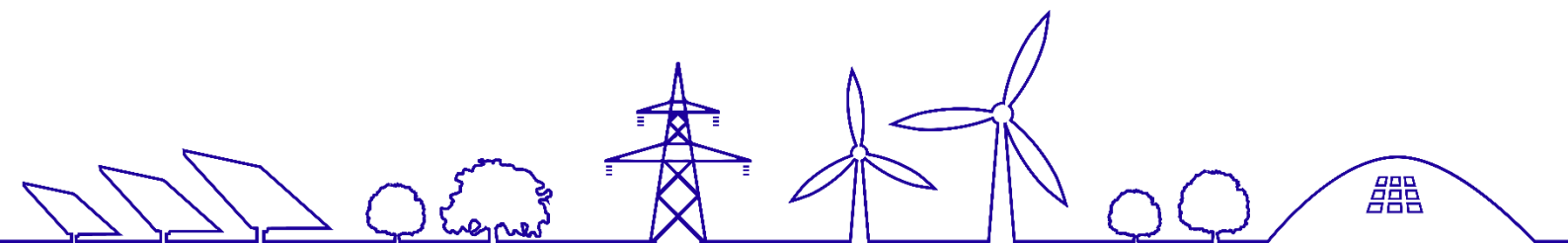


Kommunale Wärmeplanung der Stadt Zell a. H.

Ergebnisbericht zum Fachgutachten
April 2025



Auftraggeberin: Stadt Zell a. H.
Hauptstr. 19
77736 Zell a. H.

Erstellt durch: badenovaNETZE GmbH
Tullastraße 61
79108 Freiburg



Projektteam: Marco Schneider (Projektleiter)
Nina Weiß
Dr. Marc Krecher

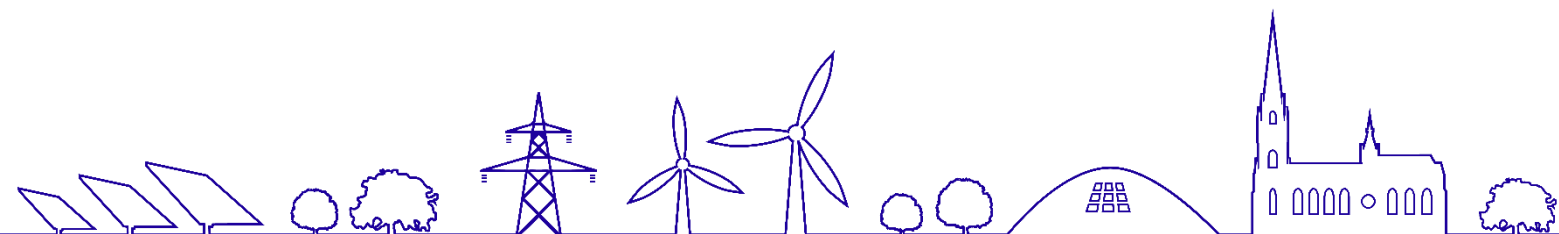
In Zusammenarbeit mit: Smart Geomatics Informationssysteme GmbH
Ebertstraße 8
76137 Karlsruhe



Förderkennzeichen: BWKWP23508
Gefördert durch das Ministerium für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Freiburg, April 2025

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



Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
KARTENVERZEICHNIS	III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IV
TABELLENVERZEICHNIS	V
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
ZIELSETZUNG UND VORGEHEN DER KOMMUNALEN WÄRMEPLANUNG	1
1. BESTANDSANALYSE	3
1.1 STRUKTUR DER STADT ZELL A. H.	3
1.2 ERFASSUNG DES GEBÄUDEBESTANDS	4
1.3 AKTUELLE VERSORGUNGSSTRUKTUR	7
1.4 WÄRMEBEDARF DER GEBÄUDE	11
1.5 ENDENERGIEVERBRAUCH WÄRME	12
1.6 SEKTORENKOPPLUNG UND STROMBEDARFSDECKUNG	18
1.7 ERNEUERBARE GASE	19
1.8 KENNZAHLEN DER BESTANDSANALYSE	20
2. POTENZIALANALYSE	21
2.1 ENERGIEEINSPARUNG	21
2.2 STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ	21
2.3 ERNEUERBARE ENERGIE FÜR DIE WÄRMEVERSORGUNG	25
2.4 ERNEUERBARE ENERGIE FÜR DIE STROMERZEUGUNG	30
2.5 ERNEUERBARE GASE	33
2.6 ZUSAMMENFASSUNG DER POTENZIALE	34
3. ZIELSZENARIO KLIMANEUTRALER GEBÄUDEBESTAND 2040	39
3.1 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN DES ZIELSZENARIOS	39
3.2 ZUKÜNFTIGER WÄRMEBEDARF 2030 UND 2040	40
3.3 DECKUNG DES ZUKÜNFTIGEN WÄRMEBEDARFS NACH ENERGietRÄGERN	41
3.4 ENTWICKLUNG DER WÄRMEBEDINGTEN THG-EMISSIONEN IM ZIELSZENARIO	43
3.5 STROMBEDARFSDECKUNG IM ZIELSZENARIO	43
3.6 ZUKÜNFTIGE VERSORGUNGSSTRUKTUR 2030 UND 2040	44
3.7 TRANSFORMATION DES ERDGASNETZES	45
3.8 SENKEN FÜR RESTEMISSIONEN	46
3.9 KENNWERTE DES ZIELBILDES	46
4. KOMMUNALE WÄRMEWENDESTRATEGIE	49
4.1 KOMMUNALE HANDLUNGSFELDER FÜR DIE WÄRMEWENDE	49
4.2 MAßNAHMEN DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS 2024	51

5.	AKTEURSBETEILIGUNG	57
5.1	AKTEURSANALYSE.....	57
5.2	BETEILIGUNGSKONZEPT	57
6.	FORTSCHREIBUNG UND AUSBLICK.....	59
6.1	FORTSCHREIBUNG DES KOMMUNALEN WÄRMEPLANS	59
6.2	AUSBLICK	59
7.	GLOSSAR	61
8.	LITERATURVERZEICHNIS	65
9.	ANHANG.....	68
9.1	STECKBRIEFE DER EIGNUNGSGEBIETE FÜR DIE ZENTRALE UND DEZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG	68
9.2	GEBÄUDESTECKBRIEFE FÜR MUSTERSANIERUNGEN	79

Kartenverzeichnis

Karte 1 – Gliederung der Stadt Zell a. H. (Hintergrundkarte: TopPlus-Web-Open/copyright)	3
Karte 2 – Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024)	5
Karte 3 – Wohngebäudestruktur in Zell a. H. (Quelle: Smart Geomatics GmbH, 2024)	7
Karte 4 – Gasnetzinfrastruktur der Stadt Zell a. H. (Quelle: badenovaNETZE GmbH, 2024)	8
Karte 5 – Durchschnittliches Heizungsalter auf Baublockebene (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024)	10
Karte 6 – Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024)	11
Karte 7 – Wärmebedarf von Zell a. H. auf Baublockebene	12
Karte 8 – Endenergiebedarf (Wärme) von Zell a. H. (Smart Geomatics GmbH, 2024)	17
Karte 9 – Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024)	23
Karte 10 – Erdwärmepotenzialkarte für das Szenario-Jahr 2040	28
Karte 11 – Potenzialflächen für Freiflächen PV-Anlagen (Datenquelle: Regionalverband)	32
Karte 12 – Fernwärme-Eignungsgebiet und dezentrale Versorgung in der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Zell a. H. (Quelle: badenovaNETZE GmbH 2024)	68

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung des kommunalen Wärmeplans der Stadt Zell a. H.	2
Abbildung 2 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Zell a. H.	4
Abbildung 3 – Verteilung der Gebäudearten in Zell a. H.	6
Abbildung 4 – Energieträgerverteilung der Heizanlagen in Zell a. H.	9
Abbildung 5 – Einbaujahr der Zentralheizanlagen in Zell a. H. nach Energieträger (Datengrundlage: Schornsteinfegerstatistik)	9
Abbildung 6 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Sektoren (2021)	13
Abbildung 7 – Endenergieverbrauch für Wärme in Zell a. H. (2021)	13
Abbildung 8 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (2021)	15
Abbildung 9 – Kommunale Liegenschaften der Stadt Zell a. H. mit dem höchsten Wärmeverbrauch	16
Abbildung 10 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger	18
Abbildung 11 – Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK im Vergleich zum Stromverbrauch im Jahr 2021	19
Abbildung 12 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial	24
Abbildung 13 – Geologische Profilabfolgen von Zell a. H. nach LGRB.	27
Abbildung 14 – Stromerzeugungspotenziale mit Photovoltaik in Zell a. H.	33
Abbildung 15 – Versorgungssicherheit durch Schließung der Winterlücke (Powerloop, 2020)	34
Abbildung 16 – Erneuerbare Strompotenziale in Zell a. H.	35
Abbildung 17 – Erneuerbare Wärmepotenziale in Zell a. H.	36
Abbildung 18 – Entwicklung des Energieverbrauchs für die Wärme nach Sektoren im Zielszenario	40
Abbildung 19 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Erzeugungsart im Zielszenario	41
Abbildung 20 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Energieträger im Zielszenario	42
Abbildung 21 – Entwicklung des Energieträgermixes zur Wärmenetzversorgung im Zielszenario	42
Abbildung 22 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario bis zum Jahr 2040	43
Abbildung 23 – Stromverbrauch im Zielszenario im Vergleich zum lokalen Stromerzeugungspotenzial	44
Abbildung 24 – Fernwärme-Eignungsgebiet der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Zell a. H. (Quelle: badenovaNETZE GmbH 2024)	45
Abbildung 25 – European Hydrogen Backbone 2040 (European Hydrogen Backbone, 2023)	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Endenergieverbrauch für Wärme der Stadt Zell a. H. nach Energieträger in Zahlen (2021).....	14
Tabelle 2 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse.....	20
Tabelle 3 – Energetisches Potenzial einiger landwirtschaftlichen Reststoffe in der Stadt Zell a. H.	26
Tabelle 4 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien	38
Tabelle 5 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2021	47
Tabelle 6 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2030	47
Tabelle 7 – Jahresendenergiebedarf für die Wärmeversorgung, aufgeteilt nach Energieträgern und Sektoren für das Jahr 2040	48
Tabelle 8 – Energieeinsatz (MWh) nach Energieträger für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze für die Jahre 2021, 2030 und 2040 inklusive Netzverlustenergie.	48

Abkürzungsverzeichnis

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

Zielsetzung und Vorgehen der kommunalen Wärmeplanung

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

Das Land Baden-Württemberg hat im Jahr 2023 den notwendigen Maßnahmen im Wärmesektor mit einer Novellierung des Landes-Klimaschutzgesetzes Rechnung getragen und für alle großen Kreisstädte im Land eine verpflichtende kommunale Wärmeplanung (KWP) festgesetzt. Kreisstädte sind seit der Verabschiedung des neuen Gesetzes verpflichtet, einen kommunalen Wärmeplan bis zum 31.12.2023 vorzulegen. Städte und Gemeinden, die keine Kreisstädte sind, können diesen, nach dem aktuellen Bundesgesetz, bis zum 30.06.2028 erstellen. Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist, dass die Kommunen eine Strategie für die Wärmeversorgung entwickeln, um einen klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2040 zu erreichen. Der kommunale Wärmeplan besteht aus den folgenden vier Arbeitspaketen, nach denen sich auch dieses Fachgutachten gliedert:

1. Bestandsanalyse

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

2. Potenzialanalyse

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

3. Zielszenario

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

4. Wärmewendestrategie mit Maßnahmenkatalog

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

Der kommunale Wärmeplan der Stadt Zell a. H. wurde in enger Abstimmung mit der kommunalen Verwaltung seit September 2023 erstellt und unter Beteiligung der relevanten Akteure vor Ort erarbeitet. Dazu gehören neben der Verwaltung besonders die Energieversorger, die politischen Gremien, die Bürgerinnen und Bürger, Akteursgruppen sowie örtliche Industriebetriebe. Im Rahmen des Beteiligungsprozesses wurden unterschiedliche Informations- und Workshopveranstaltungen durchgeführt. Abbildung 1 gibt einen Überblick über den Ablauf des kommunalen Wärmeplans und die Akteursbeteiligung, die in der Stadt Zell a. H. durchgeführt wurde.

Beteiligungs- und Ablaufplan bis Ende März 2025

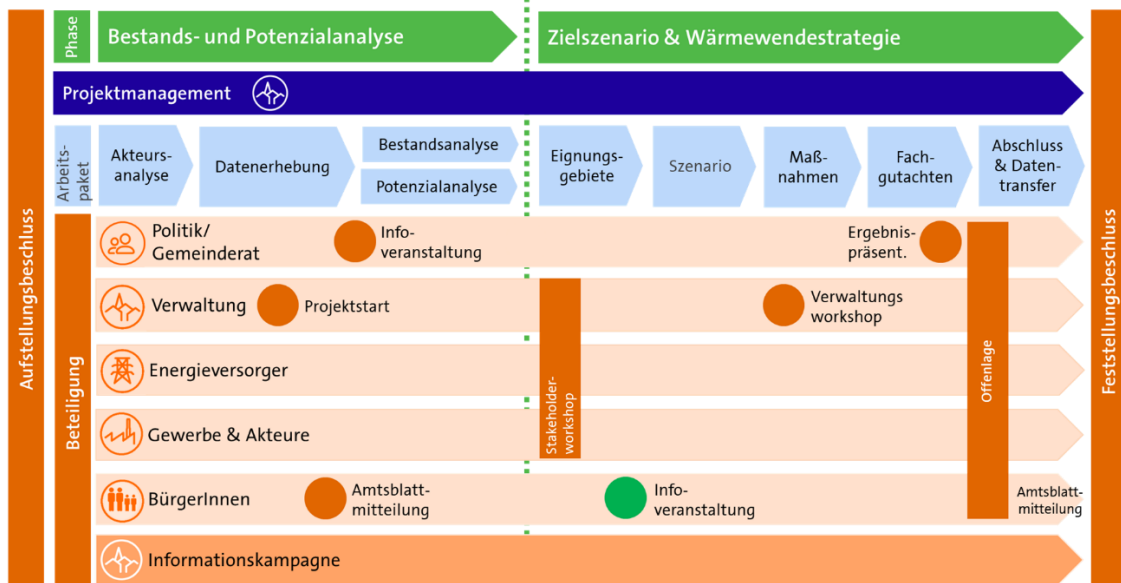


Abbildung 1 – Übersicht des Projektablaufs und der Akteursbeteiligung des kommunalen Wärmeplans der Stadt Zell a. H.

