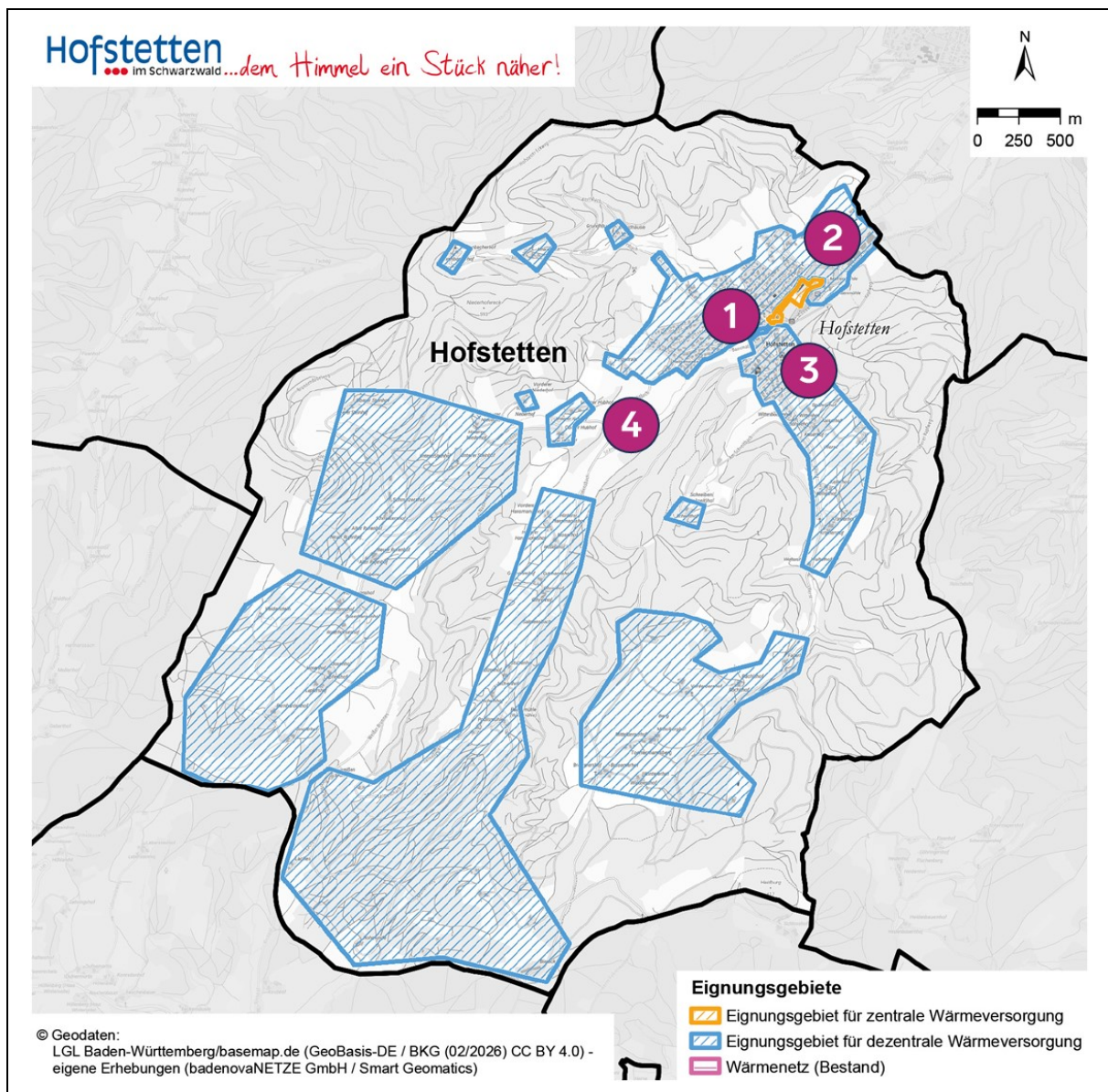


Karte 15 - Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsloesungen in Hofstetten

5.5.2 Dezentrale Eignungsgebiete & detaillierte Ortsteilsteckbriefe

Die Analyse und Ausweisung von Eignungsgebieten ergibt, dass neben dem beschriebenen zentralen Eignungsgebiet für den Großteil der Siedlungsbereiche in der Gemeinde Hofstetten die dezentrale Wärmeversorgung mit Einzellösungen vorzuziehen ist. In den Wohngebieten sind vermehrt Einfamilienhäuser und teilweise neuere Gebäude vorzufinden. Durch die lockere Bebauung, insbesondere im Umland, ist die Wärmedichte hier für eine zentrale Wärmeversorgung zu niedrig. Karte 16 gibt Einzelheizungsgebiete mit überwiegend übereinstimmenden Charakteristiken wieder. In Tabelle 8 werden die wesentlichen Bestands-Charakteristiken der eingegrenzten Einzelheizungsgebiete beschrieben und zukünftige Wärmeversorgungsoptionen angegeben. Zusätzlich werden auf der Grundlage der Quartiersbesonderheiten mögliche Problemlagen vermerkt, die bei der Transformation voraussichtlich zu beachten sind oder auftreten

können. Die Analyse dieser Wärmeversorgungsgebiete ergibt, dass für den ganz überwiegenden Teil der Siedlungsbereiche in Hofstetten die dezentrale Einzelheizungsversorgung Stand heute vorzuziehen ist.



Karte 16 - Einteilung des Gemeindegebietes in Quartiere mit unterschiedlichen Anforderungen an die zukünftige dezentrale Wärmeversorgung (siehe Tabelle 8).

Darüber hinaus wird es aber immer Einzelfälle oder spezifische Anforderungen geben, die eine andere als die dargestellte Heizungsoption nötig machen. Im Gewerbegebiet und auch in den landwirtschaftlichen Zonen werden voraussichtlich Hybridsysteme, Wärmepumpen oder zum Beispiel BioLPG-Anlagen zum Einsatz kommen.

Tabelle 8 – Bewertung für Einzelheizungsgebiete in der Gemeinde Hofstetten

Nr.	Einzelheizungsgebiet	Gebäudetypen	Vorwiegendes Gebäudealter	Vorwiegende Energieträger	Vorwiegende Versorgungsoptionen ab 2040	Besonderheiten im Gebiet	Folgen für die zukünftige Wärmeversorgung
1	Hofstetten-Ortsmitte	EFH und MFH	1958-1983 und ab 2002	Heizöl, Holz, Strom	Überwiegend Wärmepumpen, ansonsten Biomasseheizungen und Hybridsysteme	Dichte Bebauung	Platzbedarf für Holzpellets; eventuell niederschwellige Sanierungsmaßnahmen für Wärmepumpeinsatz nötig
2	Hofstetten Nordost	Gewerbe	k.A.	Heizöl, Flüssiggas	Wärmepumpe, Hybridsysteme	Hoher Gewerbeanteil	Eventuell niederschwellige Sanierungsmaßnahmen für Wärmepumpeinsatz nötig
3	Ullerst	EFH und Gewerbegebäude	Vor 1948; 1958-1978; 2009-bis heute	Holz, Strom, Heizöl	Hybridsysteme, Biomasseheizungen und Wärmepumpen	Mischbebauung	Eventuell niederschwellige und auch kostenintensivere Sanierungsmaßnahmen für Wärmepumpeinsatz nötig
4	Salmensbach	Landwirtschaftliche Gebäude mit Wohnmischnutzung	Vor 1948	Holz und Heizöl	Biomasseheizung, Hybridsysteme	Lockere Bebauung	Eventuell niederschwellige und auch kostenintensivere Sanierungsmaßnahmen für Wärmepumpeinsatz nötig

Für die Ortsteile und der Eignungsgebiete wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung detaillierte Ortsteilsteckbriefe ausgearbeitet, welche im Anhang unter 11.1 bis 11.3 zu finden sind. Für Hofstetten wurden zwei Bereiche bzw. Quartiere zur näheren Betrachtung ausgewählt:

- Hofstetten-Ortsmitte
- Hofstetten-Peripherie

Die Ortsteilsteckbriefe beschreiben jeweils den energetischen Ist-Zustand des Quartiers und erläutern die Umsetzungspotenziale in den dezentralen und zentralen Eignungsgebieten.

5.5.3 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 Wärmepumpen 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 sollten bei der zukünftigen Umsetzung von Maßnahmen in Hofstetten durchaus berücksichtigt werden.

In den folgenden Abschnitten werden deshalb solche Speicher beschrieben, die in Hofstetten zur Umsetzung der Wärmewende und zum Erreichen des Zielbilds eingesetzt werden könnten. Welche Technologie jeweils tatsächlich zum Einsatz kommen kann, muss anhand wirtschaftlicher und technischer Kriterien im Einzelfall bewertet werden.

In Abbildung 30 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 Großstadt benötigt, müssten erneuerbare Gase (rot: Power-to-Gas) zum Einsatz kommen. Für die Wärmewende in Hofstetten werden vor allem kleine bis große Wärmespeicher (orange) sowie auf Grund der Sektorenkopplung Stromspeicher entscheidend sein.

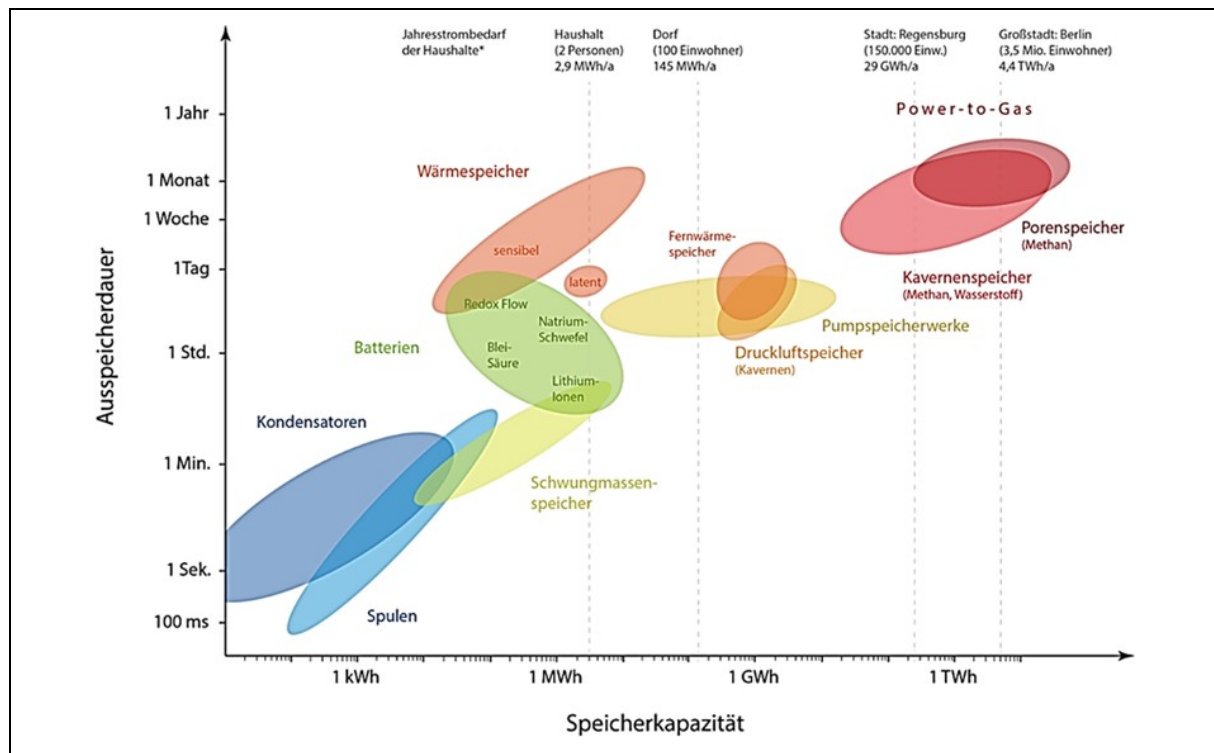


Abbildung 30 – Übersicht der Speicherkapazität und Ausspeicherdauer verschiedener Speichertechnologien (Sternier & Stadler, 2014)

5.5.3.1 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 Solarthermianlage 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.

5.5.3.2 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 Windkraftanlagen 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 Eigenverbrauchsquote des durch PV-Anlagen und Windkraftanlagen 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 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 Hofstetten 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 (vgl. 8.6.1), 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 (Carbon Capture and Storage, kurz 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 im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung geht von einer starken Steigerung des CO₂-Preises bis 2040 aus (von mindestens 30 €/t im Jahr 2022 auf bis zu 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 in den nächsten Jahren zeigen und kann zum aktuellen Zeitpunkt nicht abschließend bewertet werden.