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

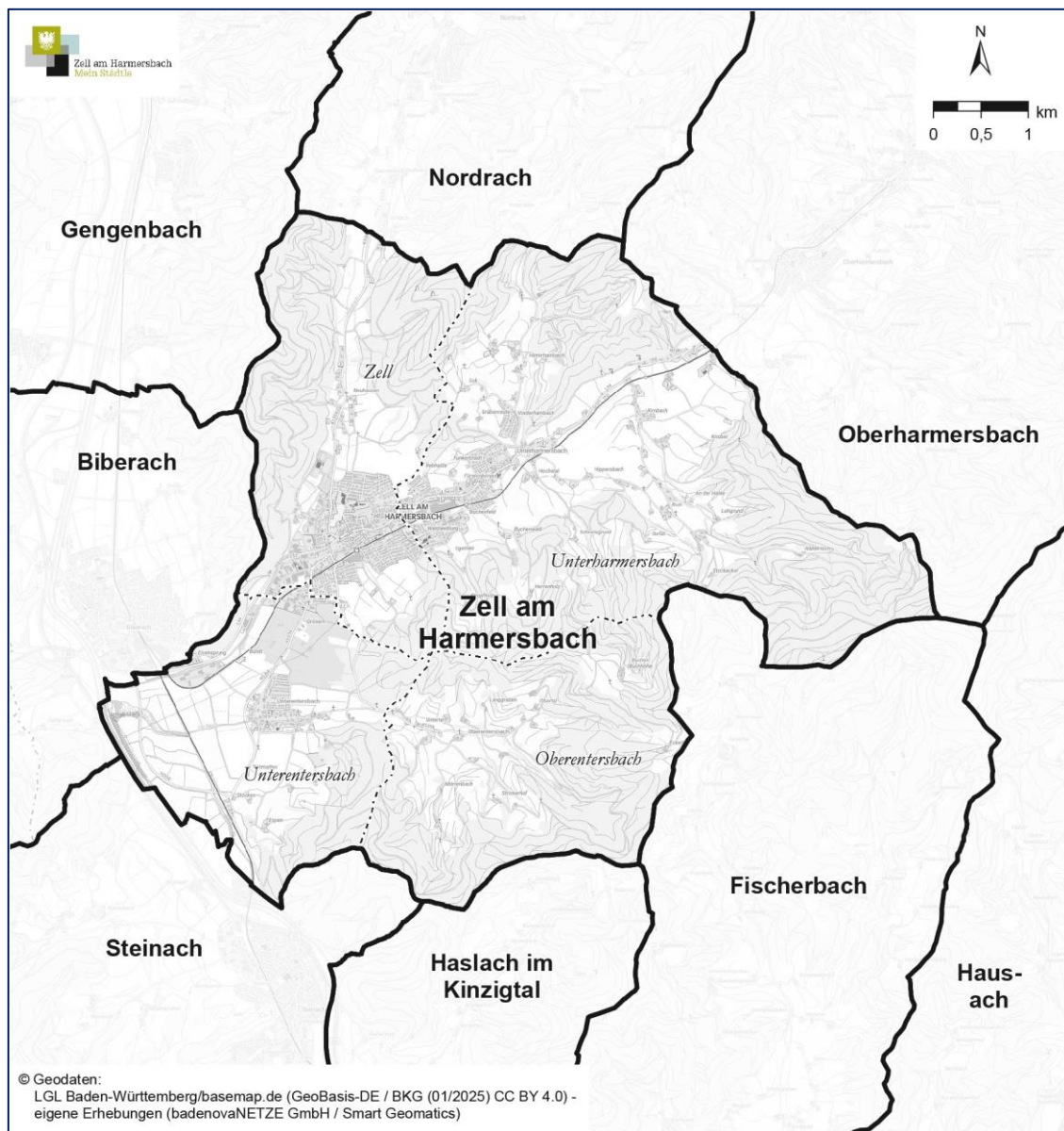
Beim Wärmeplan sind die geografisch zugeordneten Daten des Wärmeverbrauchs (der sogenannte digitale Zwilling), der Potenziale und der perspektivischen Infrastruktur wichtige Ergebnisse. Diese werden der Stadt zur weiteren Bearbeitung übergeben, damit diese fortlaufend angepasst und bearbeitet werden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

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

1. Bestandsanalyse

1.1 Struktur der Stadt Zell a. H.

Zell a. H. ist eine Stadt im Westen Baden-Württembergs. Sie liegt im Westen des mittleren Schwarzwalds im Landkreis Ortenaukreis, etwa 16 km Luftlinie südöstlich von Offenburg und ca. 14 km Luftlinie vom Lahrer Zentrum im Westen entfernt. Direkt im Westen benachbart folgt die Gemarkung Biberach und im Norden die Gemarkung Nordrach. (Karte 1).



Karte 1 – Gliederung der Stadt Zell a. H. (Hintergrundkarte: TopPlus-Web-Open/copyright)

Die Gemarkungsfläche umfasst ca. 3.641 ha. Davon entfallen Stand 2022 ca. 1.862 ha auf Wald, und 1.351 ha auf Landwirtschaftsfläche. Die Höhe des Ortes wird mit ca. 223 m ü. NN angege-

ben. In Zell a. H. leben 8.295 Menschen (Stand 2023), wobei die Bevölkerungsentwicklung zwischen 2004 und 2020 eher stagnierend verlief. Erst seit 2020 scheint die Bevölkerung wieder stetig anzusteigen (Karte 1).

Zell a. H. ist ein attraktiver Wirtschaftsstandort in der Region, mit 2 großen und vielen erfolgreichen mittelständischen Betrieben, welche insgesamt 2.927 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Stand 2023) in verschiedenen Branchen beherbergen. Insgesamt gibt es ca. 200 angemeldete Gewerbeunternehmen und ein größeres Gewerbegebiet im Westen von Zell a. H. (Gewerbegebiet Steinenfeld), außerdem mehrere Unternehmensstandorte, die sich über die Gesamtmarkung hinweg verteilen. Das größte Industrie-Unternehmen in Zell a. H. ist die Metaldyne GmbH, ein international agierender Autozulieferer

Neben den Gewerbebetrieben spielt auch die Landwirtschaft eine Rolle in Zell a. H. Es gibt 70 landwirtschaftliche Betriebe, davon drei der Betriebe mit einer Fläche von > 50 ha. 12 Bauern betreiben ihren Hof laut Statistischem Landesamt Baden-Württemberg hauptberuflich, 55 im Nebenerwerb.

Zell a. H. verfügt über eine gute Verkehrsanbindung über die Harmersbachtalbahn, einer von Biberach (Baden) nach Oberharmersbach führenden Nebenstrecke der Schwarzwaldbahn, die von der Südwestdeutschen Landesverkehrs-GmbH (SWEG) betrieben wird. Die Autobahn A5 (Ausfahrt Offenburg oder Lahr) ist jeweils etwa 25 km von Zell a. H. entfernt. Auf diese gelangt man über die Bundesstraße 33 bzw. 415, welche ca. 4 km, westlich von Zell a. H. entfernt liegen.

1.2 Erfassung des Gebäudebestands

1.2.1 Baualtersklassen

In Abbildung 2 ist die Anzahl der Wohngebäude in der Stadt Zell a. H. nach Baualter dargestellt. Demnach sind 75 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) vor Inkrafttreten der zweiten Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen bei diesen Gebäuden besonders hoch ist.

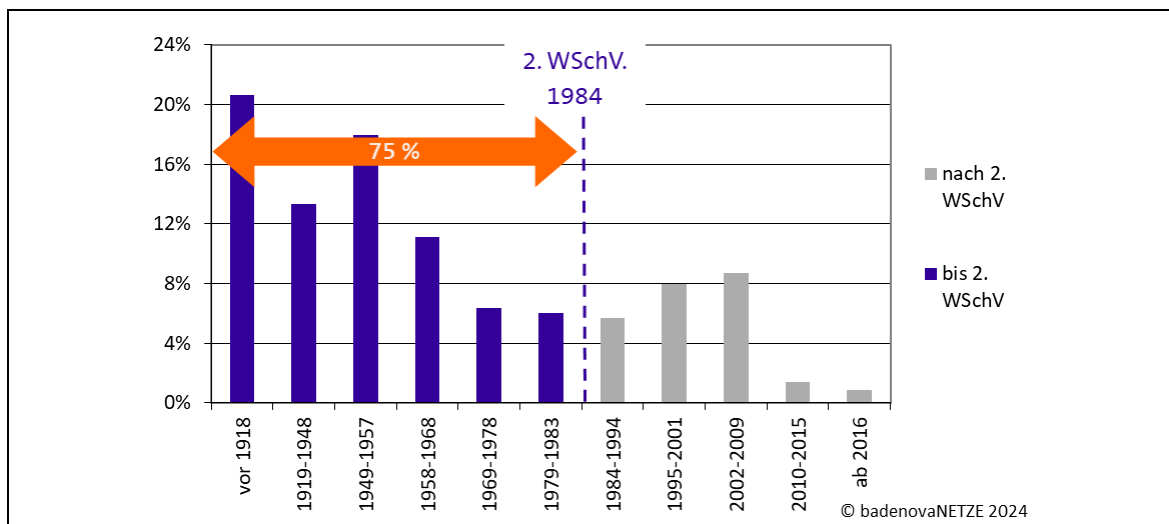
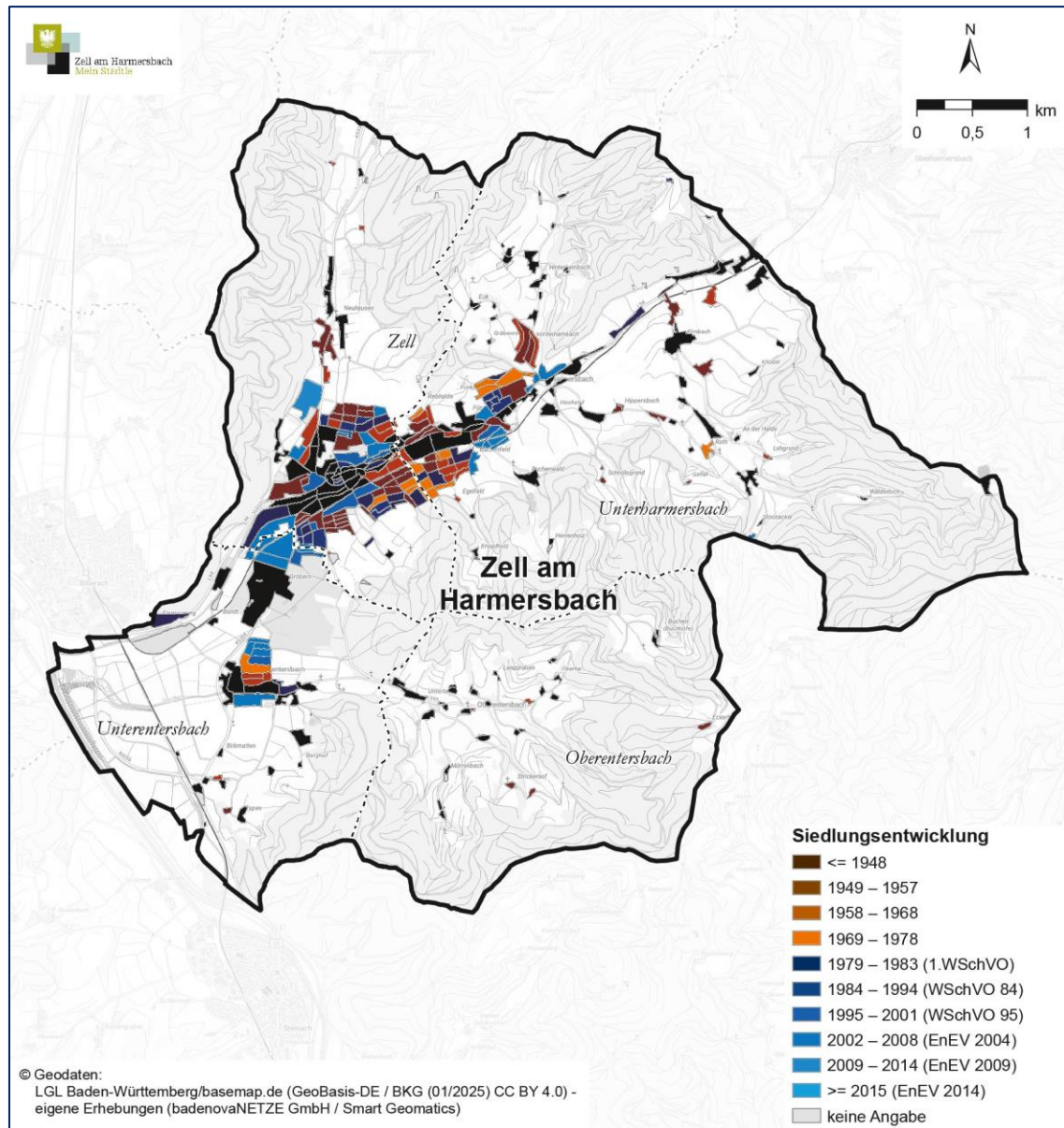


Abbildung 2 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Zell a. H.

Karte 2 zeigt die räumliche Verteilung der Gebäude nach den Baualtersklassen, bezogen auf Baublöcke.



Karte 2 – Vorwiegendes Baualter der Gebäude auf Baublockebene (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024)

In Zell a. H. befinden sich zahlreiche Gebäude, die noch vor oder zwischen den beiden Weltkriegen erbaut wurden. Deutlich wird außerdem, dass besonders in den 1950er und 1960er Jahren viele neue Wohngebiete erschlossen wurden. Immer wieder sind in der Stadt neue Gebäude hinzugekommen, sowohl in neu ausgewiesenen Wohngebieten als auch als Nachverdichtung, so dass heute oftmals eine gemischte Gebäudestruktur anzutreffen ist.

1.2.2 Gebäudetypen

Die Siedlungsstruktur in Zell a. H. teilt sich in 48 % Einfamilienhäuser, 18 % Reihenhäuser und Doppelhaushälften sowie 34 % Mehrfamilienhäuser auf (vgl. Abbildung 3). Karte 3 zeigt die räumliche Verteilung der Wohngebäudetypen.