5.7 Kennwerte des Zielszenarios

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

Energieträger im Wärmenetz	2022	2030	2040	Einheit
Energieholz	0	276	394	MWh
Summe	0	276	394	MWh

Tabelle 9 – Energieträgereinsatz für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze

Jahr 2022						
Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie - Raumwärme	Industrie - Prozesswärme	kommunale Liegenschaften	Einheit
Erdgas	0	0	0	0	0	MWh
Heizöl	4.361	620	21	42	230	MWh
Heizungsstrom	146	73	0	0	0	MWh
Wärmenetz	0	0	0	0	0	MWh
Kohle	0	0	0	0	0	MWh
Flüssiggas	481	311	13	27	0	MWh
Energieholz	3.877	843	0	0	168	MWh
Solarthermie	412	46	0	0	0	MWh
Umweltwärme	719	38	0	0	0	MWh
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	14	28	0	MWh
BioLPG	0	0	0	0	0	MWh
Summe	9.996	1.931	48	97	398	MWh

Tabelle 10 – Jahresendenergiebedarf der Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträger und Sektoren (2022)

Jahr 2030						
Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie - Raumwärme	Industrie - Prozesswärme	kommunale Liegenschaften	Einheit
Erdgas	0	0	0	0	0	MWh
Heizöl	2.423	345	12	24	105	MWh
Heizungsstrom	114	73	0	0	0	MWh
Wärmenetz/KWK	22	0	0	0	234	MWh
Kohle	0	0	0	0	0	MWh
Flüssiggas	267	173	7	15	0	MWh
Energieholz	3.877	843	0	0	168	MWh
Solarthermie	412	46	0	0	0	MWh
Umweltwärme	1.996	50	21	31	0	MWh
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	14	28	0	MWh
BioLPG	107	67	6	12	0	MWh
Summe	9.218	1.597	60	110	507	MWh

Tabelle 11 – Jahresendenergiebedarf der Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträger u. Sektoren (2030)

Jahr 2040						
Energieträger	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie - Raumwärme	Industrie - Prozesswärme	kommunale Liegenschaften	Einheit
Erdgas	0	0	0	0	0	MWh
Heizöl	0	0	0	0	0	MWh
Heizungsstrom	73	73	0	0	0	MWh
Wärmenetz/KWK	50	0	0	0	234	MWh
Kohle	0	0	0	0	0	MWh
Flüssiggas	0	0	0	0	0	MWh
Energieholz	3.877	843	0	0	84	MWh
Solarthermie	412	46	0	0	0	MWh
Umweltwärme	3.593	65	48	69	0	MWh
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	14	28	0	MWh
BioLPG	240	150	13	27	0	MWh
Summe	8.245	1.177	75	124	318	MWh

Tabelle 12 – Jahresendenergiebedarf der Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträger u. Sektoren (2040)

6. Wärmewendestrategie & Maßnahmen

Nachdem das Zielszenario den Pfad aufzeigt, wie Hofstetten bis zum Jahr 2040 einen klimaneutralen Gebäudebestand erreichen kann, wird mit der kommunalen Wärmewendestrategie dieser Pfad mit konkreten Maßnahmen hinterlegt. Das folgende Kapitel beschreibt zunächst die übergeordnete Wärmewendestrategie, welche konkreten Handlungsfelder daraus für Hofstetten entwickelt wurden sowie abschließend die lokalen Maßnahmen zur Umsetzung.

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.

6.1 Kommunale Wärmewendestrategie

Aus dem Zielszenario ergibt sich zunächst eine übergeordnete, gesamtheitliche Wärmewendestrategie. 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 Heizungssysteme und durch angepasstes Nutzerverhalten genutzt werden. Um diese Potenziale der Wohngebäude nochmals differenzierter darzustellen, wurden für die häufigsten Gebäudetypen Gebäudesteckbriefe erstellt (siehe Anhang 10.4). Die Steckbriefe zeigen detailliert, welche Maßnahmen an Gebäudehülle und -technik für ein typisches Gebäude des jeweiligen Gebäudetyps technisch und wirtschaftlich sinnvoll sind. Bei der Prozesswärme können Betriebe den Energieverbrauch durch gezielte Modernisierungs- und Optimierungsmaßnahmen senken.

- **Wärmeversorgung dekarbonisieren**

Um die Wärmeversorgung zu dekarbonisieren, müssen fossile Versorgungsstrukturen durch verschiedene erneuerbare Energiequellen ersetzt werden. Hier sollten 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 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 Holzbrennstoffen, bspw. in Kombination mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe und einem Spitzenlastkessel oder mit einer KWK-Anlage sowie der Einbindung von Solarthermie. Erneuerbare Gase wie Biomethan, BioLPG oder auch Wasserstoff werden voraussichtlich zunächst nur dort eingesetzt, wo das Temperaturniveau

des Heizsystems oder des Prozesses nicht abgesenkt werden kann. Dies betrifft vor allem gewerbliche Prozesse, die auf hohe Temperaturen angewiesen sind.

- **Stromversorgung dekarbonisieren**

Das Gelingen der Wärmewende ist mit Blick auf die zukünftige Rolle der strombetriebenen Wärmepumpe dadurch direkt an die Dekarbonisierung der Stromversorgung gekoppelt. In Hofstetten sollte die lokale Stromerzeugung mit Windkraft und 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 Power-to-Gas-Anlagen benötigt. In Abstimmung mit dem lokalen Stromnetzbetreiber kann die Gemeinde dafür sorgen, dass die lokale Infrastruktur den zukünftigen Herausforderungen entsprechend ausgebaut und ertüchtigt wird.

6.2 Kommunale Handlungsfelder für die Wärmewende

Aus der übergeordneten Strategie ergeben sich fünf Handlungsfelder für die Gemeinde Hofstetten, die in den nächsten Abschnitten erläutert werden. Sie zeigen, in welchen Bereichen die Gemeinde Handlungsmöglichkeiten hat, um die Wärmewende vor Ort voranzubringen.

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.

6.2.1 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 eventuell 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.

6.2.2 Klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften

Für eine klimaneutrale Wärmeversorgung der kommunalen Liegenschaften ist es erforderlich, die bestehenden Gebäude zu sanieren bzw. zu modernisieren. Hier ist die Gemeinde bereits erste Maßnahmen durchgeführt (siehe 4.2.5). Für die Fortsetzung der Sanierungsaktivitäten können Sanierungskonzepte präzise Informationen zu den Kosten und zur Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen bieten. Einsparpotenziale und konkrete Sanierungsmaßnahmen für

einzelne Liegenschaften mit einem Sanierungskonzept für Nichtwohngebäude ausgearbeitet werden.

Darüber hinaus sind auch Einspar- und Effizienzmaßnahmen ein zusätzlicher Schritt, um den Energieverbrauch der kommunalen Liegenschaften zu senken. Entsprechende Maßnahmen sind in Abschnitt 4.1 und 4.2 beschrieben. Die Reduktion der Energieverbräuche durch Effizienzsteigerung und Modernisierung der Gebäude ist der Grundstein für eine erfolgreiche Umstellung zur effizienten Nutzung erneuerbarer Energien. Zudem kann die Gemeinde durch die Umsetzung solcher Maßnahmen ein Vorbild für die Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde sein.

6.2.3 Ausbau erneuerbarer Energien

Der nach den Einspar- und Effizienzmaßnahmen verbleibende Wärmebedarf muss möglichst treibhausgasarm gedeckt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, sollten neben dem Ausbau und der Anpassung der bestehenden Energieinfrastruktur (Strom- und Gasnetze) 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. Für die zentrale Wärmeversorgung stehen in Hofstetten die Energieträger Luft, Erdwärme und eventuell die Solarthermie im Fokus. Der Energieträger Holz muss voraussichtlich importiert werden, sofern sich keine weiteren Holzpotenziale im lokalen Forst finden. Gegebenenfalls sind (Übergangs-)Lösungen mit Biogas oder Bio-Flüssiggas (Bio-LPG) zu betrachten.

Zur Deckung des zusätzlichen Stromverbrauchs durch Wärmepumpen müssen auch stromseitig vorhandene Potenziale im Rahmen einer klimaneutralen Wärmeversorgung erschlossen werden. Vor allem die Photovoltaik bietet ein großes Potenzial zur lokalen Stromerzeugung. Hier kann die Gemeinde gemeindeeigenen Liegenschaften und Flächen auf Potenziale für PV-Anlagen prüfen und weitere Areale für eine Freiflächen-PV-Anlage zusammen mit den Landwirten sondieren (sofern es die Netzkapazitäten zulassen).

6.2.4 Ausbau von klimaneutralen Wärmenetzen

Der Ausbau der zentralen Wärmeversorgung in Hofstetten ist ein Bestandteil der Wärmewendestrategie. Mithilfe von durch das Bundesprogramm Energieeffiziente Wärmenetze (BEW) geförderten Machbarkeitsstudien, können Wärmeabsatzprognosen, Trassenverläufe und Erzeugerstrukturen mit Blick auf die technische und wirtschaftliche Machbarkeit hin untersucht und gegenübergestellt werden. Auf dieser Basis können Wärmenetze entwickelt werden und in die Umsetzung kommen. Die Gemeinde Hofstetten ist in diesem Fall der zentrale Treiber.

6.2.5 Kommunikation, Information & Beratung

Mit dem kommunalen Wärmeplan schafft die Gemeinde Hofstetten 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 der erneuerbaren

Energien in ihren eigenen Liegenschaften real umsetzen. Alle anderen Gebäude, sei es 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 können für dezentral versorgte Eignungsgebiete Wärmepumpeninitiativen durchgeführt werden. Hierfür kann die Gemeinde bspw. eine Informationsveranstaltung für alle Gebäudeeigentümer initiieren.

Bei den Bürgern kann Verständnis geschaffen werden, was Energie ist 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.

Neben der öffentlichen Kommunikation ist eine enge und regelmäßige interne Abstimmung der Gemeindeverwaltung mit den Netzbetreibern ebenso von großer Bedeutung und entscheidend für den weiteren Verlauf der Wärmewende in Hofstetten

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.

6.3 Maßnahmenentwicklung

Grundlage für die Maßnahmenentwicklung waren die Ergebnisse und Erarbeitungen aus der Bestands- und Potenzialanalyse sowie dem Zielszenario. Gemeinsam mit der Gemeindeverwaltung wurden im Rahmen eines Workshops mögliche Maßnahmen gesammelt, diskutiert und konkretisiert. Hierbei sind sowohl das lokale Wissen der Teilnehmenden und der Entscheidungsträger als auch das Fachwissen der Energieexperten eingeflossen.

Abschließend wurden sechs Maßnahmen als prioritär bewertet.

6.4 Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans 2025

Der Maßnahmenkatalog des kommunalen Wärmeplans der Gemeinde Hofstetten mit Stand März 2026 enthält folgende sechs priorisierte Maßnahmen:

1. Erstellung von Sanierungskonzepten für ausgewählte kommunale Liegenschaften

2. Prüfung der Wärmeversorgung der kommunalen Liegenschaften im Ortskern über die Hackschnitzelanlage des Kindergartens
3. Nutzung lokaler Holzpotenziale für die Versorgung der kommunalen Liegenschaften
4. Bürgerinformation zu Heizungserneuerung und Förderbedingungen
5. Bürgerinformation zu Gebäudesanierung und Förderbedingungen
6. Vorbildhaftes energetisches Konzept beim Neubau kommunaler Liegenschaften

In den folgenden Abschnitten werden diese priorisierten Maßnahmen einzeln erläutert und strukturiert in einem Maßnahmensteckbrief dargestellt. Neben der Nennung des Titels und des Handlungsfelds der Maßnahme werden folgende Eckpunkte übersichtlich formuliert:

- Ziel: 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 wird die Maßnahme abgeschlossen sein?
- Für die Umsetzung verantwortliche Akteure: Wer verantwortet und treibt die Umsetzung der Maßnahme?
- Von der Umsetzung betroffene Akteure: Auf wen wirkt sich die Umsetzung dieser Maßnahme aus? Wer wird durch die Umsetzung beeinflusst?
- Kosten: Welchen finanziellen Aufwand wird die Maßnahme verursachen? Welche Fördermittel stehen für die Umsetzung zur Verfügung?
- Energie- und THG-Einsparung: Wie viel Energie und THG-Emissionen können durch die Maßnahme eingespart werden?

1

Erstellung von Sanierungskonzepten für ausgewählte kommunale Liegenschaften

Handlungsfeld: Klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften

Ziele:

- Schaffung einer Übersicht zu Sanierungspotenziale und zu damit verbundenen Investitionen
- Priorisierung und Planung von energetischen Sanierungsmaßnahmen der Liegenschaft
- Senkung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaft
- Stärkung der Vorbildfunktion der Gemeinde im Klimaschutz

Beschreibung:

Die Gemeindeverwaltung nimmt eine Vorreiterrolle und Vorbildfunktion im Bereich Klimaschutz und Nachhaltigkeit ein. Ziel der Maßnahme ist es, langfristig auf eine energetische und technische Modernisierung der kommunalen Liegenschaften hinzuarbeiten.

Bisher wurden in den kommunalen Gebäuden überwiegend nur Fenstersanierungen durchgeführt. Insbesondere das Seniorenzentrum weist aktuell Sanierungsbedarf auf.

Für eine strukturierte Vorgehensweise ist es sinnvoll zunächst eine Sanierungsstrategie mit Prioritäten zu erstellen. Dabei sollte das Sanierungspotenzial der kommunalen Liegenschaft und die damit verbundenen Kosten ermittelt werden. Darauf aufbauend können die anzugehenden energetischen Sanierungsmaßnahmen aufgelistet und nach verschiedenen Kriterien bewertet werden. Folgende Faktoren werden herangezogen, um die Priorisierung der Sanierungsmaßnahmen abzuwägen:

- Zeitlichkeit: 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 hohem absoluten Wärmeverbrauch
- Versorgung: Vorhandene Potenziale zur Nutzung lokaler, erneuerbarer Energie, falls ein Wärmenetzanschluss nicht umgesetzt wird

Die Erstellung von Sanierungskonzepten bzw. von Sanierungsfahrplänen könnte hierbei ein grundlegender Baustein sein, um Sanierungsmaßnahmen und deren Umsetzung für einzelne kommunale Liegenschaften planen zu können.

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

Ergänzend zu Sanierungsmaßnahmen sollte auch das Nutzerverhalten in der sanierten Liegenschaft berücksichtigt werden.