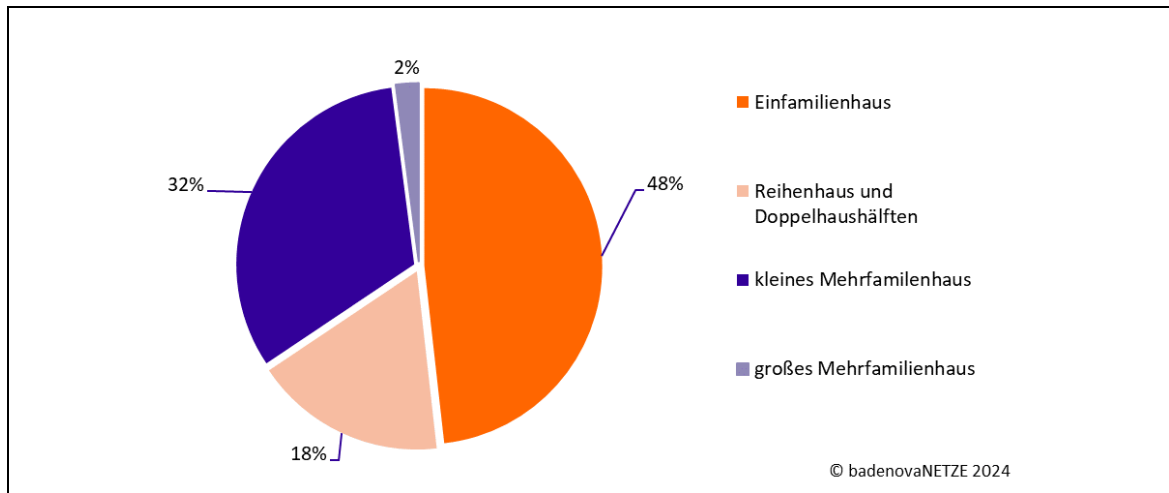
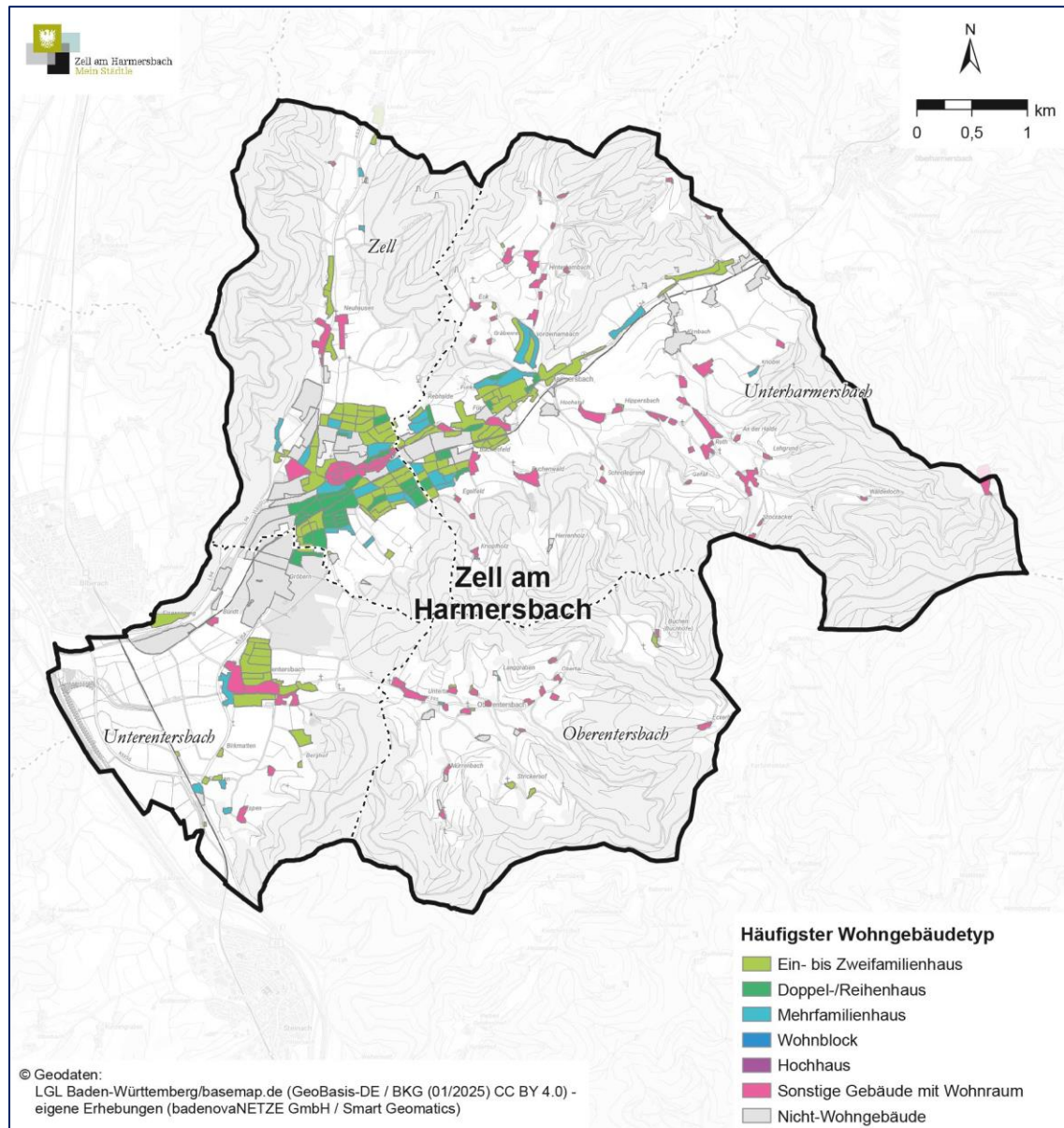


Abbildung 3 – Verteilung der Gebäudearten in Zell a. H.

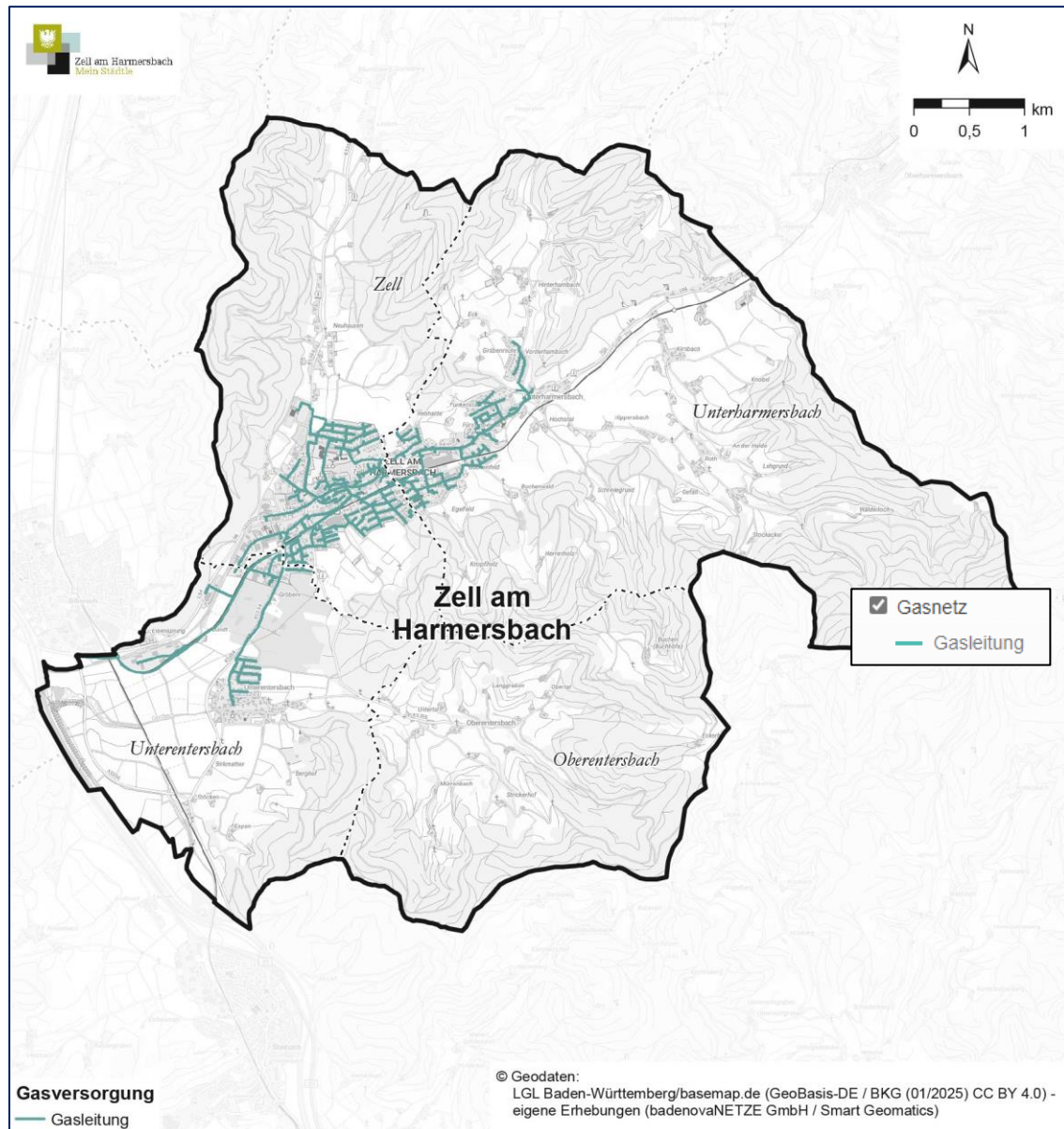


Karte 3 – Wohngebäudestruktur in Zell a. H. (Quelle: Smart Geomatics GmbH, 2024)

1.3 Aktuelle Versorgungsstruktur

1.3.1 Gasinfrastruktur, Wärmenetze und Sektorkopplung

Erdgas weist mit Abstand den höchsten Anteil an allen Energieträgern auf, die zur Wärmeerzeugung in der Stadt dienen. Die Gewerbe und Wohngebiete sind zu großen Teilen mit dem Erdgasnetz erschlossen. Karte 4 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastruktur. Das Gasnetz ist somit ein zentraler Bestandteil der lokalen Wärmeversorgungsinfrastruktur der Stadt Zell a. H. Die Wärmeversorgung des Sektors „Private Haushalte“ erfolgt zu 41 % mit Erdgas.



Karte 4 – Gasnetzinfrastruktur der Stadt Zell a. H. (Quelle: badenovaNETZE GmbH, 2024)

Größere Wärmenetze existieren bisher nicht. Im Zentrum von Zell a. H. besteht seit 2020 ein Wärmenetz, welches die Grundschule, die Stadthalle und das Probenlokal des Musikvereins versorgt. Dazu wird ein 51-kWth.-Blockheizkraftwerk (BHKW) in der Schule betrieben, welches Erdgas nutzt.

In der Stadt Zell a. H. stehen mindestens sechs öffentliche Elektroladesäulen zur Verfügung. Etwas über 2 % des Wärmeverbrauchs der Stadt werden mit Umweltwärme (Wärmepumpen) gedeckt.

1.3.2 Breitbandinfrastruktur

In Zell a. H. arbeitet die Stadt seit 2017 mit dem Unternehmen Breitband Ortenau GmbH & Co.KG für den großflächigen Ausbau des Netzes zusammen.

Da der Bau eines Wärmenetzes in Zell a. H. nicht in den nächsten fünf Jahren stattfindet, wird es großflächig sicher nicht zu einer zeitlichen Überlappung beider Projekte kommen. Im Einzelfall muss dann geprüft werden, welche Ausbaubereiche zeitgleich gestaltet und welche Synergieeffekte genutzt werden könnten.

1.3.3 Erzeugungsanlagen

Auf Grundlage der Heizanlagenstatistik der Schornsteinfeger wird ein Großteil der Heizanlagen mit Erdgas (42 %), Heizöl (31 %) und Holz (15 %) betrieben. Holz wird außerdem häufig in Kaminöfen genutzt. 6 % der Wärmeversorgung erfolgt über Strom- und Nachtspeicherheizungen, 5 % über Wärmepumpen. (vgl. Abbildung 4).

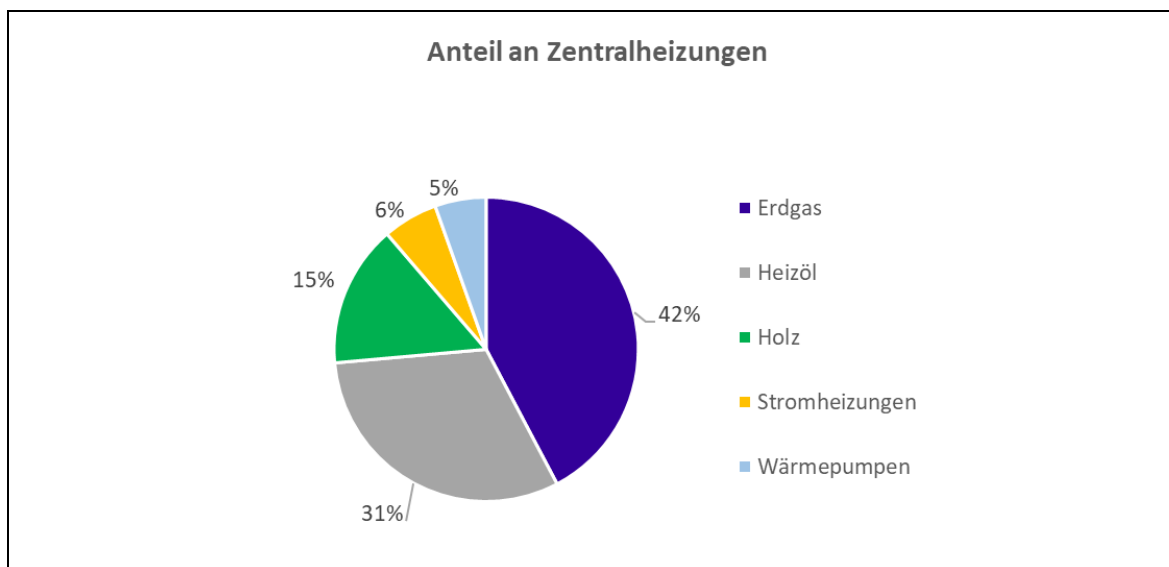


Abbildung 4 – Energieträgerverteilung der Heizanlagen in Zell a. H.

Die Auswertung des Einbaujahrs der Heizanlagen zeigt, dass etwa 55 % von 1.669 zentralen Heizanlagen bereits vor dem Jahr 2005 eingebaut wurden und damit ihre technische Nutzungsdauer überschritten haben (vgl. Abbildung 5).