Erste Handlungsschritte:

1. Auswahl der Gebäude: Erstellung eines Prioritätenplans für durchzuführende Sanierungen an kommunalen Gebäuden, ggf. durch Einbindung eines Experten oder Energieberaters
2. Finanzplanung: Berücksichtigung der Sanierungskosten im kommunalen Haushalt
3. Fördermittel für Sanierungskonzepte anfordern
4. Beauftragung von Sanierungskonzepten (Energiedienstleister, zertifizierter Energieberater)

Zeitliche Einordnung:

Kurzfristig: Erstellung eines Prioritätenplans der Sanierungen

Mittel- bis langfristig: Beantragung von Fördermitteln für ein Sanierungskonzept

Langfristig: Sanierung u.a. des Seniorenzentrums mit Fördermitteln des Bundes

Für die Umsetzung verantwortliche Akteure:

Gemeindeverwaltung

Von der Umsetzung betroffene Akteure:

Gemeindeverwaltung, Energiedienstleister, Energieagentur Ortenau GmbH oder Energieberater für Nicht-Wohngebäude, Gemeinderat

Kosten:

Energetisches Sanierungskonzept für Nichtwohngebäude: 1.700 € - 8.000 € netto

- Förderung nach BAFA, Modul 2: Energieberatung DIN V 18599: bis 50 % der Beratungskosten, abhängig von der Nettogrundfläche des Gebäudes

Beratung durch Experten, z.B. Energieagentur Ortenau GmbH

- Förderung durch das Kommunale Energieeffizienz-Netzwerk (KEEN)

Kosten für die Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen

- Fördermittelbeantragung möglich mit den Zuschussprogrammen 464 oder 264: energetische Gebäudesanierung von kommunalen Nichtwohngebäuden (Zuschuss bis zu 10 Mio. €, je nach erreichter Effizienzstufe)

Energie- und THG-Einsparungen:

Je nach Sanierungsmaßnahme unterschiedlich, daher vorerst nicht zu beziffern. Nach vollständiger Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen und Umstellung der kommunalen Liegenschaft auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung ist mit einer Einsparung des Wärmeverbrauchs von mindestens 40 % zu rechnen. Bei gleichzeitiger Umstellung auf erneuerbare Energien (z.B. Holzkessel oder emissionsarme Fernwärme) kann eine THG-Einsparung von bis zu 15 t CO₂e/Jahr erreicht werden.

2 Prüfung der Wärmeversorgung der kommunalen Liegenschaften im Ortskern über die Hackschnitzelanlage des Kindergartens

Handlungsfeld: Ausbau von klimaneutralen Wärmenetzen

Ziel:

- Prüfung eines Wärmeverbunds um die Hackschnitzelanlage des Kindergartens
- Einsatz erneuerbarer Energieträger für die Wärmeversorgung u.a. des Rathauses und der Gemeindehalle
- Stärkung der Vorbildfunktion der Kommune im Klimaschutz
- Information der Bürgerschaft über das geplante Vorhaben

Beschreibung:

Der 2023 errichtete Kindergarten „Sterntaler“ wird bereits über eine Hackschnitzelanlage mit Wärme versorgt. Die verfeuerten Hackschnitzel stammen dabei vollständig aus lokalen Wäldern.

Die umliegenden kommunalen Liegenschaften (Rathaus und Veranstaltungshalle) werden hingegen mit fossilem Heizöl beheizt. Im Rahmen der Maßnahme soll geprüft werden, ob mit der bestehenden Hackschnitzelanlage des Kindergartens u.a. auch die umliegenden kommunalen Gebäude über ein Wärmenetz zentral mit Wärme versorgt werden können. Für eine bestmögliche Entscheidungsgrundlage soll der potenzielle Aufbau eines Wärmeverbundes zudem mit dezentralen Heizvarianten für die Gebäude im Eignungsgebiet verglichen werden.

Auf dieser Basis soll die Planung der bevorzugten Variante fortgeführt werden und die kommunalen Gebäude auf erneuerbare Energieträger umgestellt werden.

Erste Handlungsschritte:

1. Prüfung der Verfügbarkeit von lokalem Holz
2. Vergleich verschiedener Heizungsvarianten für die kommunalen Gebäude
3. Entscheidung für eine Heizungsvariante
4. Planung und Umsetzung der besten Variante

Zeitliche Einordnung:

Kurzfristig: Prüfung der Verfügbarkeit von heimischem Holz zur Versorgung weiterer Gebäude über die Hackschnitzelanlage und Vergleich verschiedener Heizlösungen

Mittelfristig: Umstellung der kommunalen Gebäude auf regenerative Energien (zentral oder dezentral)

Für die Umsetzung verantwortliche Akteure:

Gemeindeverwaltung

Von der Umsetzung betroffene Akteure:

Gemeindeverwaltung, Gemeinderat, lokale Forst- und Landwirte, Energiedienstleister

Kosten:

Vergleich Verschiedener Heizungsvarianten durch einen Energiedienstleister. Kosten zwischen 4.000 und 6.000 €.

Energie- und THG-Einsparungen:

Vorerst nicht zu beziffern. Abhängig von der Dimension des Ausbaus, der eingesetzten Techniken und dem zum Einsatz kommenden Energieträger.

3

Nutzung lokaler Holzpotenziale für die Versorgung der kommunalen Liegenschaften

Handlungsfeld: Klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften

Ziel:

- Ausweitung der Gebäude, die lokales Holz zur Wärmebereitstellung einsetzen
- Einsatz fossiler Energieträger in kommunalen Gebäuden senken
- Vorbildfunktion der Gemeinde im Klimaschutz stärken

Beschreibung:

Der Kindergarten „Sterntaler“ wird über eine Hackschnitzelanlage bereits vollständig mit lokalem Holz mit Wärme versorgt. Ziel der Maßnahme ist es zu untersuchen, inwiefern die lokalen Holzpotenziale ausreichen, um damit weitere kommunale Liegenschaften zu versorgen. Diese Maßnahme steht somit eng in Verbindung mit Maßnahme 2, die den Aufbau eines Wärmeverbundes um die bestehende Hackschnitzelanlage untersucht.

Mit 1.187 ha nimmt die bewaldete Fläche etwa zwei Drittel der gesamten Gemarkungsfläche ein. Davon sind jedoch nur 55 ha Wald in kommunaler Hand.

Da es sich bei rund 95 % des Waldes um Privatwald handelt, ist hier eine enge Abstimmung mit den lokalen Waldbesitzern erforderlich, um das lokale Potenzial besser abschätzen zu können.

Im Rahmen dieser Maßnahme soll dieser Austausch zwischen der Gemeinde und den lokalen Förstern sowie Landwirten initiiert werden. In gemeinsamen Gesprächen soll geklärt werden, wie viel lokales Holz aus dem Privatwald für die energetische Verwertung vor Ort bereitgestellt werden kann. Soweit weiteres lokales Holz eingesetzt werden kann, gilt es die Abnahme abschließend vertraglich zu regeln.

Erste Handlungsschritte:

1. Austauschformat mit Privatwaldbesitzern initiieren
2. Lokales Holzpotenzial konkretisieren
3. Vertragliche Regelung zum Kauf des lokalen Holzes für die Versorgung der kommunalen Gebäude

Zeitliche Einordnung:

Kurzfristig: Austausch mit Waldbesitzern initiieren und Regelung der Holzabnahme

Mittel-/langfristig: Wärmeversorgung kommunaler Gebäude über lokales Holz

Für die Umsetzung verantwortliche Akteure:

Gemeindeverwaltung

Von der Umsetzung betroffene Akteure:

Privatwaldbesitzer, Gemeinde
Kosten: Je nach Ausgestaltung und derzeit noch nicht zu beziffern. Kosten für den Austausch für die Stadt voraussichtlich gering. Die Kosten für die Abnahme des lokalen Holzes sind in diesem Rahmen zu verhandeln.
Energie- und THG-Einsparungen: Vorerst nicht zu beziffern. Die THG-Einsparung hängt davon ab, wie viel weiteres lokales Holzpotenzial eingesetzt werden kann, um fossile Energieträger abzulösen.

4

Bürgerinformation zu Heizungserneuerung und Förderbedingungen

Handlungsfeld: Kommunikation, Information & Beratung

Ziele:

- Informationsangebote für Bürger zu klimafreundlichen Heizungslösungen
- Plattform zur regelmäßigen Bürgerinformation zu den Themen Heizungserneuerung etablieren
- Individuelles und neutrales Beratungsangebot vor Ort
- Aktivierung von Heizungsoptimierungen oder -erneuerungen bei Privathaushalten

Beschreibung:

Die Privathaushalte in Hofstetten haben mit rund 67 % den größten Anteil am Gesamtwärmeverbrauch der Gemeinde. Somit liegt hier ein bedeutender Hebel und ein wichtiges Handlungsfeld, wenn die Gemeinde einen klimaneutralen Gebäudebestand erreichen möchte.

Zur Erreichung des Ziels ist es wichtig, den Gebäudebesitzern Informationen und Bewusstsein für energetische Optimierungsmaßnahmen der Wärmeversorgung zu schaffen.

Dazu sollen Veranstaltungen organisiert werden, bei denen Hauseigentümer über die verschiedenen Möglichkeiten des klimaneutralen Heizens mit Einzelheizungen u.a. Wärmepumpen und zu Fördermitteln aufgeklärt werden. Als konkrete Aktion kann eine sogenannte Energiekarawane organisiert werden, bei der Hausbesitzer direkt angesprochen werden und diesen kostenlose, neutrale Vor-Ort Beratungen angeboten werden. Die Energiekarawane kann von der Gemeinde mit Energieberatern oder mit der regionalen Energieagentur organisiert werden.

Darüber hinaus können lokale Akteure wie Heizungsbauer und Schornsteinfeger aktiv in den Prozess involviert werden. Ebenso können Initiativen wie Bürgerberatungen eingebunden werden. Um möglichst viele Eigentümer zu erreichen, empfiehlt es sich, sowohl Vor-Ort-Veranstaltungen als auch Online-Formate anzubieten. Dabei kann auf bestehende Online-Veranstaltungsreihen der Verbraucherzentrale, der Initiative Zukunft Altbau oder des Landkreises verwiesen werden. Auch eine gezielte Kommunikation über bestehende und jährlich stattfindende Kampagnen und Aktionen, wie etwa die Wärmewendewoche, der Wärmepumpen-Tag oder Angebote von Energieagentur, Landkreisen und Ländern, ermöglicht mit wenig Aufwand ein Angebot für die eigenen Bürger zu schaffen.

Die Gemeinde übernimmt für diese Maßnahme eine koordinierende Rolle: So kann sie für entsprechende Veranstaltungen Räumlichkeiten bereitstellen sowie sich um Themen- und Referentenanfragen bei Energieberatern, Energieversorgern sowie der Energieagentur Ortenau kümmern. Indem die Kommune die Maßnahme koordiniert, kann eine Regelmäßigkeit der Veranstaltungen sichergestellt werden.

Erste Handlungsschritte:

1. Sondierung möglicher Themen, Anbieter und Partner zur Durchführung von Informationsveranstaltungen
2. Organisation adäquater Räumlichkeiten für wiederkehrende Veranstaltungen
3. Zielgruppe beleuchten, um auf Vortragsreihen auf diese zuzuschneiden
4. Öffentlichkeitsarbeit und Bewerbung bestehender Angebote

Zeitliche Einordnung:

Kurzfristig: Die Maßnahme ist zeitnah umsetzbar. Nach ersten Organisationsschritten, Test des ausgewählten Formats und ggf. Vornahme notwendiger Optimierungen.

Mittel- bis langfristig: Kampagnen und wiederkehrender Turnus zu empfehlen – Ziel sollte es sein, ein Programm mit mehreren Veranstaltungen pro Jahr aufzustellen und dieses zu bewerben.

Für die Umsetzung verantwortliche Akteure:

Gemeindeverwaltung, Energieagentur Ortenau GmbH, Verbraucherzentrale, Energieberater oder Fachfirmen

Von der Umsetzung betroffene Akteure:

Zielgruppe sind besonders die Gebäudeeigentümer (Privathaushalte und Gewerbebetriebe)

Kosten:

Stark abhängig vom Umfang der Kampagne und/oder Anzahl der Veranstaltungen.

Beispiel:

- Präsenzveranstaltung zum Thema Wärmepumpe mit Werbung, Vorträgen und Beratung durch Fachleute: ca. 3.000-4.000 €
- Einstündige Beratungen durch Energieberater bei Gebäudebesitzer vor Ort: 80-90 € pro Beratung

Energie- und THG-Einsparungen:

Indirekt, nicht zu beziffern.

5

Bürgerinformation zu Gebäudesanierung und Förderbedingungen

Handlungsfeld: Information, Kommunikation & Beratung

Ziele:

- Informationsangebote für Bürger und Gewerbetreibende zum Thema energetische Gebäudesanierung
- Plattform zur regelmäßigen Bürgerinformation zum Thema Gebäudesanierung etablieren
- Individuelles und neutrales Beratungsangebot vor Ort
- Aktivierung von energetischen Sanierungen und Einsparungen bei Privathaushalten

Beschreibung:

Die Privathaushalte in Hofstetten haben mit rund 67 % den größten Anteil am Gesamtwärmeverbrauch der Gemeinde. Somit liegt hier ein bedeutender Hebel und ein wichtiges Handlungsfeld, wenn die Gemeinde einen klimaneutralen Gebäudebestand erreichen möchte.

Zur Erreichung des Ziels ist es wichtig, den Gebäudebesitzern Informationen und Bewusstsein für energetische Optimierungsmaßnahmen der Wärmeversorgung zu schaffen.

Dazu sollen Veranstaltungen organisiert werden, bei denen Hauseigentümer über die verschiedenen Möglichkeiten der energetischen Gebäudesanierung und zu Fördermitteln aufgeklärt werden. Als konkrete Aktion kann eine sogenannte Energiekarawane organisiert werden, bei der Hausbesitzer direkt angesprochen werden und diesen kostenlose, neutrale Vor-Ort Beratungen angeboten werden. Die Energiekarawane kann von der Gemeinde mit Energieberatern oder mit der regionalen Energieagentur organisiert werden.

Darüber hinaus können lokale Akteure wie Architekten, Planer oder auch Heizungsbauer aktiv in den Prozess involviert werden. Ebenso können Initiativen wie Bürgerberatungen eingebunden werden.

Um möglichst viele Eigentümer zu erreichen, empfiehlt es sich, sowohl Vor-Ort-Veranstaltungen als auch Online-Formate anzubieten. Dabei kann auf bestehende Online-Veranstaltungsreihen der Verbraucherzentrale, der Initiative Zukunft Altbau oder des Landkreises verwiesen werden. Auch eine gezielte Kommunikation über bestehende und jährlich stattfindende Kampagnen und Aktionen, wie etwa die Wärmewendewoche, der Wärmepumpen-Tag oder Angebote von Energieagentur, Landkreisen und Ländern, ermöglicht mit wenig Aufwand ein Angebot für die eigenen Bürger zu schaffen.

Die Gemeinde übernimmt für diese Maßnahme eine koordinierende Rolle. Sie kann für entsprechende Veranstaltungen Räumlichkeiten bereitstellen sowie sich um Themen- und Referentenanfragen bei Energieberatern, Architekten sowie der Energieagentur Ortenau kümmern. Indem die Kommune die Maßnahme koordiniert, kann eine Regelmäßigkeit der Veranstaltungen garantiert werden.

Erste Handlungsschritte:

1. Sondierung möglicher Themen, Anbieter und Partner zur Durchführung von Informationsveranstaltungen
2. Organisation adäquater Räumlichkeiten für wiederkehrende Veranstaltungen
3. Zielgruppe beleuchten, um auf Vortragsreihen auf diese zuzuschneiden
4. Öffentlichkeitsarbeit und Bewerbung bestehender Angebote

Zeitliche Einordnung:

Kurzfristig: Die Maßnahme ist zeitnah umsetzbar. Nach ersten Organisationsschritten, Test des ausgewählten Formats und ggf. Vornahme notwendiger Optimierungen.

Mittel- bis langfristig: Kampagnen und wiederkehrender Turnus zu empfehlen – Ziel sollte es sein, ein Programm mit mehreren Veranstaltungen pro Jahr aufzustellen und dieses zu bewerben.

Für die Umsetzung verantwortliche Akteure:

Gemeindeverwaltung, Energieagentur Ortenau GmbH, Verbraucherzentrale, Energieberater oder Fachfirmen

Von der Umsetzung betroffene Akteure:

Zielgruppe sind besonders die Gebäudeeigentümer (Privathaushalte und Gewerbebetriebe)

Kosten:

Stark abhängig vom Umfang der Kampagne und/oder Anzahl der Veranstaltungen.

Beispiel:

- Einstündige Beratungen durch Energieberater bei Gebäudebesitzer vor Ort: 80-90 € pro Beratung

Energie- und THG-Einsparungen:

Indirekt, nicht zu beziffern.

6	Vorbildhaftes energetisches Konzept beim Neubau kommunaler Liegenschaften
Handlungsfeld: Klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften	
Ziele: ▪ Klimaneutraler Neubau ▪ Kommunale Liegenschaften mit geringem Energieverbrauch ▪ Stärkung der Vorbildfunktion der Gemeinde im Klimaschutz	
Beschreibung: Aktuell gibt es Überlegungen für einen Neubau des Feuerwehrgerätehaus. Sofern dieses weiter geplant wird, soll für den Neubau ein energetisches Konzept entwickelt werden. Damit soll die Vorbildfunktion der Gemeinde im Klimaschutz wahrgenommen und nach außen kommuniziert werden.	
Erste Handlungsschritte: 1. Entscheidung bzgl. Neubau fällen 2. Entwicklung eines energetischen Konzeptes auf Basis der Pläne 3. Umsetzung des Konzeptes mit begleitender Kommunikation	
Zeitliche Einordnung: Kurz- mittelfristig: Energiekonzept kann aufgestellt werden, sobald die Entscheidung für den Neubau gefallen ist. Langfristig: Umsetzung, Evaluierung und ggf. Nachbesserung	
Für die Umsetzung verantwortliche Akteure: Gemeindeverwaltung, Energieberater, Energieagentur Ortenau GmbH	
Von der Umsetzung betroffene Akteure: Gemeindeverwaltung, Gemeinderat	
Kosten: Je nach Ausgestaltung des Projektes.	
Energie- und THG-Einsparungen: Vorerst nicht zu beziffern.	

6.5 Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans

Das KlimaG BW gibt vor, dass der kommunale Wärmeplan spätestens nach fünf Jahren fortgeschrieben werden muss. Für die Gemeinde Hofstetten wird dies somit 2030 relevant.

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 stets 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, sowie für Akteure und 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
 - Kontinuierliche Abstimmung mit den Energieversorgern
- Anpassung der Eignungsgebiete nach Bedarf und aktuellen Gegebenheiten
 - Abstimmung mit den Energieversorgern
- 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 Hofstetten 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 Umstellung bestehender sowie die Prüfung weiterer Wärmenetze und nicht zuletzt 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 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 Hofstetten 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 Klimaschutzgesetz des Landes (KlimaG BW) ist die Gemeinde Hofstetten 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 Geografischen 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 Hofstetten, 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 dem Auftraggeber 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, Botzenhart, Hamacher, & Zölitz, 2010).

Die Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in elf Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. Tabelle 13).

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 13 – 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 (CO₂e) umgerechnet. Im Text stehen die CO₂e-Werte synonym für die gesamten THG-Emissionen.

Anmerkungen zur angewandten Methodik:

- Die Energie- und THG-Bilanz wurde mit dem Tool BICO2 BW erstellt (Version 3.2.2). 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 entscheidende 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 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 Hofstetten zum Energieverbrauch für Wärme erhoben und ausgewertet:

- Das Überlandwerk Mittelbaden lieferten Daten zum Stromverbrauch der 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 Marktanreizprogramm 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 Hofstetten vom Statistischen Landesamt Baden-Württemberg und anhand von Zahlen zu den sozialversicherungs-pflichtigen 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 sind in der Gemeinde Hofstetten keine vorhanden. THG-Bilanzierung des Stromverbrauchs

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

Die 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 2022 0,505 t CO₂e/MWh beträgt (IFEU, 2024).

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 (Lastgangzählung) 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 2022 0,505 t CO₂e/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 aus erneuerbaren Energien einbezogen 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 0,057 t CO₂e/MWh und für Windkraft von 0,018 t CO₂e/MWh angenommen (IFEU, 2024).

8.3.5 Energie- und THG-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Zur Berechnung der THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten des Erdgasnetzbetreibers Badenova Netze GmbH für Erdgas verwendet. Zusätzlich wurden Daten des LUBWs zum Energieverbrauch kleiner und mittlerer Heizanlagen im Jahr 2022 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 14 entnommen werden. Die Faktoren stellt das Bilanzierungstool BICO2 BW (IFEU, 2024).

Energieträger	THG-Emissionen (t CO ₂ e/MWh)
Erdgas	0,257
Heizöl	0,313
Braunkohle	0,445
Fernwärme	0,022 (lokaler Faktor, berechnet anhand der lokalen Erzeugungsanlagen)
Flüssiggas	0,270
Energieholz	0,022
Solarthermie	0,023
Umweltwärme	0,158

Tabelle 14 – Emissionsfaktoren für die Wärmeerzeugung 2022 (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, 2024; IFEU, 2012).

Die Datengüte der erstellten Energie- und THG-Bilanz für das Jahr 2022, liegt bei 60 %, womit die Ergebnisse als relativ belastbar einzustufen sind. Tabelle 15 zeigt den jeweiligen Anteil und die Datengüte der Sektoren.

Sektor	Anteil	Datengüte	Belastbarkeit
Private Haushalte	64 %	40 %	Bedingt belastbar
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	11 %	46 %	Bedingt belastbar
Verarbeitendes Gewerbe	12 %	37 %	Bedingt belastbar
Kommunale Liegenschaften	3 %	100 %	Gut belastbar
Verkehr	10 %	56 %	Relativ belastbar
Gesamt		60 %	Relativ belastbar

Tabelle 15 – 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 Wasserstoff-typen 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 16 – 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).

Gebäude, die im Jahr 2002 oder später gebaut wurden (IWU Baualtersklassen J, K und L) werden aufgrund des ausbleibenden Sanierungsbedarf hier ausgespart und 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 mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 38 % und einem thermischen 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, 2025).

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 Wärmeerzeugungspotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle diese unbebauten und im Solaratlas als mindestens bedingt geeignet eingestuften 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, 2020b) die theoretisch für PV-Nutzung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und der Freiflächenöffnungsverordnung geeignet sind. Im Abgleich 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	6 °C (Klimazone 8 nach DIN 4710)
Wärmeleitfähigkeit λ	2,25 W/mK
Volumenbezogene Wärmekapazität $c_{p(V)}$	2,18 MJ/m ³ K

Tabelle 17 – 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 im Bereich von 45 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 Geothermiepotezial 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 18 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 / 11,88
Temperaturspreizung der Sole in den Sonden	3 K

Tabelle 18 – Vorgegebene Sondenparameter

Tabelle 19 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 120 m	29,0 / 26,5 / 23,2
Wassereintrittstemperatur in die Sonde	$\geq -3,0$ °C im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	$\leq 10,8$ K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	$\leq 6,8$ K im eingeschwungenen Zustand

Tabelle 19 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 20 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 %)
Vollbenutzungsstunden h	1.800
Maximale Monatslast	16 % der Jahreslast

Tabelle 20 – 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 21).

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 21 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte

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 Badenova Netze 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 22 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 22 – 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 2022. 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 Kohlenstoffsinken 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 Kohlenstoffsенке 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 von Hofstetten wurde anhand von Daten des Statistischen Landesamtes zur Bevölkerungsentwicklung des Landkreises ermittelt. Demnach wächst die Bevölkerung in der Gemeinde bis zum Jahr 2040 um 0,6 % pro Jahr. 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).

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, sinkt der Einsatz von Energieholz im Gesamten etwas ab. Es wird angenommen, dass Mengen, die durch bspw. Sanierungsmaßnahmen eingespart werden, durch neue Heizanlagen ausgeglichen werden.
- Der Einsatz von Solarthermie im Jahr 2040 bleibt auf einem konstanten Niveau. Es wird angenommen, dass bestehende Anlagen weiterhin in Betrieb bleiben. Für die zentrale Wärmeversorgung spielen im Zielszenario Freiflächen-Solarthermieanlagen keine Rolle.
- Trotz der aktuellen Planungen zum Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur zwischen Frankreich und Freiburg wird angenommen, dass Wasserstoff bis zum Jahr 2040 in der betrachteten Region nicht verfügbar sein wird.

- In den Eignungsgebieten für dezentrale Wärmeversorgung werden Wärmepumpen (Luft-Luft und Luft-Wasser) in Zukunft einen Großteil des Wärmebedarfs decken.
- Es wird angenommen, dass das Gebiet mit Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung zukünftig über ein Gebäudenetz versorgt wird. Für den Wärmeverbund, über den zukünftig der Gesamtwärmebedarf der Gebäude gedeckt werden soll, wird ein Anschlussgrad von 100 % angenommen.

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, Bartenstein, Hebisch, Kaiser, & Anders, 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 ₂ e/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 23 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Strom nach Erzeugungsart für die Jahre 2030 und 2040 (Peters, Bartenstein, Hebisch, Kaiser, & Anders, 2023)

Energieträger	THG-Emissionen (t CO ₂ e/MWh) im Jahr	
	2030	2040
Erdgas	0,233	0,233
Heizöl	0,311	0,311
Fernwärme ¹	0,022	0,022 (lokaler Faktor)
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
Elektrische Wärmepumpe	0,028	0,028

Tabelle 24 – Angenommene THG-Emissionsfaktoren für Wärme nach Energieträger für die Jahre 2030 und 2040 (Peters, Bartenstein, Hebisch, Kaiser, & Anders, 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 Bewertungsindikatoren zur Einteilung des Plangebietes in Wärmeversorgungsgebiete

Mit der Bestands- und der Potenzialanalyse werden relevante Grundlagen für das Zielszenario geklärt. Anschließend wird die Entwicklung des zukünftigen Wärmebedarfs für das Zielszenario abgeleitet. Im nächsten Schritt werden alle Teilgebiete qualitativ hinsichtlich ihrer Eignung als **Wärmenetzgebiet, Wasserstoffnetzgebiet** sowie Gebiete für die **dezentrale Wärmeversorgung** bewertet. Hierfür werden die vier Kriterien **Wärmegestehungskosten, Realisierungsrisiko, Versorgungssicherheit** sowie **kumulierte Treibhausgasemissionen** anhand von definierten Indikatoren bewertet.

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

Die Bewertung erfolgt unter dem Kapitel 3 Zielszenario.

Es werden folgende Indikatoren für die Bewertung von zukünftigen Wärmeversorgungsgebieten verwendet: Tabelle 25 gibt die Indikatoren zur Bewertung der Wärmegestehungskosten einer zentralen Wärmenetzversorgung an.

Indikator	Welche Rolle spielen die Indikatoren für ein Wärmenetz?
Wärmeliniendichte	Die Wärmeliniendichte im Straßenzug sollte flächendeckend bei mindestens 1.300 bis 3.000 kWh/m*a liegen, um ein Plangebiet als Wärmenetz geeignet zu bewerten (hohe Eignung ab 2.000 kWh/m*a)
Ankerkunden	Ankerkunden können ein Wärmenetz wirtschaftlicher machen, wenn diese einen konstanten Wärmeabsatz garantieren und/oder ganzjährig Warmwasser benötigen
Erwarteter Anschlussgrad	Bei hohem Anteil an älteren Gebäuden und bei hohem Anteil an fossilen Energieträgern bei der aktuellen Wärmeversorgung kann mit hohen Anschlussgraden an ein Wärmenetz gerechnet werden
Prozesswärmebedarf	Ein hoher Prozesswärmebedarf kann sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes auswirken, sofern das Temperaturniveau zu erreichen ist
Spez. Investitionsaufwand für ein Wärmenetz	Sofern eine kompakte Bebauung, eine ausreichend breite Straßenführung, kurze Leitungszugänge zu den Gebäuden und ein leicht verfügbares Platzangebot für eine Heizungszentrale gegeben sind, können die spezifischen Investitionskosten für den Netzbau geringgehalten werden.
Wasserstoffpotenzial	Liegt ein Wasserstoffpotenzial in Form einer Anbindung an eine geplante H ₂ -Haupttrasse und in Form eines bestehenden Gasnetzes vor, dann kann in Zukunft ein Plangebiet mit Wasserstoff versorgt werden
Abwärmepotenzial	Ein zur Verfügung stehendes Abwärmepotenzial kann für das zur Verfügung stellende Unternehmen Vorteile generieren, wenn damit ein Wohn- oder Gewerbegebiet günstig wärmeversorgt werden kann.
EE-Potenzial	Leicht zugängliche Potenziale an erneuerbaren Energien (EE) können sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes auswirken, da der Energieträger nicht aus weiter Entfernung herbeigeschafft werden muss.
Invest Anlagentechnik	Bei einer hohen Wärmedichte und einem günstigen Energieträger ergibt sich ein günstiges Verhältnis von Anlageninvestition zu Wärmeabsatz.