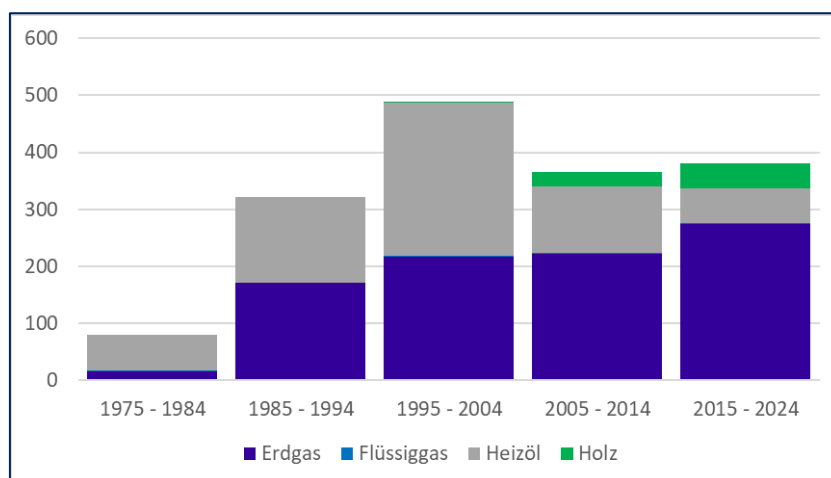
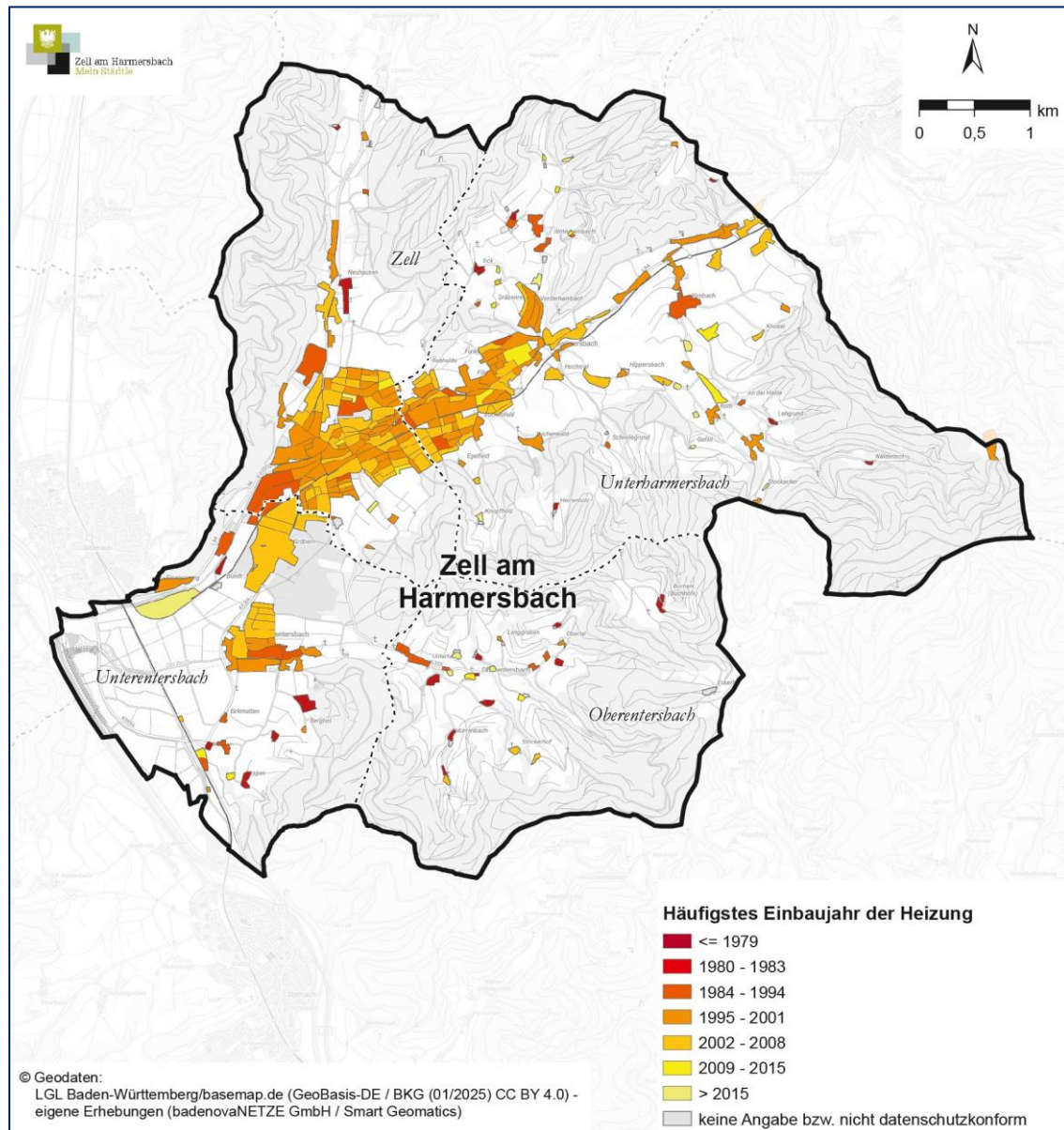


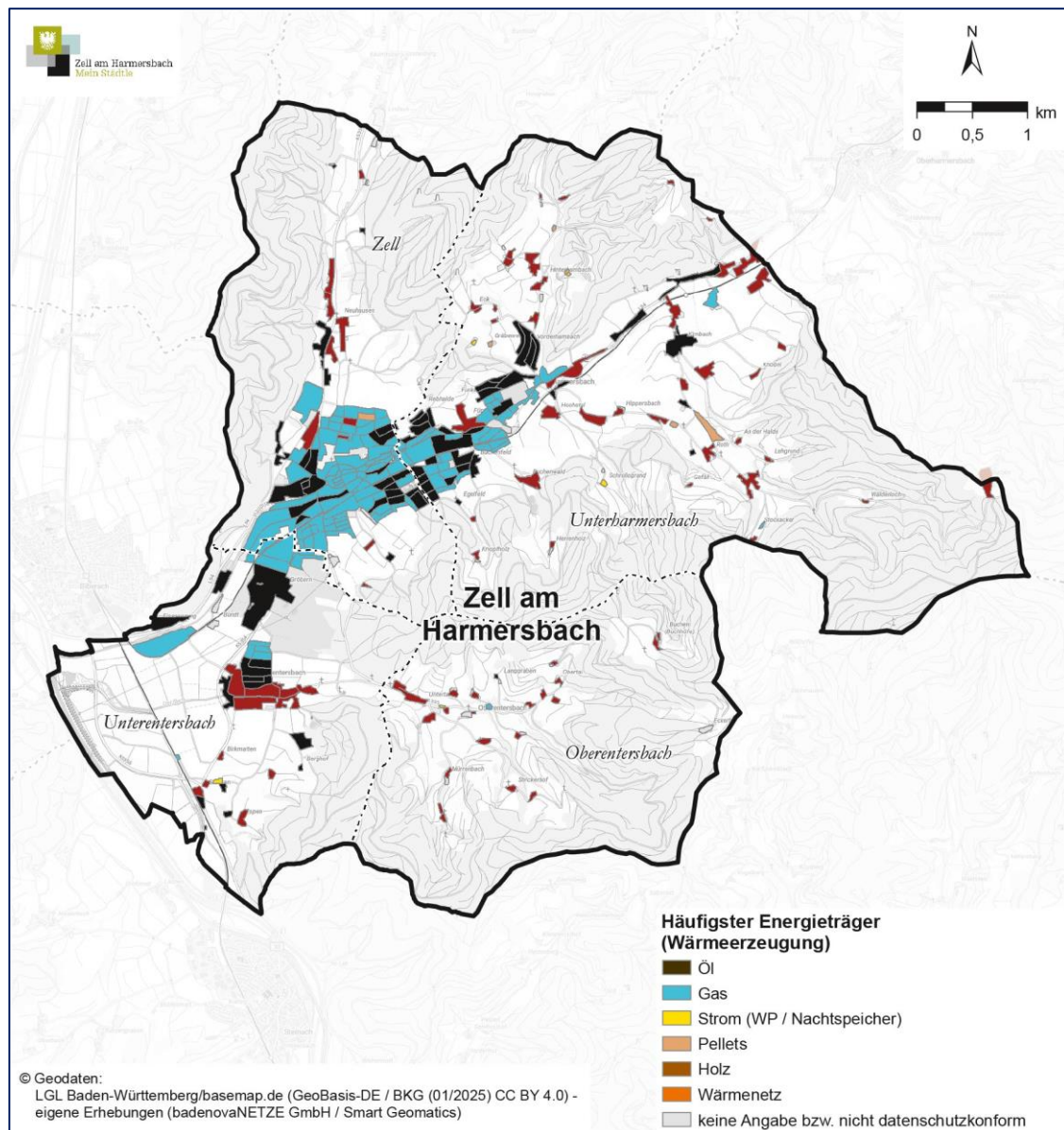
Abbildung 5 – Einbaujahr der Zentralheizanlagen in Zell a. H. nach Energieträger (Datengrundlage: Schornsteinfegerstatistik)

Karte 5 stellt das vorwiegende Alter der installierten Heizanlagen auf Baublockebene räumlich dar. In vielen Baublöcken werden überwiegend Heizanlagen mit einem Mindestalter von 25 Jahren betrieben.



Karte 5 – Durchschnittliches Heizungsalter auf Baublockebene (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024)

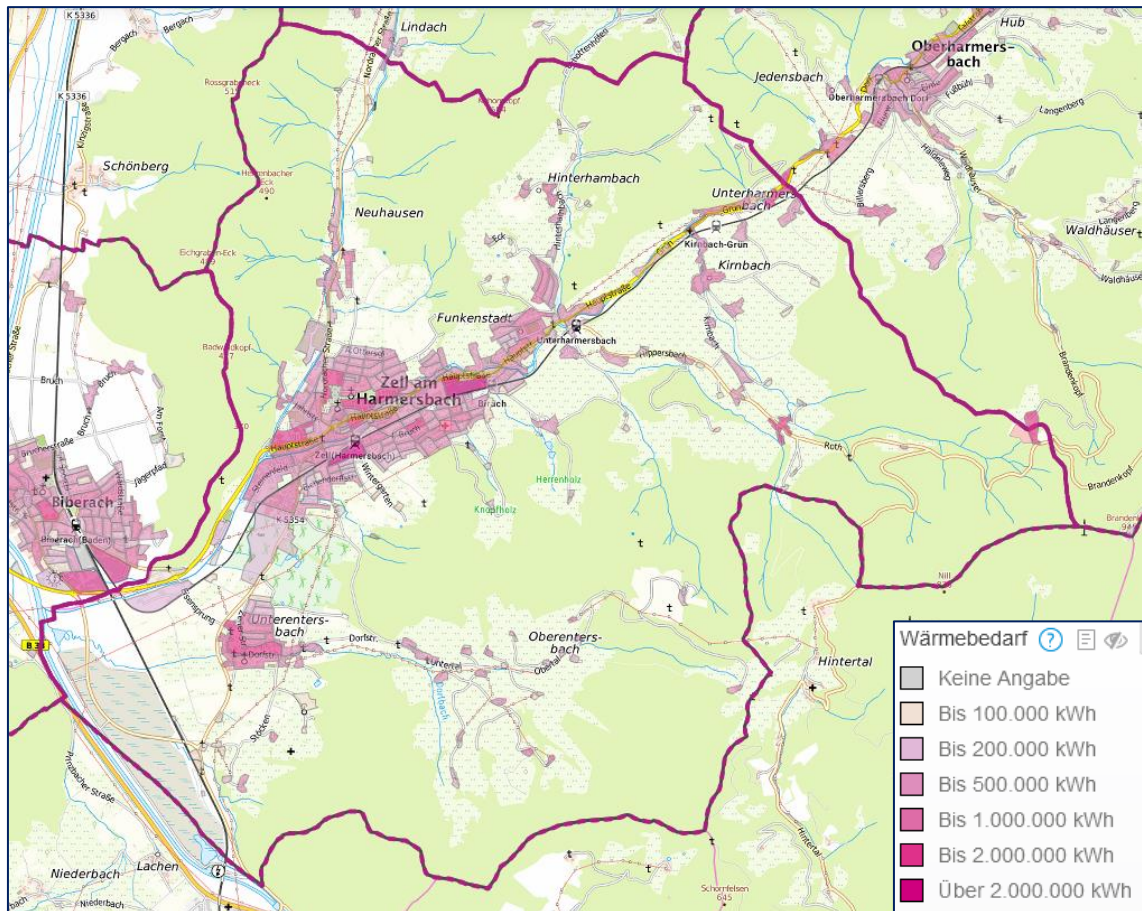
Karte 6 veranschaulicht die vorwiegenden Energieträger der Zentralheizanlagen auf Baublockebene. Es wird sichtbar, dass die Energieversorgungsstruktur sehr homogen ist. Die Stadt ist größtenteils durch das Erdgasnetz erschlossen, dennoch gibt es Gebäude, die mit den Energieträgern Heizöl, Strom oder Holz versorgt werden. Die Wärmepumpenheizungen konzentrieren sich vor allem in den nordwestlichen Baugebieten, die jüngeren Alters sind.



Karte 6 – Vorwiegender Energieträger der Heizanlagen auf Baublockebene (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024)

1.4 Wärmebedarf der Gebäude

Karte 7 bildet den Wärmebedarf der Wohngebäude auf Baublockebene ab. Dieser rechnerisch ermittelte, gebäudespezifische Bedarf an Wärme bildet die Berechnungsgrundlage für die Wärmedichte im Straßenzug, mit der die Einschätzung für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes erfolgt. In der Abbildung ist der absolute, auf den Baublock akkumulierte Gebäudewärmebedarf angegeben. Dieser vermittelt eine Wärmedichte, die für die Anwendung der zentralen Wärmeversorgung wesentlich ist, wenn auch nicht hinreichend. Weitere Faktoren wie das Gebäudealter, die verfügbaren erneuerbaren Energiepotenziale oder der Platzbedarf für die Wärmezentrale spielen ebenfalls eine wichtige Rolle in der Entscheidung für den Bau eines Wärmenetzes.



Karte 7 – Wärmebedarf von Zell a. H. auf Baublockebene

1.5 Endenergieverbrauch Wärme

1.5.1 Datenquellen Endenergieverbrauch Wärme

Siehe Methodenbericht auf Seite 7.

1.5.2 Gesamtendenergieverbrauch Wärme

Nach dem Ergebnis der Energie- und THG-Bilanz betrug der Gesamtendenergieverbrauch für Wärme in Zell a. H. ca. 104.623 MWh im Jahr 2021. Aufgeteilt auf die Sektoren hatte der Wärmeverbrauch der privaten Haushalte mit 46 % den mit Abstand höchsten Anteil am Wärmeverbrauch der Stadt. Für das verarbeitende Gewerbe (Raum- und Prozesswärme) ergibt sich ein Anteil von etwa 27 % in Zell a. H. Auch der Anteil des sonstigen Gewerbes ist mit 24 % des Gesamtwärmeverbrauchs niedriger. Die kommunalen Liegenschaften haben einen Anteil von ca. 3 % (vgl. Abbildung 6).

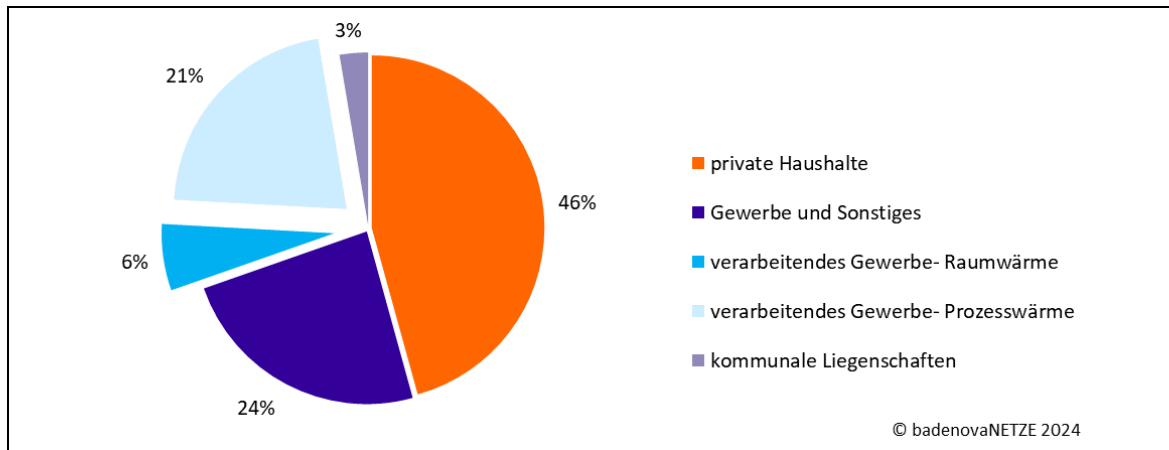


Abbildung 6 – Aufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs nach Sektoren (2021)

Nach den vorliegenden Informationen wurden zur Deckung des Wärmeverbrauchs im Jahr 2021 in Zell a. H. etwa 87 % fossile Energieträger eingesetzt, darunter vorrangig – zu 75 % - Erdgas und Heizöl (vgl. Abbildung 7).

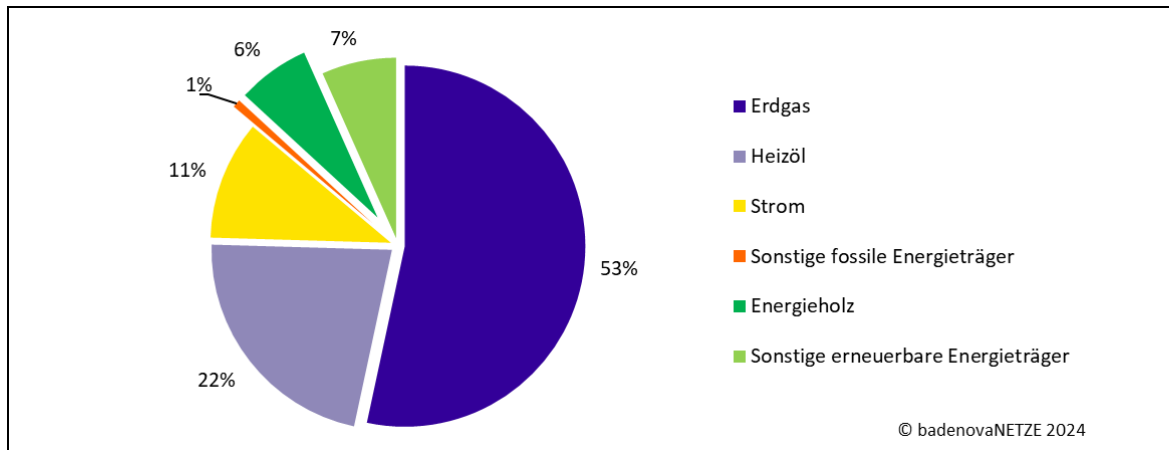


Abbildung 7 – Endenergieverbrauch für Wärme in Zell a. H. (2021)

Erneuerbare Energieträger decken insgesamt ca. 13 % des Wärmeverbrauchs der Stadt. Diese beinhalten die erneuerbaren Energien Energieholz, Solarthermie und Umweltwärme. Die Aufteilung und eingesetzte Energiemengen sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1 – Endenergieverbrauch für Wärme der Stadt Zell a. H. nach Energieträger in Zahlen (2021)

Energieträger	Wärmeverbrauch (MWh im Jahr 2021)	Anteil am Gesamt- wärmeverbrauch
Erdgas	55.841	53 %
Heizöl	23.109	22 %
Heizungsstrom	11.156	11 %
Sonstige fossile Energieträger	750	1 %
Energieholz	6.777	7 %
Solarthermie	2.614	2 %
Umweltwärme	2.305	2 %
Erneuerbare Energien in der Industrie	2.071	2 %
Gesamt	104.623	

Abbildung 8 zeigt nochmals detailliert die Aufteilung der Energieträger auf den Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und kommunale Liegenschaften. Hierbei wurde der Wirtschaftssektor zum einen nach Gewerbe, Handel und Dienstleistung („Gewerbe und Sonstiges“) sowie zum anderen nach der Industrie („verarbeitendes Gewerbe“) aufgeteilt. Der Sektor verarbeitendes Gewerbe wurde zudem in Raum- und Prozesswärme unterteilt. Die Darstellung lässt zunächst einen eher geringen Anteil des verarbeitenden Gewerbes am Gesamtenergieverbrauch vermuten, sowie einen hohen Anteil der fossilen Energieträger zur Wärmebereitstellung. Unter Beachtung der Tatsache, dass es nur zwei sehr große Unternehmen in Zell a. H. gibt, ist der Anteil des Wärmeverbrauchs im verarbeitenden Sektor überproportional groß.

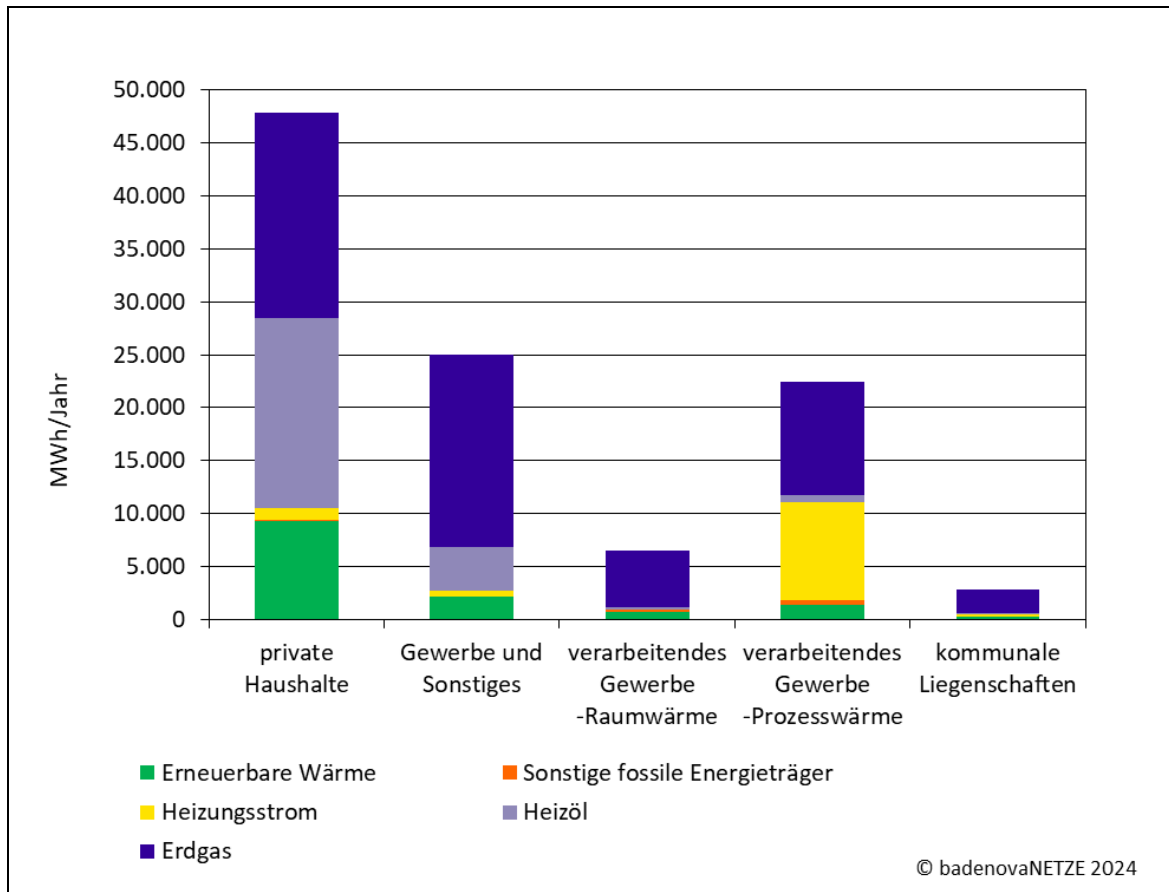


Abbildung 8 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern (2021)

1.5.3 Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften

Für die kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2021 ca. 2.773 MWh Energie für die Wärmeversorgung benötigt. 2.199 MWh davon sind dem Erdgasverbrauch, 222 MWh dem Energieholzverbrauch zuzuordnen. Mit Heizungsstrom werden 210 MWh des Wärmebedarfs gedeckt. Heizöl trägt mit 110 MWh bei und Umweltwärme in dezentralen Anlagen mit 31 MWh.

Eine Aufteilung der wichtigsten beheizten kommunalen Gebäude ist der Abbildung 9 zu entnehmen.

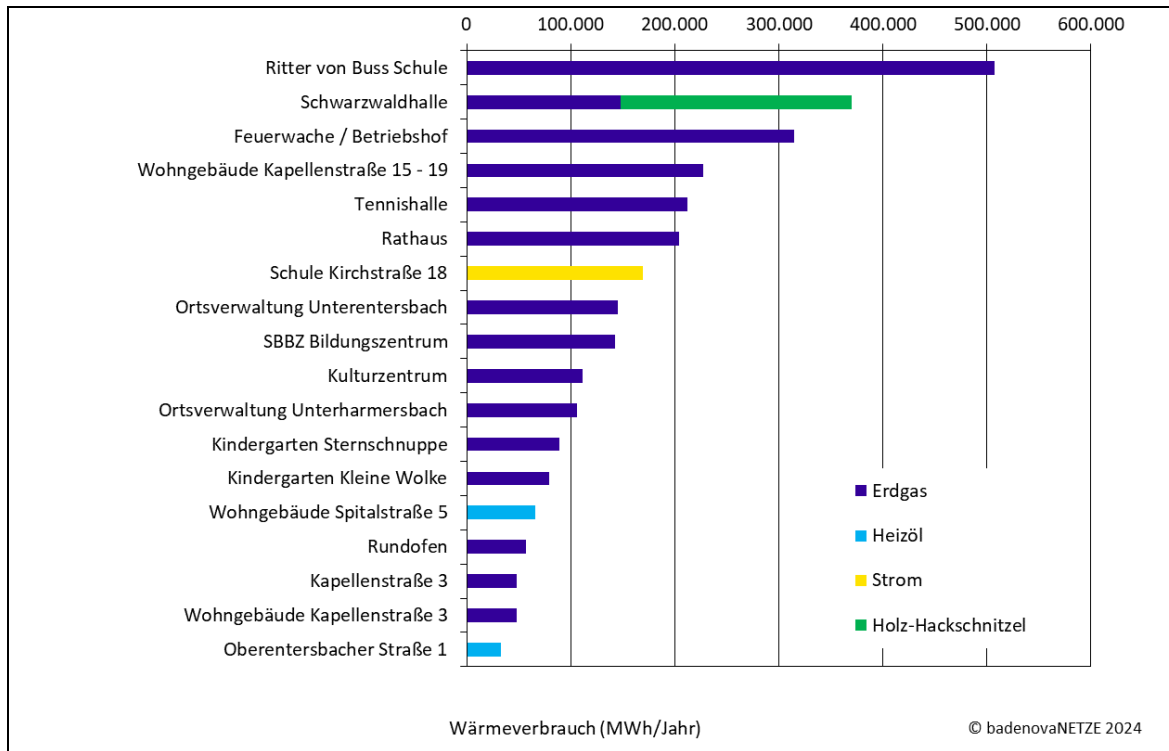


Abbildung 9 – Kommunale Liegenschaften der Stadt Zell a. H. mit dem höchsten Wärmeverbrauch

1.5.4 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/ Industrie auch Prozesswärme und -kälte. Eine getrennte Betrachtung des Wärmeverbrauchs für die Prozesswärme ist für die Wärmeplanung von Bedeutung, denn die benötigten Mengen, Temperaturen und Lasten unterscheiden sich bei der Prozesswärme und -kälte stark von der Raumwärme. Dadurch sind die Potenziale zur Umstellung auf erneuerbare Energien zur Deckung des Prozesswärmebedarfs begrenzt.

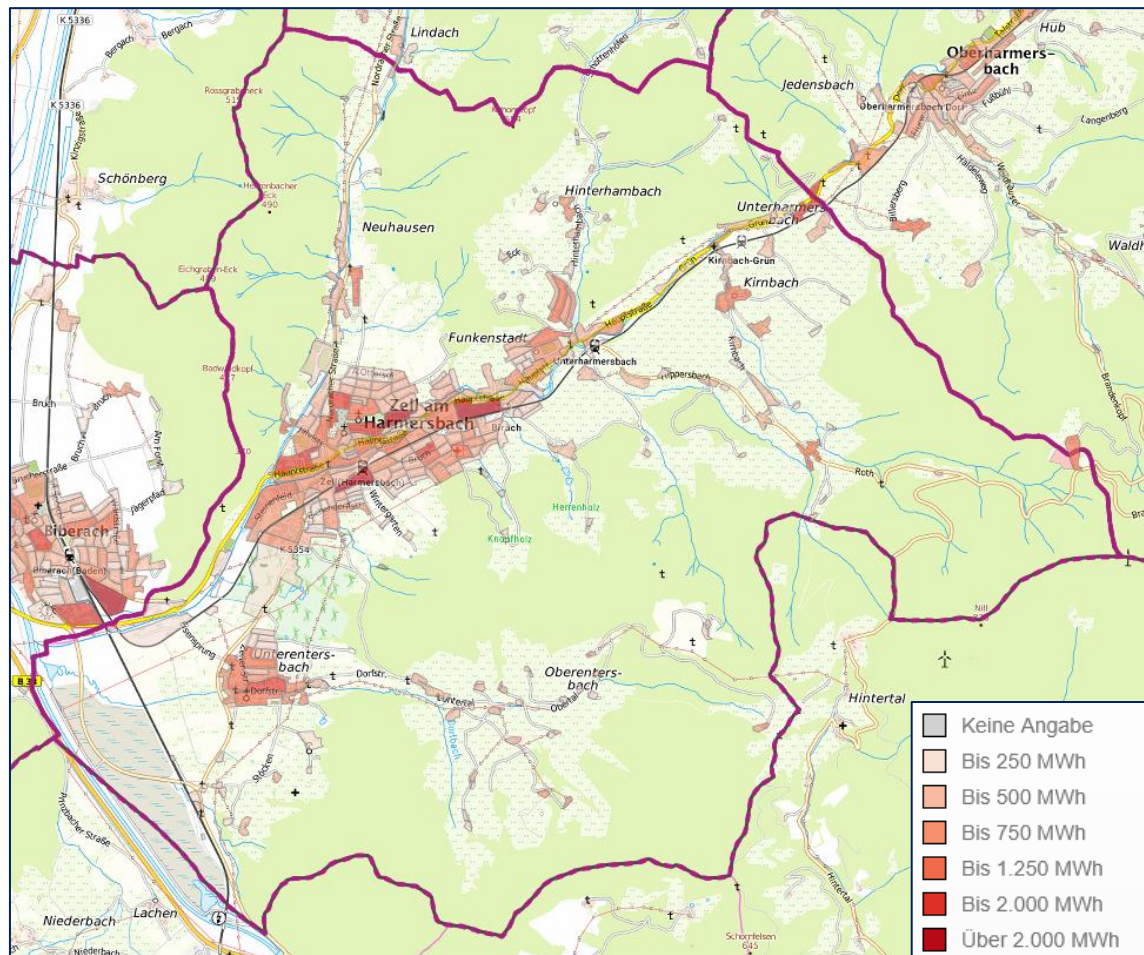
In Zell a. H. sind Unternehmen unterschiedlichster Branchen vertreten. Neben zahlreichen Gewerbebetrieben aus den Branchen Einzelhandel und Logistik sind bei relevanten Industrieunternehmen, welche einen hohen Wärmebedarf aufweisen, vor allem die Holz- und Möbelindustrie sowie die Autozuliefer-Industrie zu nennen. Da nicht von allen Betrieben in Zell a. H. Daten vorliegen und eine Zuordnung des Wärmebedarfs auf die Prozesswärme bzw. -kälte mit den vorhandenen Daten nicht möglich ist, wurde der Prozesswärmeverbrauch mithilfe einer statistischen Auswertung der Ergebnisse der Energiebilanz, ergänzt durch lokale Informationen einzelner Betriebe, berechnet¹. Demnach lag der Prozesswärmeverbrauch in der Stadt Zell a. H. im Jahr 2021 statistisch betrachtet mindestens bei ca. 22.480 MWh und machte somit mindestens 21 % des Gesamtwärmeverbrauchs der Stadt aus.