Tabelle 25 – Indikatoren zur Bewertung der Wärmegestehungskosten für ein Wärmenetz (nach Leitfaden Wärmeplanung 2024, KWW Halle)

Fallen die Bewertung für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes negativ aus, dann werden die Wasserstoff-Wärmeversorgung oder die dezentrale Wärmeversorgung favorisiert. Eine Versorgung über Wasserstoff als Energieträger ist nur dann plausibel, wenn eine Anbindungsmöglichkeit an ein zukünftiges Wasserstoffnetz möglich erscheint und wenn bereits eine Gasnetzinfrastuktur vorliegt.

In Tabelle 26 werden die Risiken der jeweiligen Wärmeversorgungsarten eingeschätzt. Ziel der Berücksichtigung des Kriteriums Realisierungsrisiko/Versorgungssicherheit ist es, im Rahmen der Wärmeplanung Pläne zu entwickeln, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit umsetzen lassen und die auch bei sich ändernden Rahmenbedingungen Bestand haben (Robustheit). Dieses Ziel soll erreicht werden, indem das mit den jeweiligen Versorgungsoptionen verbundene Realisierungsrisiko sowie die damit verbundene zu erwartende Versorgungssicherheit abgeschätzt werden.

Indikator	Welche Rolle spielen die Risiko-Indikatoren für eine der drei Wärmeversorgungsarten?
Infrastruktur-Baurisiken	Risikobewertung hinsichtlich Auf-, Aus- und Umbau der Infrastruktur in Bezug auf eine der drei Wärmeversorgungsarten.
Ressourcenverfügbarkeit	Risikobewertung hinsichtlich der rechtzeitigen Verfügbarkeit von vorgelegerten Infrastrukturen (Heizanlagen, Anlagen- und Netzbaufirmen u.a.)
Energieträgerverfügbarkeit	Risikobewertung hinsichtlich der rechtzeitigen Verfügbarkeit von Energieträgern oder der Erschließung lokaler Energiequellen
Robuste Rahmenbedingungen	Risikobewertung hinsichtlich der Robustheit von Rahmenbedingungen (Kosten, Energieträgerverfügbarkeit, Attraktivität für das wirtschaftliche Interesse, voraussichtliche Anschlussquoten, technische Geeignetheit u.a.).

Tabelle 26 – Indikatoren zur Bewertung der Risiken für eine der drei Wärmeversorgungsarten (nach Leitfaden Wärmeplanung 2024, KWW Halle)

Die Bewertung der kumulierten Treibhausgasemissionen in Tabelle 27 ergeben sich aus der Entwicklung des Energiebedarfs und der sukzessiven Umstellung der Wärmeerzeugung in den betrachteten Teilgebieten. Eine Abschätzung ist für den gesamten Zeitraum vom Startjahr der Betrachtung bis zum Zieljahr notwendig. Bei der Bewertung der kumulierten Treibhausgasemissionen spielt der Zeitpunkt der Umstellung der Wärmeerzeugung in Gebäuden und Prozessen, aber auch bei der Wärmeerzeugung in Wärmenetzen eine wichtige Rolle: Je später die Umstellung erfolgt, desto höher sind die kumulierten Treibhausgasemissionen. Insbesondere in Wasserstoffnetzgebieten, die erst nach 2040 auf Wasserstoff umgestellt werden, können die kumulierten Emissionen durch die lange Verbrennung von fossilem Erdgas hoch sein. Gleiches gilt auch für Wärmenetze, bei denen die Wärmeerzeugung erst sehr spät von fossilen Energieträgern auf alternative Wärmequellen umgestellt wird.

Indikator	Welche Rolle spielt die Bewertung der THG-Emissionen für die Umstellung der Wärmeversorgungsart?
Kumulierte Treibhausgasemissionen	Bewertung der bis 2040 kumulierten THG-Emissionen in Bezug auf die Dauer der Umstellung eines Versorgungsgebietes auf Wärmenetzversorgung oder auf Wasserstoffversorgung oder auf dezentrale Versorgungsarten von fossilen auf erneuerbaren Energieträgern.

Tabelle 27 – Bewertung der bis 2040 kumulierten THG-Emissionen bei Umstellung auf eine der drei Wärmeversorgungsarten (nach Leitfaden Wärmeplanung 2024, KWW Halle)

Zur Identifikation geeigneter zukünftiger Wärmeversorgungsgebiete wurde in Anlehnung auf den Empfehlungen des KWW-Handlungsleitfadens zur kommunalen Wärmeplanung, ergänzt durch die langjährige Erfahrung der Badenova Netze eine Bewertungsmatrix entwickelt. Ziel der Matrix ist eine systematische, transparente und vergleichbare Bewertung der Eignung eines Gebietes für drei zukünftig mögliche Versorgungskategorien:

- Wärmenetz
- Wasserstoffversorgung
- Dezentrale Wärmeversorgung

Die Bewertung erfolgt über eine Punkteskala, deren Gesamtergebnis die Eignung eines Gebietes von „sehr wahrscheinlich geeignet“ bis „sehr wahrscheinlich ungeeignet“ abbildet. Ein möglicher Umsetzungszeitraum wird auf Basis der Eignung sowie der Motivation eine Gemeinde kurz- mittel- bis langfristig definiert. Sollte sich in Ausnahmefällen keine der drei Versorgungsarten als geeignet erweisen, wird ein Teilgebiet als Prüfgebiet ausgewiesen, was bedeutet, dass keine der drei Technologien mit heutigem Wissen prioritär verfolgt werden kann.

Bewertungslogik

Für jede Versorgungskategorie wurden zentrale technische und wirtschaftliche Einflussgrößen definiert und nach ihrer Bedeutung gewichtet. Die Kriterien werden für jedes abgegrenzte Gebiet bewertet und zu einem Gesamtwert aggregiert (Tabelle 28). Die Gewichtungen orientieren sich an der technologischen Bedeutung der jeweiligen Option.

a) Wärmenetzgebiete

Die Eignung wird vor allem durch die Wärmeliniendichte bestimmt, die mit Abstand das wichtigste Kriterium darstellt. Sie ist maßgeblich für die Wirtschaftlichkeit eines Netzes und wirkt als Ausschlusskriterium: Ohne ausreichende Dichte ist ein Wärmenetz in der Regel nicht wirtschaftlich umsetzbar. Weitere einfließende Faktoren sind u. a. das Potenzial für Ankerkunden, die Anschlussbereitschaft potenzieller Kunden sowie mögliche vorhandene Abwärme- oder erneuerbare Wärmequellen.

b) Wasserstoffgebiete

Für Wasserstoffgebiete sind zwei Grundvoraussetzungen entscheidend:

Das Vorhandensein eines bestehenden Gasnetzes, sowie die zu erwartende zukünftige Preisentwicklung von Wasserstoff, die maßgeblich die Wirtschaftlichkeit bestimmt.

Ergänzend berücksichtigt werden Faktoren wie die Nähe zum Wasserstoffkernnetz, lokale Stromüberschüsse und der Bedarf relevanter Großverbraucher.

c) Dezentrale Gebiete

Hier stehen gebäudespezifische und netztechnische Aspekte im Vordergrund, insbesondere:

Gebäudetyp und Wärmebedarf, die technologische Eignung für Niedertemperatursysteme (v. a. nach Sanierung), sowie die Verfügbarkeit von Stromnetzkapazitäten für einen hohen Anteil an Wärmepumpen.

Ergebnis der Punktbewertung	Wahrscheinlichkeitsangabe
≥ 1	Sehr wahrscheinlich geeignet
< 1	Wahrscheinlich geeignet
$< 0,75$	Wahrscheinlich ungeeignet
$< 0,25$	Sehr wahrscheinlich ungeeignet

Tabelle 28 – Punktbewertung und Wahrscheinlichkeitsangabe für die Bewertung eines Eignungsgebietes

Zur ergänzenden Risikoanalyse für Wärmenetz- und Wasserstoffgebiete erfolgt eine qualitative Risikoabschätzung (Tabelle 29). Diese ergänzt die quantitative Bewertung und dient dazu, potenzielle Unsicherheiten oder Abhängigkeiten transparent darzustellen. Sie beeinflusst nicht die Punktbewertung selbst, verbessert aber die Interpretation und Priorisierung der Gebiete.

Für das Umsetzungsrisiko wird eine Prozentangabe mit folgender Abstufung berechnet:

Ergebnis der Risikobewertung	Wahrscheinlichkeitsangabe
$< 20 \%$	Kein Umsetzungsrisiko
$> 20\%$	Geringes Umsetzungsrisiko
$> 30 \%$	Mittleres Umsetzungsrisiko
$\geq 50 \%$	Hohes Umsetzungsrisiko

Tabelle 29 – Risikobewertung mit Wahrscheinlichkeitsangabe

Interpretation

Die Ergebnisse der Bewertungsmatrix sowie der ergänzenden Risikoabwägung dienen als Entscheidungsbasis zur Ableitung möglicher zukünftiger Wärmeversorgungsgebiete. Durch die Kombination aus einer Bewertung der einzelnen Kriterien sowie einer dahinterliegenden Gewichtung wird eine nachvollziehbare und konsistente Einordnung der Teilgebiete ermöglicht. Die detaillierten Einzelergebnisse werden im Fachgutachten in Form von Tabellen und Bewertungsübersichten dargestellt.

Beispielhaft seien die Bewertungsmatrizen für das Wärmenetz-Eignungsgebiet in Hofstetten in Bezug auf Zentrale Versorgung, Dezentrale Versorgung und Wasserstoffversorgung in Tabelle 30 dargestellt:

Wärmenetz			
Wärmelinienichte	1,3 - 2 MWh/m*a	mittlere Eignung	0
Potenzielle Wärmenetz Ankerkunden	größere (kommunale) Liegenschaften	hohe Eignung	2
Erwarteter Anschlussgrad an ein Wärmenetz	hoher Anschlussgrad	Hohe Eignung	2
Wärmenetze vorhanden?	kein Wärmenetz in benachbarten Teilgebieten vorhanden oder Wärmenetz in benachbartem Gebiet vorhanden, aber aufwendige Verbindung der Teilgebiete (z.B. Überquerung von Bahntrassen oder Gewässern notwendig)	geringe Eignung	0
Kosten der Verlegung	niedrige Komplexität	positiv	2
Größeres Abwärmepotenzial vorhanden?	kein größeres Abwärmepotenzial vorhanden	neutral	0
Größeres erneuerbares Wärme Potenzial vorhanden?	kein größeres erneuerbares Wärme Potenzial vorhanden	neutral	0
wahrscheinlich geeignet			0,86
Umsetzungszeitraum (Stützjahre)	kurzfristig	2030	
Relevante Risiken			
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit der erforderlichen vorgelagerten Infrastruktur	geringes Risiko bzgl. der vorgelagerten Infrastruktur	gering	20%
Risiken hinsichtlich der rechtzeitigen Verfügbarkeit der Energieträger bzw. lokaler Wärmequellen oder hinsichtlich der Verfügbarkeiten eines lokalen Betreibers.	geringes Risiko bzgl. der Verfügbarkeit der Energieträger / Wärmequellen	gering	20%
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	geringer Einfluss der Rahmenbedingungen	gering	20%
kein Umsetzungs-Risiko			20%

Dezentrale Versorgung (WP)			
Gebäudetyp	eher Mischgebäude	neutral	1
Wärmebedarf	hoher spezifischer Wärmebedarf	negativ	0
EE-Anteil der existierenden Heizungen	mittlerer Anteil EE-Heizungen	neutral	1
Eignung (nach Sanierung) Außengeräte möglich?	Platz für Außengeräte unklar	neutral	-0,5
Stromnetzkapazitäten	Kapazitäten unbekannt	neutral	0
wahrscheinlich ungeeignet			0,30

Wasserstoff			
Gasnetz vorhanden	Gasnetz in Teilgebiet nicht vorhanden	geringe Eignung	-5
Wasserstoffkernnetz in der Nähe	Wasserstoffkernnetz weit weg	geringe Eignung	-1
Lokale Überkapazitäten von erneuerbarem Strom	lokale Überkapazitäten von erneuerbarem Strom zukünftig möglich	neutral	0
Wasserstoffaktivitäten des Gasnetzbetreibers / der Gemeinde	absehbar keine Wasserstoffaktivitäten des Gasnetzbetreibers / der Gemeinde geplant	negativ	-3
Wasserstoffbedarf von Großkunden	unklar	neutral	0
Erwarteter Anschlussgrad an ein H2-Gasnetz	niedriger H2 Anschlussgrad	geringe Eignung	-3
Preisentwicklung Wasserstoff	hoher H2 Preis	negativ	-5
sehr wahrscheinlich ungeeignet			-2,43
Umsetzungszeitraum (Stützjahre)	sehr wahrscheinlich ungeeignet		
Relevante Risiken			
Risiken hinsichtlich rechtzeitiger Verfügbarkeit der erforderlichen vorgelagerten Infrastruktur	hohes Risiko bzgl. der vorgelagerten Infrastruktur	hoch	100%
Risiken hinsichtlich der rechtzeitigen Verfügbarkeit der Energieträger bzw. lokaler Wärmequellen	hohes Risiko bzgl. der Verfügbarkeit der Energieträger / Wärmequellen	hoch	100%
Robustheit hinsichtlich sich ändernder Rahmenbedingungen	hoher Einfluss der Rahmenbedingungen	hoch	100%
hohes Umsetzungs-Risiko			100%

Tabelle 30 – Bewertungsmatrizen für die Beurteilung eines Plangebietes für die zentrale und dezentrale Versorgung sowie für die Versorgung mit Wasserstoff.