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

Das einzige Abwärme relevante Produktionsunternehmen in Zell a. H. wurde im Rahmen der Erstellung des kommunalen Wärmeplans direkt über die möglichen Abwärmepotenziale interviewt (vgl. 2.3.6.1). Bei der Metaldyne GmbH konnte durch die badenova-WÄRMEPLUS GmbH & Co. KG ein erhebliches Abwärmepotenzial von 11.000 MWh festgestellt werden. Bei allen anderen Unternehmen hat sich kein Abwärmepotenzial in den Betrieben ergeben. Dabei spielten neben den energetischen Gegebenheiten auch betriebswirtschaftliche Gründe eine Rolle.

1.5.5 Räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs

Anhand der Gebäudeeigenschaften, der Heizanlagenstatistik und der Verbrauchsdaten der leistungsgebundenen Energieträger, konnte die räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs ermittelt werden. Karte 8 zeigt den Wärmebedarf der Gebäude aggregiert auf Baublockebene. Insgesamt ist erkennbar, dass die Wärmedichten sehr heterogen verteilt sind. Hohe Wärmedichten sind in Zell a. H. beispielsweise eher im Bereich nördlich der Bahnlinie vorzufinden. Allerdings ist die aggregierte Wärmedichte stark von der Baublockgröße und den möglicherweise nur punktuell darin befindlichen Großverbrauchern abhängig. Für die operative Vorgehensweise bei der Wärmeplanung sind die gebäudescharfen Werte und die Wärmedichte auf Straßenzugsebene von größerer Relevanz.



Karte 8 – Endenergiebedarf (Wärme) von Zell a. H. (Smart Geomatics GmbH, 2024)

1.5.6 Treibhausgasbilanz der Wärmeversorgung

Die Deckung des Wärmeverbrauchs der Stadt Zell a. H. führte demnach im Jahr 2021 zu THG-Emissionen in Höhe von ca. 27.235 t CO_{2e}. Der überwiegende Anteil ist den fossilen Energieträgern Erdgas (51 %), Heizöl (27 %) und Strom (19 %) sowie weiteren fossilen Energieträgern wie zum Beispiel Kohle (in Summe 1 %) zuzuordnen. Die kommunalen Liegenschaften waren mit ihrem Wärmeverbrauch für ca. 687 t CO_{2e} im Jahr 2021 verantwortlich. Abbildung 10 zeigt die Aufteilung der wärmebedingten THG-Emissionen nach Sektor und Energieträger.

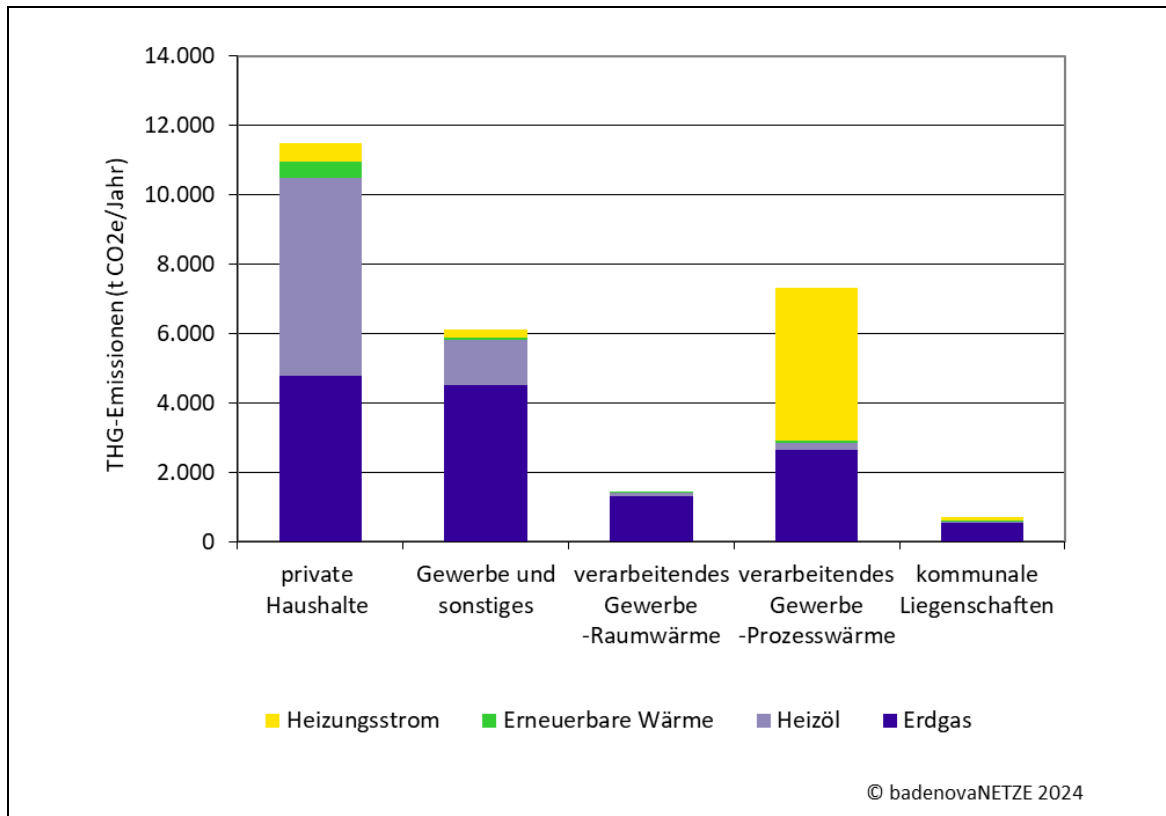


Abbildung 10 – THG-Bilanz des Wärmeverbrauchs nach Sektor und Energieträger

1.6 Sektorenkopplung und Strombedarfsdeckung

Folgende Strommengen wurden in der Stadt Zell a. H. im Jahr 2021 lokal erzeugt (Abbildung 11):

- Windkraft-Anlagen erzeugten ca. 7.976 MWh Strom.
- Photovoltaik-Anlagen erzeugten ca. 4.502 MWh Strom.
- Biomasse-Anlagen erzeugten ca. 1.308 MWh Strom.
- Wasserkraft-Anlagen erzeugten ca. 170 MWh Strom.

Der Stromverbrauch der Stadt Zell a. H. lag 2021 bei 71.475 MWh, inkl. Wärmepumpenstrom. Insgesamt wurden im Jahr 2021 ca. 13.955 MWh (also 20 %) Strom mit Anlagen auf der Gemarkung Zell a. H. erzeugt. Der Anteil an erneuerbaren Energien (EE) am gesamten Stromverbrauch der Stadt im Jahr 2021 beträgt ebenfalls ca. 20 %. Zum Vergleich: Im Jahr 2021 wurden in Baden-Württemberg 30 % des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien erzeugt. Damit liegt Zell a. H. unter dem Durchschnitt. Der Grund dafür liegt im hohen Strombedarf der Industrie, relativ zur Einwohnerzahl der Stadt.

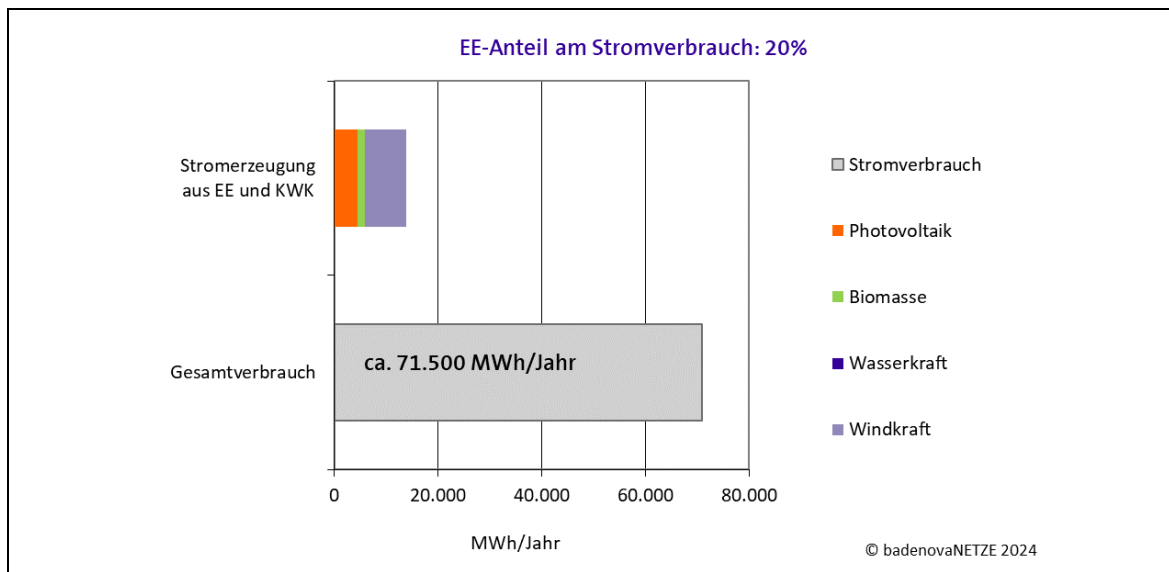


Abbildung 11 – Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK im Vergleich zum Stromverbrauch im Jahr 2021

1.7 Erneuerbare Gase

Erneuerbare Gase spielen in Zell a. H. zurzeit noch keine Rolle. Siehe zu diesem Thema auch den Methodikbericht auf Seite 11 sowie zusätzlich auch das Kapitel 2.5 im vorliegenden Ergebnisbericht.

1.8 Kennzahlen der Bestandsanalyse

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

Beschreibung Kennwert	Wert	Einheit
Endenergieverbrauch für Wärme der Haushalte	7,28	MWh/gem. Person
THG-Emissionen für Wärmeverbrauch der Haushalte	2,08	t CO _{2e} /gem. Person
Wärmeenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften	0,44	MWh/gem. Person
THG-Emissionen für Wärme der kommunalen Liegenschaften	0,13	t CO _{2e} /gem. Person
Endenergiebedarf Wärme für Wohngebäude	0,13	MWh/m ² Wohnfläche
Stromverbrauch zur Wärmeversorgung der Haushalte	0,20	MWh/gem. Person
Endenergieverbrauch in GHD und Industrie	12,46	MWh/gem. Person
THG-Emissionen in GHD und Industrie	4,60	t CO _{2e} /gem. Person
Einsatz erneuerbarer Energien nach Energieträgern		
• Energieholz	2,04	MWh/gem. Person
• Solarthermie	0,32	MWh/gem. Person
• Umweltwärme	0,36	MWh/gem. Person
• Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0,04	MWh/gem. Person
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Stromerzeugung	100	%
Anteil erneuerbarer Energien an lokaler Wärmeerzeugung	13,2	%
Anteil erneuerbarer Energien Strombedarf	19,7	%
Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf	13,2	%
Nutzung synthetischer Brennstoffe (PtX)	-	MWh/gem. Person
Stromverbrauch für die Wärmebereitstellung	2.451	MWh
Fläche solarthermischer Anlagen	0,41	m ² /gem. Person
Fläche PV-Anlagen	3,78	m ² /gem. Person
Stromerzeugung KWK pro Kopf	k. A.	MWh/gem. Person
Wärmeerzeugung KWK pro Kopf	k. A.	MWh/gem. Person
Installierte Speicherkapazität Strom	363	kW
Installierte Speicherkapazität Wärme	k. A.	
Hausanschlüsse in Gasnetzen	808	Anzahl
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Gasnetzen	46.000	m
Hausanschlüsse in Wärmenetzen	0	Anzahl
Länge der Transport- und Verteilleitungen in Wärmenetzen	0	m

Tabelle 2 – Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse

2. Potenzialanalyse

Siehe Methodikbericht S. 14.