9. Literaturverzeichnis

- Agentur für erneuerbare Energien. (2017). *Industrieller Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen*.
- Agentur für Erneuerbare Energien. (2022). *Energieträger für Industrielle Prozesswärme*. Von <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/endenergetraeger-fuer-industrielle-prozesswaerme> abgerufen
- 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.
- dena. (2022). *Erneuerbare Energien integrieren – Versorgungssicherheit gewährleisten*. Abgerufen am 28. Februar 2023 von <https://www.dena.de/themenprojekte/energiesysteme/flexibilitaet-und-speicher/>
- dena. (2023). *Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen*. Abgerufen am März 2023 von https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/Thermische_Energiespeicher_fuer_Quartiere_-_Aktualisierung.pdf
- DVGW. (2025). *Interaktive Power to Gas Karte Deutschland*. Von <https://www.dvgw.de/themen/energiewende/power-to-gas/interaktive-power-to-gas-karte> abgerufen
- Europäisches Parlament. (2022). *Was versteht man unter Klimaneutralität und wie kann diese bis 2050 erreicht werden?* Abgerufen am 27. 01 2023 von <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*. Fraunhofer ISI – Benjamin Pflüger. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- Fritz. (2018). *Kommunale Abwässer als Potenzial für die Wärmewende*. Heidelberg: ifeu.
- Günther, D. et al. (2020). *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Version 2.1*. Freiburg: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE.
- Hamacher, T., & Hausladen, G. (2011). *Leitfaden Energienutzungsplan*. Report / Forschungsbericht, Bayer. Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG), Bayer. Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT); Oberste Baubehörde im Bayer. Staatsministerium des Innern (OBB). Von www.energieatlas.bayern.de abgerufen
- Holm, Sprengard, & Lohr. (2024). *Klimaziellücke im Gebäudesektor: Untersuchung der Auswirkungen des aktuellen GEG-Kompromisses auf die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor in Deutschland*. Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München.
- IFEU. (2012). *Pilotphase zum kommunalen Energie- und CO₂-Bilanzierungstool BiCO₂ BW: Endbericht*. Heidelberg.
- IFEU. (2024). *BiCO₂ BW: Version 3.10*. Heidelberg.
- Institut Wohnen und Umwelt (IWU). (2005). *Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze, Darmstadt*. Darmstadt. Abgerufen am 2022 von https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/2003_IWU_Deutsche-Geb%C3%A4udetypologie-Systematik-und-Datens%C3%A4tze.pdf

- Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB). (2021). *LGRB-Kartenviewer - Layer: Aufschlussdatenbank/Bohrdatenbank (ADB)*. Online verfügbar unter: <https://maps.lgrb-bw.de/>.
- LUBW. (2020a). *Energieatlas - Ermitteltes Wasserkraftpotenzial*. Von <https://www.energieatlas-bw.de/wasser/ermitteltes-wasserkraftpotenzial> abgerufen
- LUBW. (2020b). *Freiflächen*. Von <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/freiflaechen> abgerufen
- LUBW. (2020c). *Windenergie in Baden-Württemberg*. Von <https://www.energieatlas-bw.de/wind/anlagen-und-potenziale> abgerufen
- LUBW. (2023). *Solarenergie in Baden-Württemberg*. Von <https://www.energieatlas-bw.de/sonne> abgerufen
- LUBW. (05. 07 2025). *Freiflächen*. Von <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/freiflaechen> abgerufen
- Ministerium für Umwelt, K. u.-W. (2018). *Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS)*. Von <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/erneuerbare-energien/geothermie/lqs-ews> abgerufen
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. (Oktober 2023). *Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022*. Stuttgart.
- Nitsch, & Magosch. (2021). *Plattform Erneuerbare Energien - BADEN-WÜRTTEMBERG KLIMANEUTRAL 2040*. (P. E. Energien, Hrsg.) Abgerufen am 28. Februar 2023 von https://erneuerbare-bw.de/fileadmin/user_upload/pee/Startseite/Magazin/Projekt/PDF/20211027_Studie_EE-Ausbau_fuer_klimaneutrales_BW.pdf
- Peters, Bartenstein, Hebisch, Kaiser, & Anders. (2023). *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg, Version 1.1*. Stuttgart: Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH.
- Powerloop, K. L. (03. Juli 2020). *Wärme-Kraft-Kopplung - Der Schlüssel für eine sichere , saubere und bezahlbare Energiezukunft*. Abgerufen am 27. Februar 2023 von <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. Abgerufen am 20. 11 2023 von https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_01_DE_KNDE2045/KNDE2045_Langfassung.pdf
- Purr, K., Günther, J., Lehmann, H., & Nuss, P. (2019). *Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. RESCUE-Studie, 36/2019*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Rehmann, F., Streblow, R., & Müller, D. (2022). *Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäude und Quartieren, Whitepaper*. Berlin. Abgerufen am 15. November 2022 von <https://depositonce.tu-berlin.de/items/077fff2a-fd4c-4427-9dac-4f97c2e4fe9c>
- STALA BW. (2024). *Struktur- und Regionaldatenbank*. Abgerufen am 2022 von <https://www.statistik-bw.de/SRDB/?E=GS>

- Sterner, M., & Stadler, I. (2014). *Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
- VKU. (2017). *Erdgasinfrastruktur in der Zukunft: Darauf können wir aufbauen*. Berlin: VKU Verlag GmbH.
- WBGU. (2011). *Welt im Wandel - Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*. Berlin: WBGU.

10. Anhang

In diesem Anhang befinden sich folgende Dokumente:

- Ortsteil-Steckbriefe der Gemarkung mit folgenden Inhalten (siehe 10.1 bis 11.4):
 - Beschreibung des energetischen Ist-Zustands der Gebäude und der Heizanlagen in dem ausgewählten Ortsteil oder Quartier
 - Darstellung und Beschreibung der zentralen und dezentralen Wärmeversorgungsgebiete
 - Lokal verfügbare Wärme- und Stromerzeugungspotenziale, Einsparpotenziale durch Gebäudeeffizienzmaßnahmen
- Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen (siehe 10.4):
 - Ein beispielhafter Steckbrief

Zusätzlich werden diesem Fachgutachten folgende Dokumente separat als PDF beigelegt:

- Detaillierte Karten
 - Wärmeverbrauch auf Baublockebene
 - Einsparpotenziale durch energetische Sanierung von Wohngebäuden
 - Dachflächenpotenziale für Solarthermie- und PV-Anlagen
 - Erdwärmepotenziale
 - Wärmepumpenpotenzial (Luft-Wasser-Wärmepumpe)
- Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen
 - Steckbriefe der häufigsten Gebäudetypen in Hofstetten

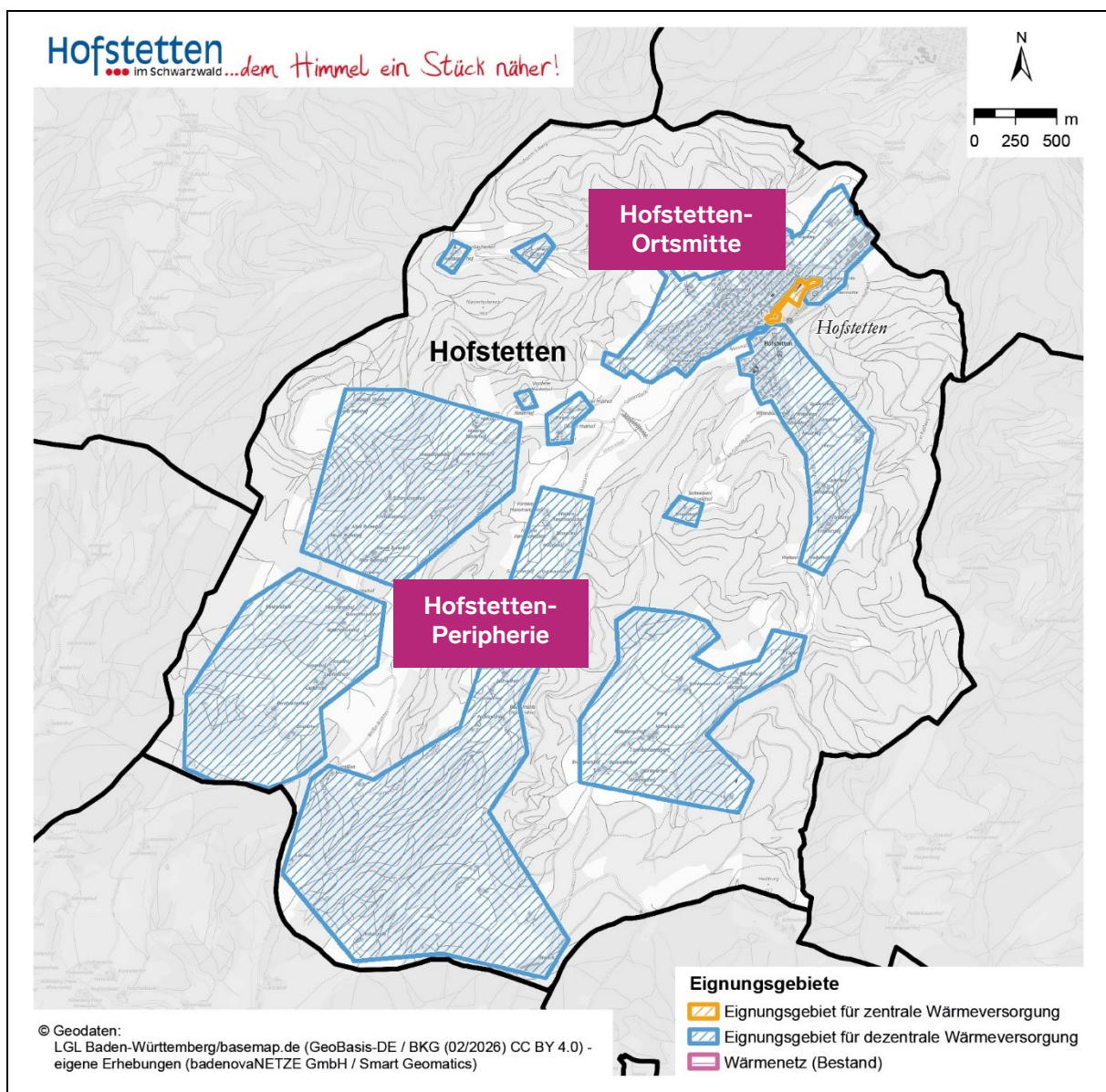
10.1 Gebietsaufteilung der Ortsteilsteckbriefe

Im Rahmen der Erstellung der Ortsteilsteckbriefe für die Gemeinde Hofstetten wurden zur Orientierung sowohl offizielle Gemarkungsgrenzen als auch natürliche und bauliche Grenzen herangezogen und mit der Verwaltung abgestimmt.

Die Gemeinde Hofstetten wird im Folgenden in zwei Ortsteilsteile unterteilt, die wiederum jeweils in einem Ortsteilsteckbrief detailliert analysiert und beschrieben werden. Dies soll dazu dienen, Handlungsfelder auf Quartiersebene zu erkennen und deutlich zu machen.

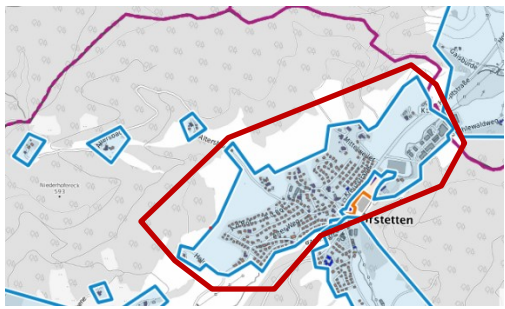
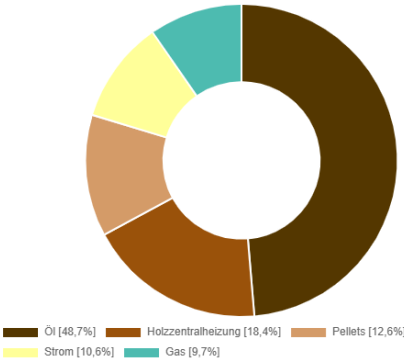
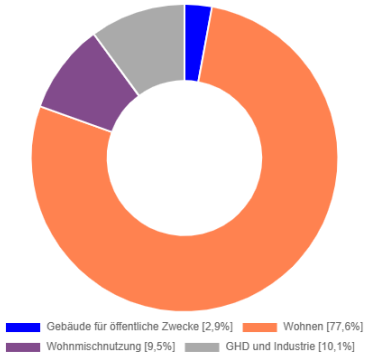
Die Gemeinde wurde wie folgt unterteilt und im Folgenden beschrieben (vgl. Karte 17):

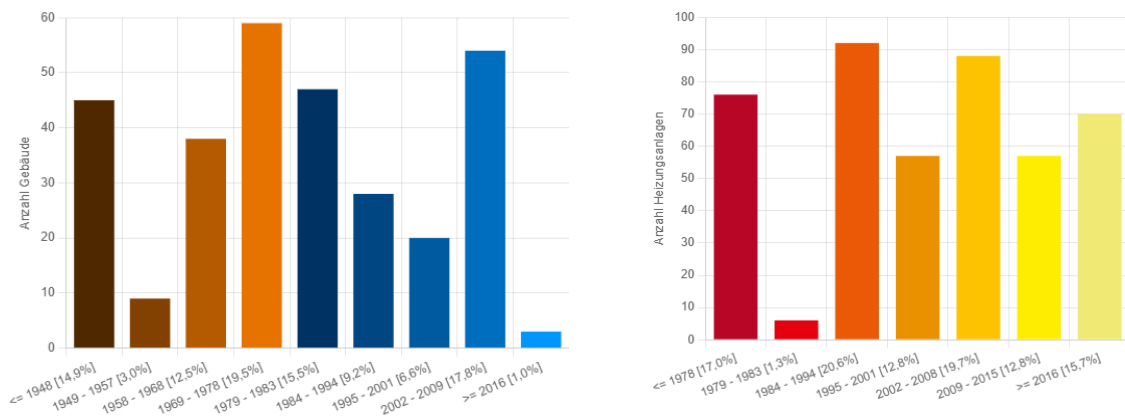
- Hofstetten-Ortsmitte
- Hofstetten-Peripherie



Karte 17 - Gebietsaufteilung der Ortsteilsteckbriefe

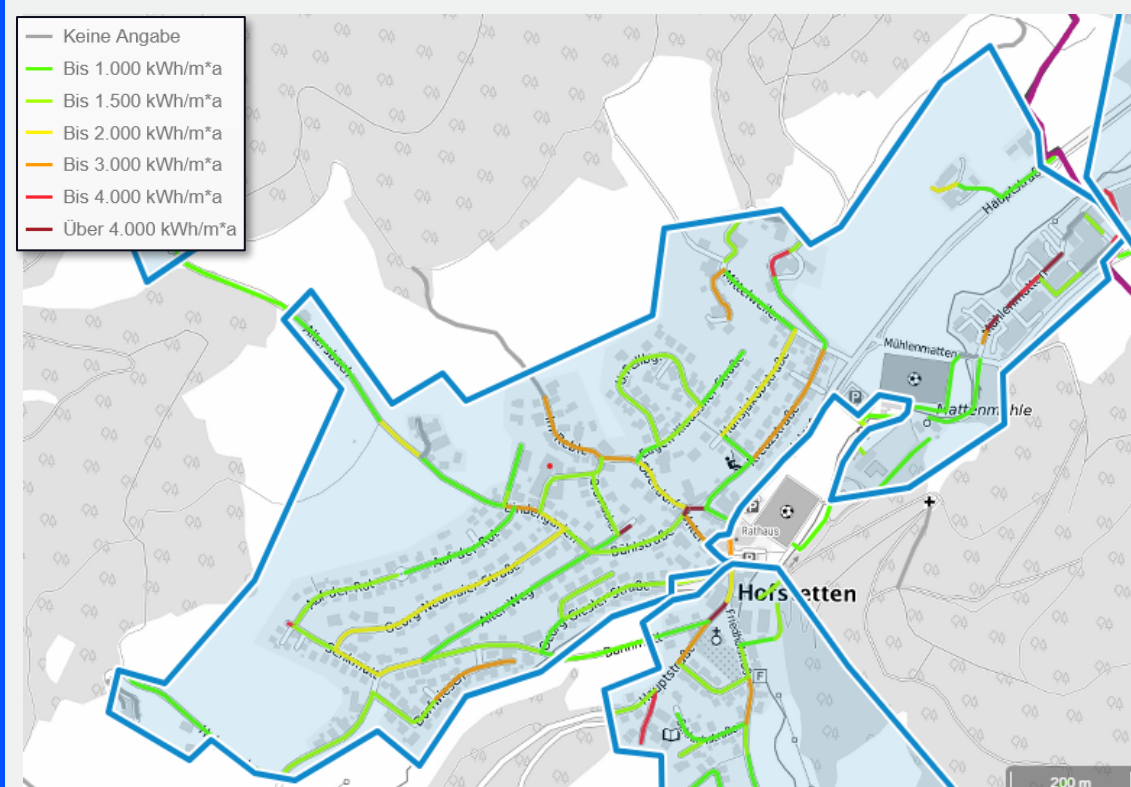
10.2 Steckbrief Hofstetten-Ortsmitte

Beschreibung des Ortsteils		Lage
Anzahl beheizter Gebäude	376	
Wärmeverbrauch 2022	10.652 MWh	
Einsparpotenzial Sanierung	46 %	
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung
Der Ortsteil ist nicht durch ein Gasnetz erschlossen. Etwa 58 % des Energiebedarfs wird mit Erdgas- und Heizölheizungen gedeckt.  Öl [48,7%] Holzcentralheizung [18,4%] Pellets [12,6%] Strom [10,6%] Gas [9,7%]		Der überwiegende Teil mit ca. 78 % der Gebäude in Hofstetten-Ortsmitte sind Wohngebäude, neben Gewerbe (10 %) und Wohnmischnutzung (9,5 %).  Gebäude für öffentliche Zwecke [2,9%] Wohnen [77,6%] Wohnmischnutzung [9,5%] GHD und Industrie [10,1%]
Gebäudealter		
Ca. 65 % der beheizten Gebäude in Hofstetten-Ortsmitte wurden vor der 2. Wärmeschutzverordnung von 1984 errichtet. Dementsprechend liegen ein hoher Wärmeverbrauch sowie ein hohes Sanierungspotenzial pro Wohnfläche vor. Rund 52 % der Heizanlagen sind älter als 25 Jahre. In den zwei nachfolgenden Abbildungen sind die Altersstrukturen der Wohngebäude (links) sowie deren Anzahl und die Altersstrukturen der eingesetzten Heizanlagen (rechts) in dem definierten Quartier dargestellt.		



Eignungsgebiete in Hofstetten Ortsmitte

1. Übersicht und dezentrale Wärmeversorgung



Eignungsgebiet für dezentrale Versorgungslösungen im Quartier Hofstetten-Ortsmitte mit Angabe der Wärmedichte im Straßenzug.

Übersicht und dezentrale Wärmeversorgung:

In Hofstetten wird lediglich ein kleiner Wärmeverbund um den Kindergarten als Eignungsgebiet für eine zentrale Versorgung definiert. Der Großteil wird hingegen als Eignungsgebiet für eine dezentrale Wärmeversorgung deklariert. Auf Grund der unterschiedlichen Gebäude- und Nutzungsstrukturen wird sich die Wärmeversorgung in Hof-

stetten-Ortsmitte zukünftig bei den eingesetzten Energieträgern unterschiedlich gestalten. Zum einen wird in den dezentralen Gebieten die Kombination von Wärmepumpen mit PV-Anlagen oder dezentrale holzbasierte Heizanlagen (bspw. Pellets, Hackschnitzel, Scheitholz) in Kombination mit Solarthermie für eine klimaneutrale Wärmeversorgung als sinnvoll erachtet. Die Teil- oder Vollsanierung von Gebäuden kann in einigen Fällen für den effizienten Einsatz von Wärmepumpen sinnvoll sein. Häufig reichen bereits technische Optimierungen, zum Beispiel der Einbau größerer Heizkörper oder aber Sanierungen geringen Umfangs wie zum Beispiel die Dämmung der Kellerdecke. Für große Heizleistungen in unsanierten Gebäuden können bis 2040 hybride Systeme mit fossilem Anteil zum Einsatz kommen, zum Beispiel die Kombination aus bestehendem Heizöl-/Erdgaskessel und einer Wärmepumpe. Ab 2040 müssen dann regenerative Energieträger das Heizöl oder das Erdgas ersetzen. Lokale Wärmepotenziale bestehen für die Nutzung von Energieholz, Solarthermie und Umweltwärme.

Dezentrale Wärmeversorgung (blau eingezeichnete Gebiete in der Ortsmitte):

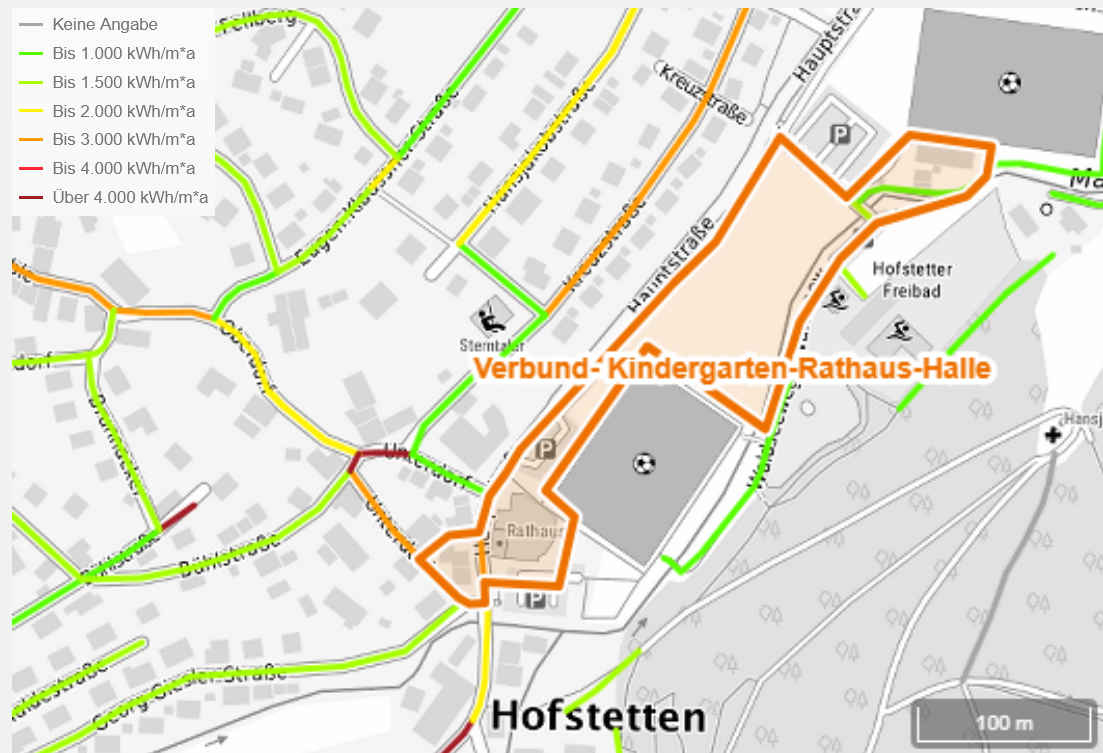
- 368 beheizte Gebäude im Gebiet (270 Wohngebäude, 35 Gewerbegebäude, 31 Gebäude mit Wohnmischnutzung, 4 Gebäude für öffentliche Zwecke, 28 sonstige Gebäude)
- Endenergieverbrauch im Eignungsgebiet: ca. 10.375 MWh/Jahr
- Wärmeversorgungsstruktur: Erdgas (5,4 %); Heizöl (51,2 %); Heizstrom (16,5 %); Holzzentralheizung (12,8 %); Holzpellets (14,1 %)
- Leistung der Heizanlagen gesamt (exklusive Heizstrom): 9 MW
- Einsparpotenzial durch Wohngebäudesanierung: ca. 3.814 MWh/Jahr (46 % Endenergie)
- PV-Dachpotenzial: ca. 14.990 MWh/Jahr
- PV-Freiflächenpotenzial: k.A.

2. Übersicht und zentrale Wärmeversorgung

In Hofstetten wurde 2023 der „Sterntaler“ Kindergarten errichtet, der mittels Hackschnitzelanlage mit Wärme versorgt wird. Es gibt Überlegungen über diese Anlage weitere, v.a. kommunale Gebäude zentral mit Wärme zu versorgen. Die kommunalen Gebäuden in der Umgebung um den Kindergarten sind mit der alten Gebäudestruktur und der Nähe zur bestehenden Hackschnitzelanlage besonders für eine zentrale Versorgung mit Wärme geeignet.

Die datenbasierte Erarbeitung der Eignungsgebiete in Hofstetten hat, darüberhinaus keine weiteren Eignungsgebiete für eine zentrale Versorgung mit Wärme ergeben.

Die folgende Karte zeigt zunächst die Verortung des zentralen Eignungsgebietes. Im Folgenden wird dieses detaillierter ausgewertet und dargestellt.



Übersicht des Wärmenetzsignungsgebietes (orange) der Ortsmitte von Hofstetten. Dazu die Wärmedichte im Straßenzug mit Legende.

2.1 Zentrales Eignungsgebiet „Wärmeverbund Kindergarten-Rathaus-Halle“

- 8 Gebäude im Gebiet (6 Gebäude für öffentliche Zwecke, 2 Gebäude mit Wohnmischnutzung)
- Endenergieverbrauch im Eignungsgebiet: 277 MWh/Jahr (davon 24 % private Haushalte)
- Wärmeversorgungsstruktur: Erdgas (10 %); Heizöl (38 %); Holzzentralheizung (51 %)
- Leistung der Heizanlagen gesamt (exklusive Heizstrom): <1 MW
- Hauptleitungslänge: 209 m; Länge Hausanschlüsse: 393 m; Anzahl Hausanschlüsse: 24 Anschlüsse
- Einsparpotenzial durch Wohngebäudesanierung: ca. 37 MWh/Jahr (56 %) Endenergie
- PV-Dachpotenzial: 351 MWh/Jahr