2.1 Energieeinsparung

Siehe Methodikbericht S. 14

2.1.1 Senkung des Wärmebedarfs durch Nutzerverhalten

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

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

2.2 Steigerung der Energieeffizienz

2.2.1 Effizienz der Heizungssysteme

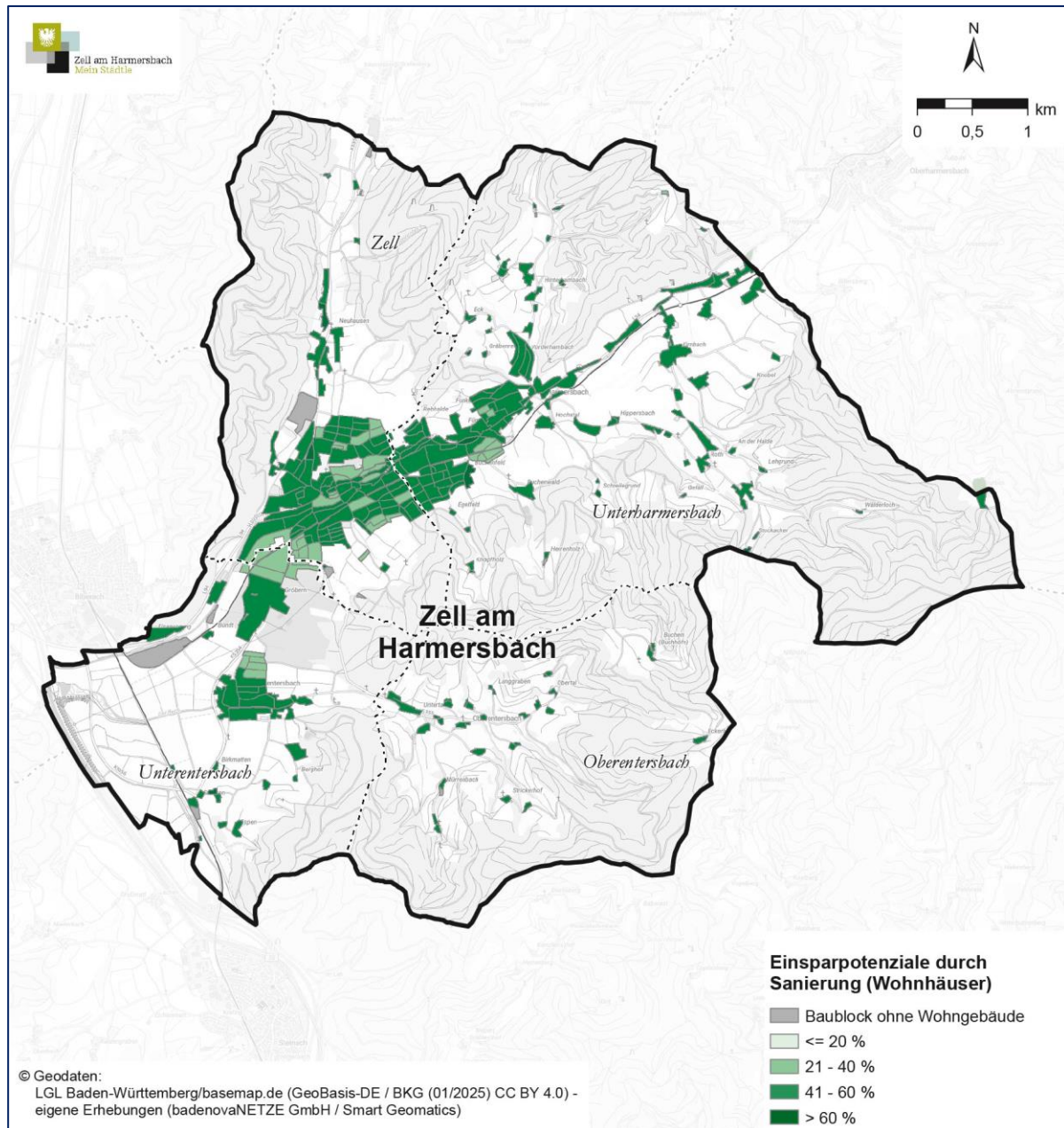
Eine Studie des Instituts für technische Gebäudeausrüstung (ITG) Dresden hat verschiedene Optionen zur Steigerung der Effizienz von Heizsysteme kombiniert und kommt insgesamt auf ein Einsparpotenzial von durchschnittlich 8-15 % (Rehmann, et al., 2022). Durch die Absenkung der Vorlauftemperatur mittels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

2.2.2 Monitoring und Optimierung der technischen Anlagen

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

2.2.3 Energetische Sanierung der Wohngebäude und Nichtwohngebäude

Die energetische Sanierung von Gebäuden bietet einen großen Hebel, um den Raumwärmebedarf der Gebäude zu senken. In der Stadt Zell a. H. wurden 75 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutzverordnung 1984 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte. Anhand der Klassifizierung der Gebäude in Gebäudetypen (Gebäudealtersklasse und Gebäudeart) wurde das Potenzial durch die energetische Sanierung berechnet. Konkret heißt das, dass im digitalen Zwilling für jedes Gebäude das Einsparpotenzial berechnet wurde. Dabei wurden den einzelnen Bauteilen (Dach, Fenster, Außenwand und Keller) gängige Dämmmaßnahmen der jeweiligen Gebäudetypen hinterlegt und der Wärmebedarf nach einer Sanierung anhand üblicher Bauteilflächen des Gebäudetyps ermittelt. Karte 9 zeigt ausgehend vom Gebäudewärmebedarf die Einsparpotenziale durch energetische Sanierung am Beispiel der Stadt Zell a. H.



Karte 9 – Einsparpotenziale durch energetische Sanierung der Wohngebäude (Quelle: Smart Geomatics GmbH 2024)

In Summe könnten 45 % des aktuellen Wärmebedarfs der Wohngebäude eingespart werden, wenn alle Wohngebäude auf den aktuellen Stand des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) von 2024 modernisiert werden. In der folgenden Abbildung 12 ist das mögliche Einsparpotenzial (rechts) nochmals für die gesamte Stadt Zell a. H. grafisch zusammengefasst. Durch die Sanierung der Wohngebäude und der damit einhergehenden Energieeinsparung, könnte die Stadt Zell a. H. die THG-Emissionen um 4.933 t CO_{2e} jährlich senken (8 % der wärmebedingten THG-Emissionen der Stadt im Jahr 2021).

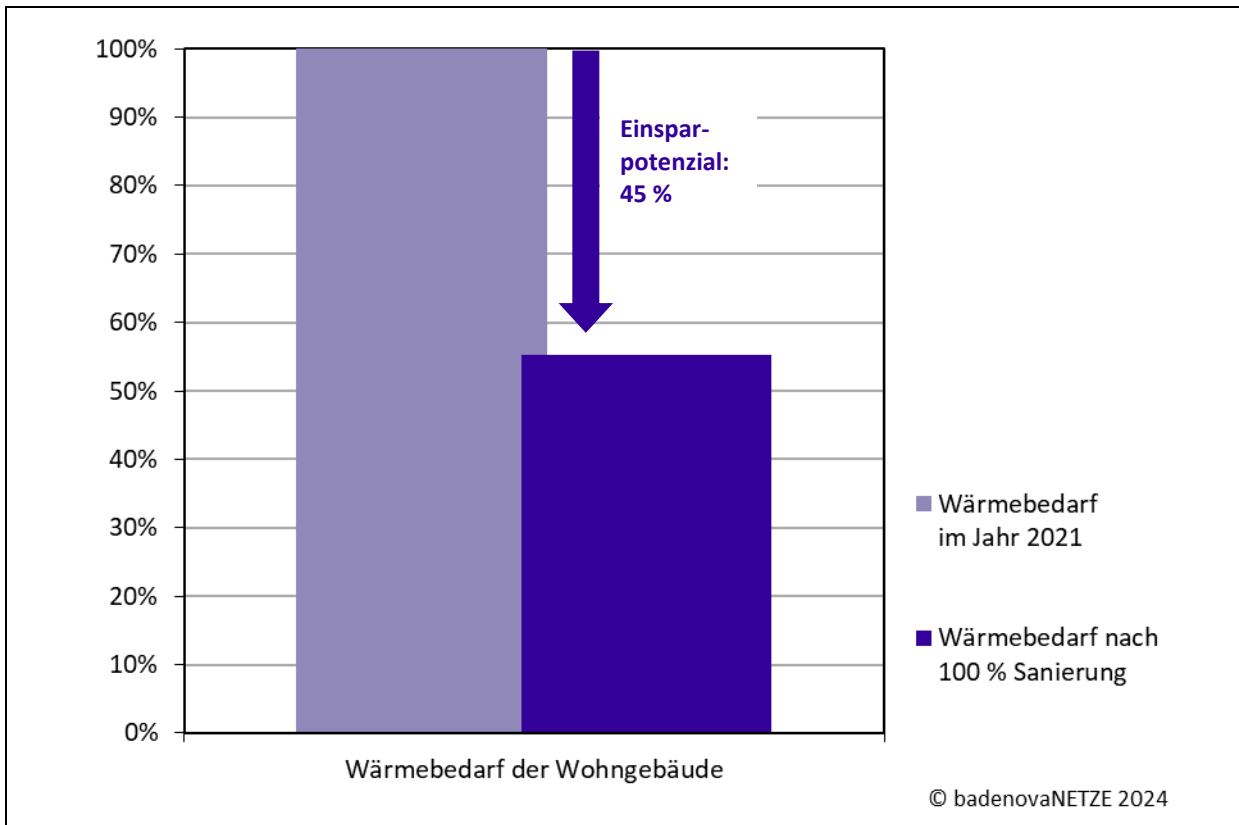


Abbildung 12 – Wärmebedarf der Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

2.2.4 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

Die häufigsten Gebäudetypen der Wohngebäude in Zell a. H. sind:

- 1) Einfamilienhaus Baualtersklasse B (Baujahr zw. 1860 – 1918)
- 2) Einfamilienhaus Baualtersklasse C (Baujahr zw. 1919 – 1948)
- 3) Einfamilienhaus Baualtersklasse D (Baujahr zw. 1949 – 1957)
- 4) Einfamilienhaus Baualtersklasse E (Baujahr zw. 1958 – 1968)
- 5) Einfamilienhaus Baualtersklasse G (Baujahr zw. 1979 – 1983)
- 6) Einfamilienhaus Baualtersklasse H (Baujahr zw. 1984 – 1994)
- 7) Einfamilienhaus Baualtersklasse I (Baujahr zw. 1995 – 2001)
- 8) Einfamilienhaus Baualtersklasse J (Baujahr zw. 2002 – 2009)
- 9) Reihenhaushaus Baualtersklasse C (Baujahr zw. 1919 – 1948)
- 10) Reihenhaushaus Baualtersklasse D (Baujahr zw. 1949 – 1957)
- 11) Reihenhaushaus Baualtersklasse I (Baujahr zw. 1995 – 2001)
- 12) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse B (Baujahr vor 1918)
- 13) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse C (Baujahr zw. 1919 – 1948)
- 14) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse D (Baujahr zw. 1949 – 1957)
- 15) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse E (Baujahr zw. 1958 – 1968)
- 16) Mehrfamilienhaus Baualtersklasse F (Baujahr zw. 1969 – 1978)

Die oben genannten Wohngebäudetypen decken insgesamt ca. 77 % des Wohngebäudebestands in Zell a. H. ab. ca. 10 % der Wohngebäude wurden in Zell a. H. nach 2001 errichtet und werden in den nächsten Jahren keine größere Sanierungsnotwendigkeit an der Gebäudehülle aufweisen.

Im Anhang 9.2 ist beispielhaft der Gebäudesteckbrief für ein Einfamilienhaus mit einem Baualter zwischen 1958 und 1968 (Baualtersklasse E) abgebildet. Alle Sechzehn im Rahmen des kommunalen Wärmeplans der Stadt Zell a. H. erarbeiteten Gebäudesteckbriefe werden der Stadt Zell a. H. digital zur Verfügung gestellt. So können diese auf der Homepage der Stadt veröffentlicht oder im Rahmen von Veranstaltungen und Sanierungskampagnen verwendet werden.

2.2.5 Raumwärme der kommunalen Liegenschaften

Die Energie- und Treibhausgasbilanz der Stadt Zell a. H. weist einen Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften von ca. 2.773 MWh/a aus. Unter Anwendung der Studie des Instituts für technische Gebäudeausrüstung Dresden zur Steigerung der Effizienz von Heizsystemen kann ein Einsparpotenzial von durchschnittlich 8-15 % (Rehmann, et al., 2022) angesetzt werden, so dass ohne Gebäudesanierungen der Verbrauch um mindestens 222 bis 416 MWh/a gesenkt werden kann.

2.2.6 Prozesswärme

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

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

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

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

2.3 Erneuerbare Energien für die Wärmeversorgung

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

2.3.1 Biomasse

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

2.3.1.1 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Landwirtschaft

Laut dem Statistischen Landesamt wurde im Jahr 2021 in der Stadt Zell a. H. eine Fläche von 1.351 ha landwirtschaftlich genutzt (STALA (2022)). Bei der Bewirtschaftung dieser Flächen entstehen unterschiedliche Reststoffe, die sich für den Betrieb einer Biogasanlage eignen. Tabelle 3 gibt eine Übersicht dieser Reststoffe und deren energetischen Potenziale in der Stadt Zell a. H..

Die von dem statistischen Landesamt angegebenen Tierbestände in der Stadt Zell a. H. ergeben ein berechnetes energetisches Potenzial der tierischen Exkremente von ca. 1.402 MWh/Jahr.

Das Energiepotenzial der Ackerpflanzen verteilt sich in Zell a. H. auf 12 Haupterwerbslandwirte und 55 Nebenerwerbslandwirte.

Reststoffquelle	Anbaufläche (ha) Quelle: STALA 2020	Energetisches Potenzial (MWh/Jahr)
Ackerpflanzen	202	1.161
Dauergrünlandflächen	629	2.913
Obstanbau	16	71
Tierexkremente	-	1.402

Tabelle 3 – Energetisches Potenzial einiger landwirtschaftlichen Reststoffe in der Stadt Zell a. H.

2.3.1.2 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen

Die Hausmüllabfälle der Stadt Zell a. H. werden vom Eigenbetrieb Abfallwirtschaft des Landkreises Ortenaukreises entsorgt.

2.3.1.3 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

Ausgehend von den vor Ort erzeugten organischen Reststoffen (Tabelle 3), ergibt sich ein der landwirtschaftlichen Biogasproduktion hinzuaddiertes technisches Potenzial für die Stadt Zell a. H. von 5.547 MWh/Jahr, was im Rahmen einer Stromerzeugung einem elektrischen Erzeugungspotenzial von ca. 2.108 MWh/Jahr und einer Leistung mit ca. 310 kW_{el} sowie einem Nettowärmepotenzial von ca. 1.807 MWh/Jahr entsprechen würde. Wesentlicher Reststoff ist Rindergülle.

2.3.1.4 Energieholz

In der Stadt Zell a. H. beläuft sich die Stadtwaldfläche auf 567 ha. Das eingeschlagene Holz wird teilweise energetisch genutzt und als Hackschnitzel (1000 fm/Jahr) und Brennholz (500 fm/Jahr) verwendet. Zusätzlich werden 5.300 fm/Jahr stofflich genutzt. Auf Grundlage der Informationen des zuständigen Forstamtes kann festgestellt werden, dass die Waldfläche in Zell a. H. bereits nachhaltig bewirtschaftet wird und der Großteil des ungenutzten Zuwachses dem Wiederaufforstungsprogramm unterliegt. Zusätzliche energetische Potenziale sind daher nur sehr beschränkt vorhanden.