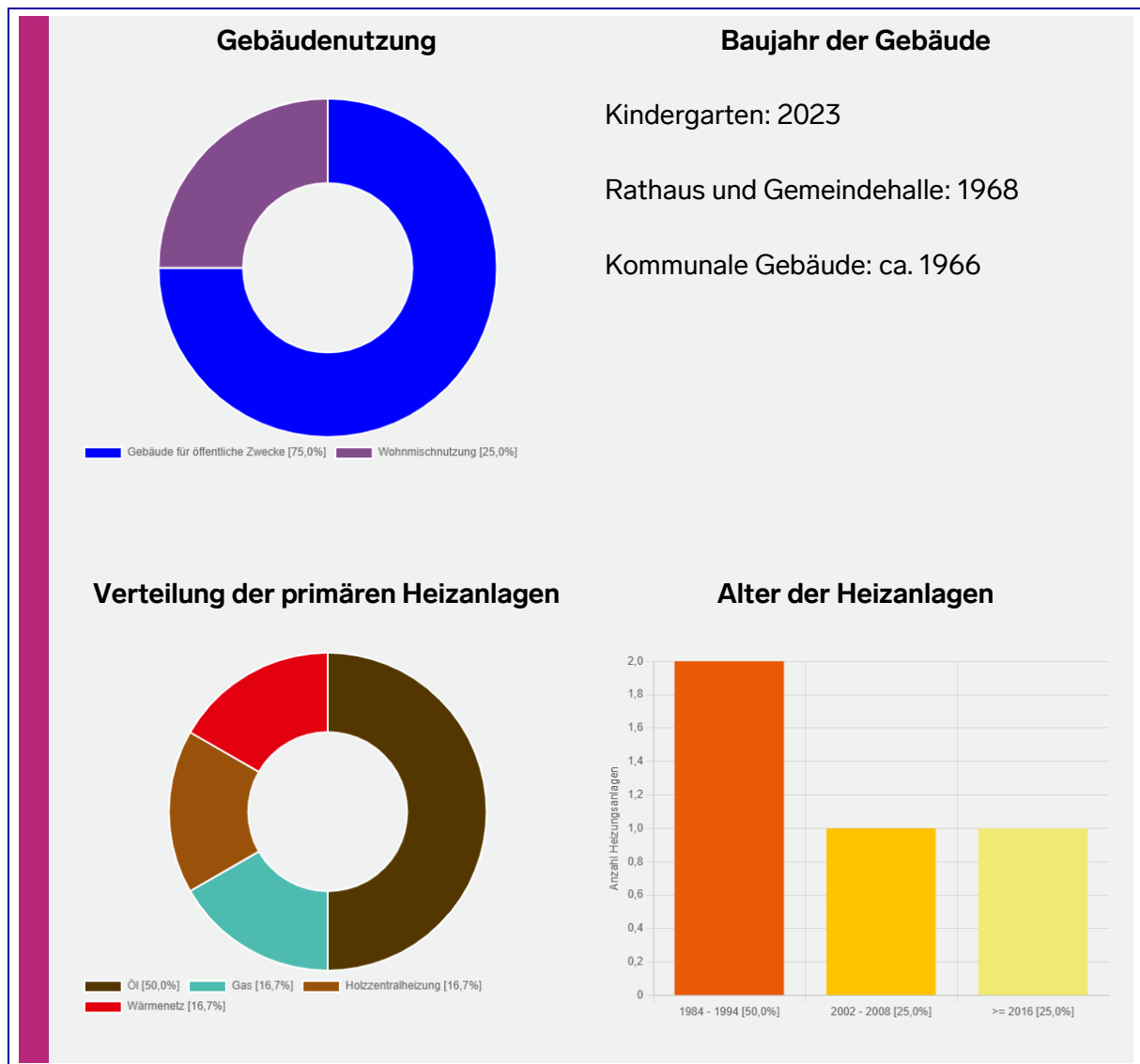
Die Gebäudeanschlüsse im Eignungsgebiet zeigt folgender Kartenausschnitt:



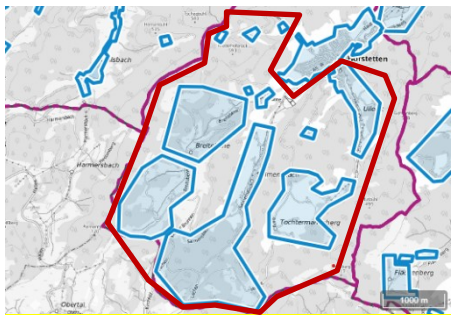
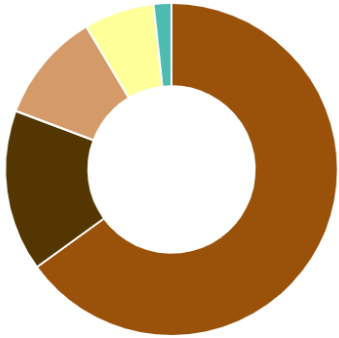
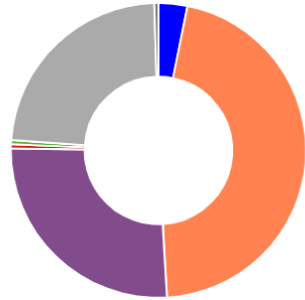
Das Eignungsgebiet wird – abgesehen von der Hackschnitzelanlage – überwiegend mit fossilen Energieträgern versorgt. Diese machen zusammen knapp die Hälfte des Wärmeverbrauchs aus (Erdgas (10 %), Heizöl (38 %)). Die Altersstrukturen der Heizanlagen zeigen, dass ca. 75 % der Heizanlagen, von denen Daten vorhanden sind, mindestens 25 Jahre alt sind.

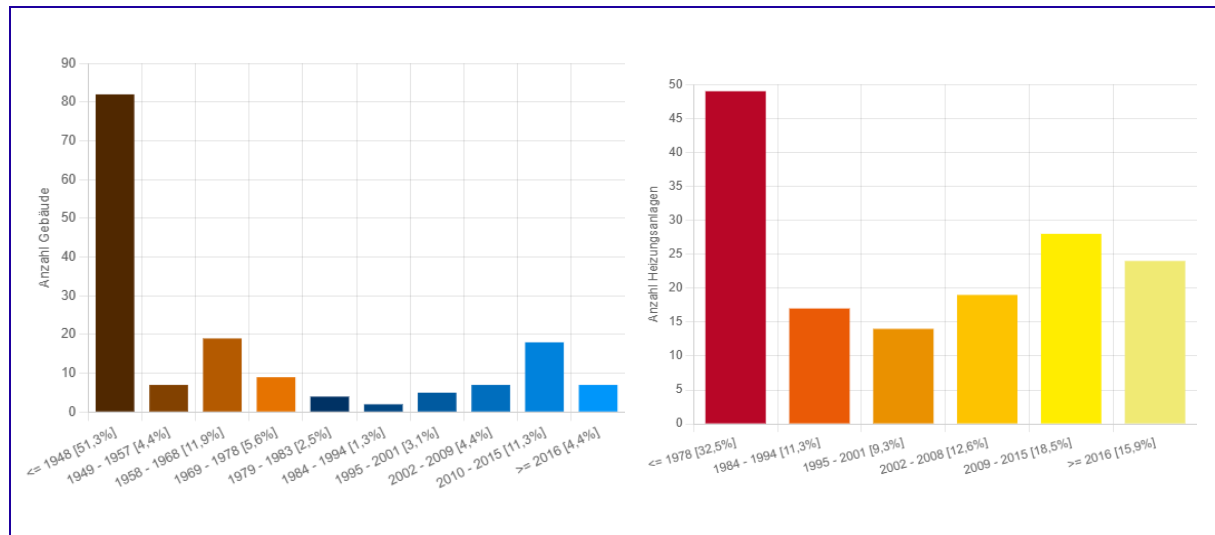
Einige Gebäude im Eignungsgebiet wurden bereits vor 1948 erbaut, was grundsätzlich auf einen höheren Sanierungsaufwand hindeutet, um bspw. Wärmepumpensysteme effizient betreiben zu können. Hier gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass u.a. aufgrund steigender Jahresarbeitszahlen bei Wärmepumpen diese auch schon bei solchen Gebäuden effizient betrieben werden können, die über keine Vollsanierung verfügen. Dennoch erscheint für die Gebäude im Eignungsgebiet ein Wärmenetzanschluss als attraktiv, da insbesondere die Heizanlagenstruktur aufzeigt, dass viele Heizsysteme in den nächsten Jahren erneuert werden müssen. Mit einem Wärmenetzanschluss könnten diese Gebäude zudem beim Heizanlagentausch alle dazu gesetzlich notwendigen Erfüllungsoptionen bezüglich erneuerbarer Wärmeversorgung abdecken und im Heizvariantenvergleich die günstigere Alternative zur Wärmepumpe darstellen.

Nachfolgend werden einige Auswertungen zum Eignungsgebiet grafisch dargestellt:



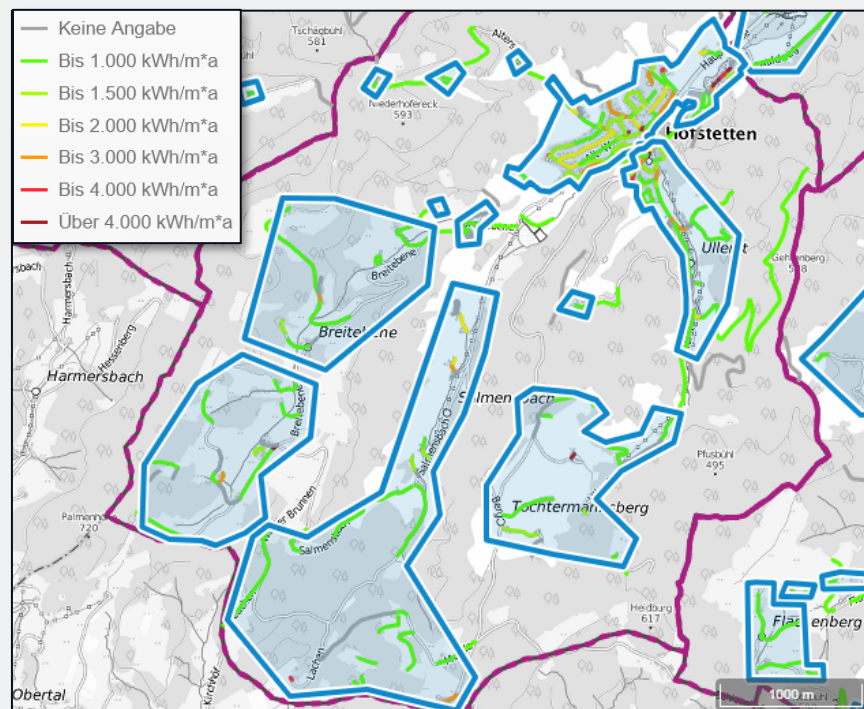
10.3 Steckbrief Hofstetten-Peripherie

Beschreibung des Ortsteils		Lage
Anzahl beheizter Gebäude	307	
Wärmeverbrauch 2022	9.269 MWh	
Einsparpotenzial Sanierung	47 %	
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung
Der Ortsteil ist durch kein Gasnetz erschlossen. Rund 17 % des Energiebedarfs wird mit Erdgas- und Heizölheizungen gedeckt. Holz kommt mit 76 % zum Einsatz.  ■ Holzcentralheizung [65,0%] ■ Öl [15,7%] ■ Pellets [10,7%] ■ Strom [6,8%] ■ Gas [1,7%]		Der überwiegende Teil mit ca. 46 % der Gebäude in Hofstetten-Peripherie sind Wohngebäude, neben Gewerbe (23 %) und Wohnmischnutzung (26%).  ■ Gebäude für öffentliche Zwecke [3,2%] ■ Wohnen [45,9%] ■ Wohnmischnutzung [26,1%] ■ Gesundheits- und Pflegeeinrichtung [0,5%] ■ Hotel- und Gastgewerbe [0,5%] ■ GHD und Industrie [23,4%] ■ Sonstiges [0,5%]
Gebäudealter		
Ca. 76 % der beheizten Gebäude in der Peripherie um Hofstetten wurden vor der 2. Wärmeschutzverordnung von 1984 errichtet. Dementsprechend liegen ein sehr hoher Wärmeverbrauch sowie ein sehr hohes Sanierungspotenzial pro Wohnfläche vor. Etwa 53 % der Heizanlagen sind älter als 25 Jahre. In den zwei nachfolgenden Abbildungen sind die Altersstrukturen der Wohngebäude (links) sowie deren Anzahl und die Altersstrukturen der eingesetzten Heizanlagen (rechts) in dem definierten Quartier dargestellt.		



Eignungsgebiete in Hofstetten-Peripherie

1. Übersicht und dezentrale Wärmeversorgung



Eignungsgebiet für dezentrale Versorgungslösungen in der Peripherie um Hofstetten mit Angabe der Wärmedichte im Straßenzug.

Übersicht und dezentrale Wärmeversorgung:

Die Peripherie um Hofstetten wird vollständig als Eignungsgebiet für die dezentrale Wärmeversorgungs-lösung definiert. Die Wärmeversorgung wird künftig in diesem Gebiet auf unterschiedlichen Energieträgern und Heizsystemen basieren. Die Kombination von Wärmepumpen mit PV-Anlagen und dezentrale holzbasierte Heizanlagen (bspw. Pellets, Hackschnitzel, Scheitholz), eventuell in Kombination mit Solarthermie, können eine klimaneutrale Wärmeversorgung ermöglichen.

Dezentrale Wärmeversorgung (blau eingezeichnete Gebiete in Hofstetten-Peripherie):

- 307 Gebäude im Gebiet (102 Wohngebäude, 58 Gebäude mit Wohnmischnutzung, 52 gewerbliche Gebäude, 1 Gesundheits- und Pflegeeinrichtung, 1 Hotel- und Gastgewerbe, 86 sonstige Gebäude)
- Endenergieverbrauch im Eignungsgebiet: ca. 9.269 MWh/Jahr (davon 80,7 % private Haushalte)
- Wärmeversorgungsstruktur: Überwiegend durch Holzzentralheizung (43 %); Heizöl (25,4 %); Heizstrom (19 %); Holzpellets (9,5 %); Erdgas (3,2 %)
- Leistung der Heizanlagen gesamt (exklusive Heizstrom): 3 MW
- Einsparpotenzial durch Wohngebäudesanierung: ca. 3.518 MWh/Jahr (47 % Endenergie)
- PV-Dachflächenpotenzial: 9.278 MWh/Jahr
- PV-Freiflächenpotenzial: k.A.

10.4 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.

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



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.

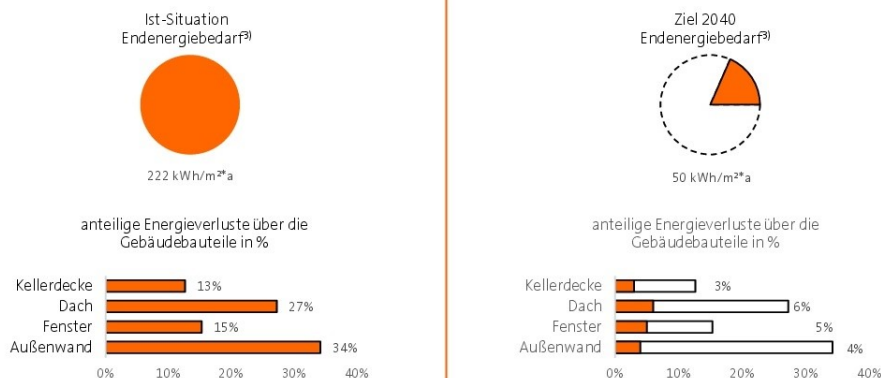
Stand: 15.09.2025

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).

badenovaNETZE
Zuverlässig und vor Ort

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 Niedertemperatur-heizungen (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>

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

Ausblick

Steigerung Komfort / Marktwert

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

Professionelle Planung und Baubegleitung

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