2.3.2 Oberflächennahe Geothermie

Auf der Gemarkung Zell a. H. sind Wasserschutzonen der Zone III lediglich im Siedlungs- und Gewerbebereich von Unterentersbach ausgewiesen. Zugleich sind dort aber keine relevanten Grundwasserpoteziale vorhanden. Der tiefere Untergrund besteht über die gesamte Gemarkung hinweg aus Kristallingesteinen (Granit und Gneis) und Schotter in Tallagen, die auf die obersten 20 m begrenzt sind. Auf den Hängen liegt eine dünne Hangschutt- und Bodenschicht dem Kristallingestein auf. Insgesamt

bestehen sehr gute Bedingungen zum Abteufen von Erdwärmesondenbohrungen (Abbildung 13). Erdwärme kann daher auf der gesamten Gemarkung mit Erdwärmesonden oder mit Kollektoren gehoben werden. Lediglich in Unterentersbach ist mit Effizienzeinbußen zu rechnen, da dort nur Wasser als Sole verwendet werden darf.

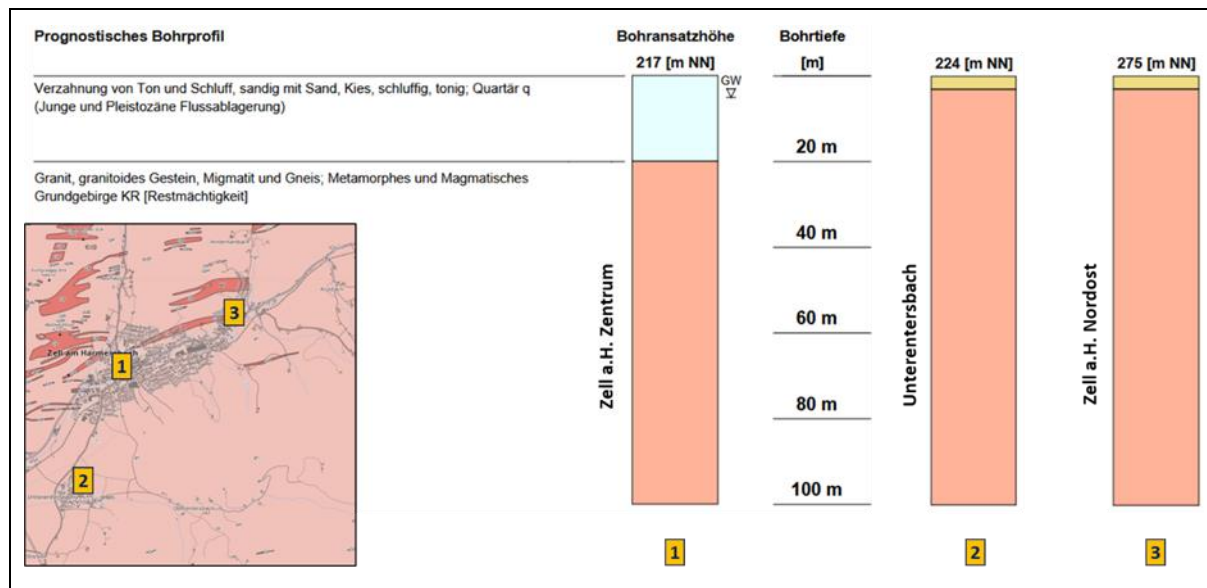


Abbildung 13 – Geologische Profilabfolgen von Zell a. H. nach LGRB.

2.3.2.1 Erdwärmesonden

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

Das technische Potenzial zur Deckung des Wärmeverbrauchs der Wohngebäude über Erdwärmesonden liegt in Zell a. H. bei ca. 19.534 MWh/Jahr, was ca. 22 % des Wärmebedarfs der Wohngebäude entspricht. Bis zum Jahr 2040 erhöht sich dieser Anteil aufgrund der Gebäudesanierung auf ca. 39 % des dann erwarteten Wärmebedarfs.

Eine geothermische Bedarfsdeckung konzentriert sich vor allem auf die Wohngebiete mit überwiegend Einfamilienbehausung. Karte 10 verzeichnet die Anzahl der Erdwärmesonden, die je Gebäude zur Deckung des technischen Wärmebedarfs benötigt werden. Dabei wird neben dem Gebäudewärmebedarf auch die zur Verfügung stehende Rest-Grundstücksfläche, der thermodynamisch notwendige Sondenabstand und die durchschnittliche Umgebungstemperatur im Schwarzwald berücksichtigt. Gebäude, die mehr als vier Erdwärmesonden benötigen, müssen mit anderen Energieträgern versorgt werden, da die Wirtschaftlichkeit einer Erdwärmeheizung voraussichtlich nicht gegeben ist.



Karte 10 – Erdwärmepotenzialkarte für das Szenario-Jahr 2040

2.3.2.2 Grundwasser

Die oberflächennahe Geologie ist auf der Gemarkung Zell a. H. nur im Bereich des Harmersbaches von jungquartären Flusskiesen bis in 20 m Tiefe u.GOK geprägt. Für eine zentrale Wärmeversorgung könnte hier auf Grundwasser als Energieträger zurückgegriffen werden, falls die sehr lokalen Ergiebigkeiten ausreichen. Abseits des Harmersbaches ist kein ausreichend grundwasserführendes Gestein anstehend. Insgesamt liegt daher für die großflächige Nutzung des Grundwassers mittels Brunnenanlagen in Zell a. H. kein Potenzial vor.

2.3.2.3 Risiken der Oberflächennahen Geothermie

Es werden folgende Bohrrisiken innerhalb der Gemarkung Zell a. H. angegeben:

- Artesisch gespanntes Grundwasser

Aufgrund der Lage der Stadt in der Talsohle steht das Grundwasser unter Druck, so dass es bei Bohrungen zum Auslaufen des Grundwassers oder sogar zur Verwilderung des Grundwasserstromes kommen kann.

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

2.3.3 Tiefengeothermische Potenziale

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

Insgesamt ist auch eine petrothermale Exploration für Zell a. H. vor dem Hintergrund der Kosten, des Gesamtaufwandes und des relativ geringen Wärmeabsatzes als unwirtschaftlich anzusehen.

2.3.4 Umweltwärme

Das auf Basis eines Wärmepumpenkatasters der badenovaNETZE GmbH berechnete Gesamtpotenzial für Luft/Wasser-Wärmepumpen im Sektor Haushalte beträgt ca. 9.011 MWh/a bezogen auf den heutigen Gebäudewärmebedarf und auf den heutigen Sanierungsstand der Wohngebäude. Das entspricht einer potenziellen Abdeckung des Wohngebäude-Wärmeverbrauchs von nur ca. 19 %. Bis ins Jahr 2040 kann dieser Anteil aber durch die Gebäudesanierung auf ca. 22.660 MWh/a gesteigert werden, was dann einen Deckungsanteil von bis zu 47 % bei den Privathaushalten bedeuten könnte. Dabei werden nur Wärmepumpen berücksichtigt, die bei der Wärmeversorgung der bis zum Jahr 2040 teil-sanierten 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 Zell a. H. ca. 2,2 % des Wärmeverbrauchs mit Wärmepumpen auf Basis von Umwelt- und Erdwärme gedeckt.

Eine weitere Möglichkeit der Nutzung von Umweltwärme sind Oberflächengewässer wie Flüsse und Seen. Hier könnte der Harmersbach als Wärmequelle für eine kleinere Großwärmepumpe in Betracht gezogen werden (siehe 2.3.2.2).

2.3.5 Solarthermie

Die Stadt Zell a. H. 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 1.102 kWh/m² und damit über dem bundesdeutschen Durchschnitt (LUBW, (2023)). Im Jahr 2021 wurden in Zell a. H. ca. 2,5 % des Wärmeverbrauchs der Stadt durch Solarthermieranlagen gedeckt.

2.3.5.1 Wärmeerzeugungspotenziale auf bestehende Dachflächen

Die Potenziale zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung durch Solarthermie belaufen sich zusätzlich zu den Bestandsanlagen (2.614 MWh) auf 4.299 MWh und damit auf insgesamt rund 4 % des Wärmeverbrauchs der Stadt Zell a. H.. Durch die Ausschöpfung des Potenzials und der erhöhten Erzeugung von Solarwärme könnten, im Vergleich zum mittleren Emissionsfaktor des Wärmeverbrauch, insgesamt 1.053 t CO_{2e} /Jahr vermieden werden.

2.3.5.2 Wärmeerzeugungspotenziale auf Freiflächen

Wärme aus Solarenergie auf Freiflächen wird in der Regel nur dort eingesetzt, wenn in der direkten Umgebung auch eine Wärmeabnahme oder die Einspeisung in ein Wärmenetz möglich ist. Beim Ausbau von zentraler Wärmeversorgung sollten in Zukunft solche Anlagen als eine Potenzielle Wärmequelle in Betracht gezogen werden, da sie einen Beitrag zur klima-neutralen und erneuerbaren Versorgung darstellen. Um die Versiegelung neuer Flächen zu vermeiden, können auch bereits versiegelte Flächen, wie Parkplätze als Potenziale betrachtet werden. Ein wirtschaftliches Potenzial lässt sich erst

abschätzen, wenn genauere Angaben zu den einzelnen Wärmenetzen und der zur Verfügung stehenden Flächen bekannt sind. Letztere sollten – im Gegensatz zu Photovoltaik-Freiflächen - in der direkten Nachbarschaft zur Wärmesenke errichtet werden. Daraus resultieren deutlich größere Einschränkungen für die Freiflächen-Solarthermie als für die Stromerzeugung auf Photovoltaik-Freiflächen.

2.3.6 Abwärmepotenziale

2.3.6.1 Abwärmepotenziale im Gewerbe

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden ca. 15 Betriebe in Zell a. H., die ein relevantes Abwärmepotenzial aufweisen können, angeschrieben. In einem weiteren Schritt wurden die Betriebe telefonisch hinsichtlich spezifischer Fragestellungen zu Produktionsprozessen und deren Abwärmepotenziale interviewt. Daraus ergab sich, dass ein relevantes Wärmepotenzial nur vereinzelt zu erwarten ist. Allerdings ist bisher nicht bekannt, inwiefern die Wärme zur Hauptbedarfszeit während der Heizperiode tatsächlich zur Verfügung steht. Um diesbezüglich sichere Aussagen machen zu können, wäre eine weitergehende Analyse zur Bemessung der innerbetrieblichen Optimierungspotenziale und der exakten Abwärme-beträge notwendig.

Bei der Metaldyne GmbH konnte schon im Vorfeld dieser Untersuchungen durch die badenovaWÄRME-PLUS GmbH & Co. KG ein erhebliches Abwärmepotenzial von 11.000 MWh festgestellt werden. Bei allen anderen Unternehmen hat sich kein Abwärmepotenzial in den Betrieben ergeben. Dabei spielten neben den energetischen Gegebenheiten auch betriebswirtschaftliche Gründe eine Rolle.

Im Rahmen der Eignungsgebiete für die zentrale Wärmeversorgung und bei der Umsetzung der Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans sollte geprüft werden, ob die anfallende Abwärme eines der Betriebe technisch-wirtschaftlich für ein Wärmenetz zu erschließen ist.

2.3.6.2 Abwärmepotenziale aus dem Abwasser

Aufgrund der geringen Ausdehnung der Abwasserkanäle und des eher gering zu veranschlagenden Durchflusses steht in Zell a. H. nach Rücksprache mit dem Abwasserzweckverband Kinzig- und Harmersbachtal kein relevantes und nutzbares Abwärmepotenzial aus Abwasser zur Verfügung.

2.3.7 KWK-Potenzial

Das KWK-Potenzial ergibt bei einer maximalen Nutzung der biogenen Reststoffe ca. 2.108 MWh.

2.4 Erneuerbare Energien für die Stromerzeugung

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

2.4.1 Wasserkraft

Aktuell werden sieben Anlagen in Zell a. H. betrieben, welche jährlich 170 MWh Strom erzeugen. Laut Energieatlas der LUBW ist innerhalb der Gemarkung von Zell a. H. kein weiteres Wasserkraftpotenzial entlang des vorhandenen Fließgewässers vorhanden. Das vorhandene Potenzial ist damit ausgeschöpft.

2.4.2 Windkraft

Bei der Erfassung von Windkraftpotenzialen wurde die Offenlage der Teilfortschreibung „Windenergie“ des Regionalverbands Südlicher Oberrhein (RVSO) herangezogen, der als erste Planungsgrundlage für die Suche nach wirtschaftlichen Standorten dient. Das 2022 neu eingeführte und am 01.02.2023 in

Kraft getretene Windenergieflächenbedarfsgesetz des Bundes sieht künftig im Bereich der Windenergie verbindliche Flächenziele (Flächenbeitragswerte) für die jeweiligen Bundesländer vor. Demnach sind in Baden-Württemberg bis zum 31.12.2027 mindestens 1,1 % und bis zum 31.12.2032 mindestens 1,8 % der Landesfläche für Windkraftanlagen auszuweisen.

Dies bedeutet, dass jeder Regionalverband in Baden-Württemberg mindestens 1,8 % der Regionsfläche planerisch für die Windenergienutzung zu sichern hat. Für die Region Südlicher Oberrhein sind demnach Vorranggebiete für Standorte regionalbedeutsamer Windkraftanlagen mit einer Gesamtgröße von mindestens rund 7.300 ha festzulegen.

Windvorranggebiete nach Regionalverbänden sind potenzielle Suchräume für Windkraftanlagen, die vom Regionalverband südlicher Oberrhein ausgewiesen wurden und sich derzeit in der Offenlage befinden. Für konkrete Standorte muss in jedem Fall eine genaue Einzelfallbegutachtung stattfinden.

Bei der Auswertung potenzieller Standorte werden neben der Windgeschwindigkeit, auch immissionschutzrechtliche Themen wie Schall und Schattenwurf, Naturschutz- und Raumordnungsbelange berücksichtigt. Aus diesem Grund wurden folgende Flächen der Gemeinde als Potenzialgebiet ausgeschlossen:

- Flächen, die < 1000 m von reinen Wohngebieten entfernt sind
- Flächen, die < 500 m von Einzelgebäuden entfernt sind
- Wasserschutzgebiete der Zonen I & II
- Auenflächen der Kategorie 1

Als wirtschaftlich interessant für die Entwicklung von Windkraftanlagen gelten in der Regel Standorte mit hohen mittleren Windleistungsdichten. Für die Bewertung der technisch-wirtschaftlichen Potenzialgebiete wurde der Windatlas Baden-Württemberg (LUBW (2020)) herangezogen und bei der Windhöffigkeit ein Grenzwert von mindestens 215 W/m² in 160 m Höhe vorausgesetzt.

Aufgrund dieser Annahmen bietet die Stadt Zell a. H. neben der bestehenden Windenergieanlage theoretisch Platz für bis zu 3 weitere Windenergieanlagen, die ein Nettostromerzeugungspotenzial ca. 28.500 MWh Strom pro Jahr aufweisen.

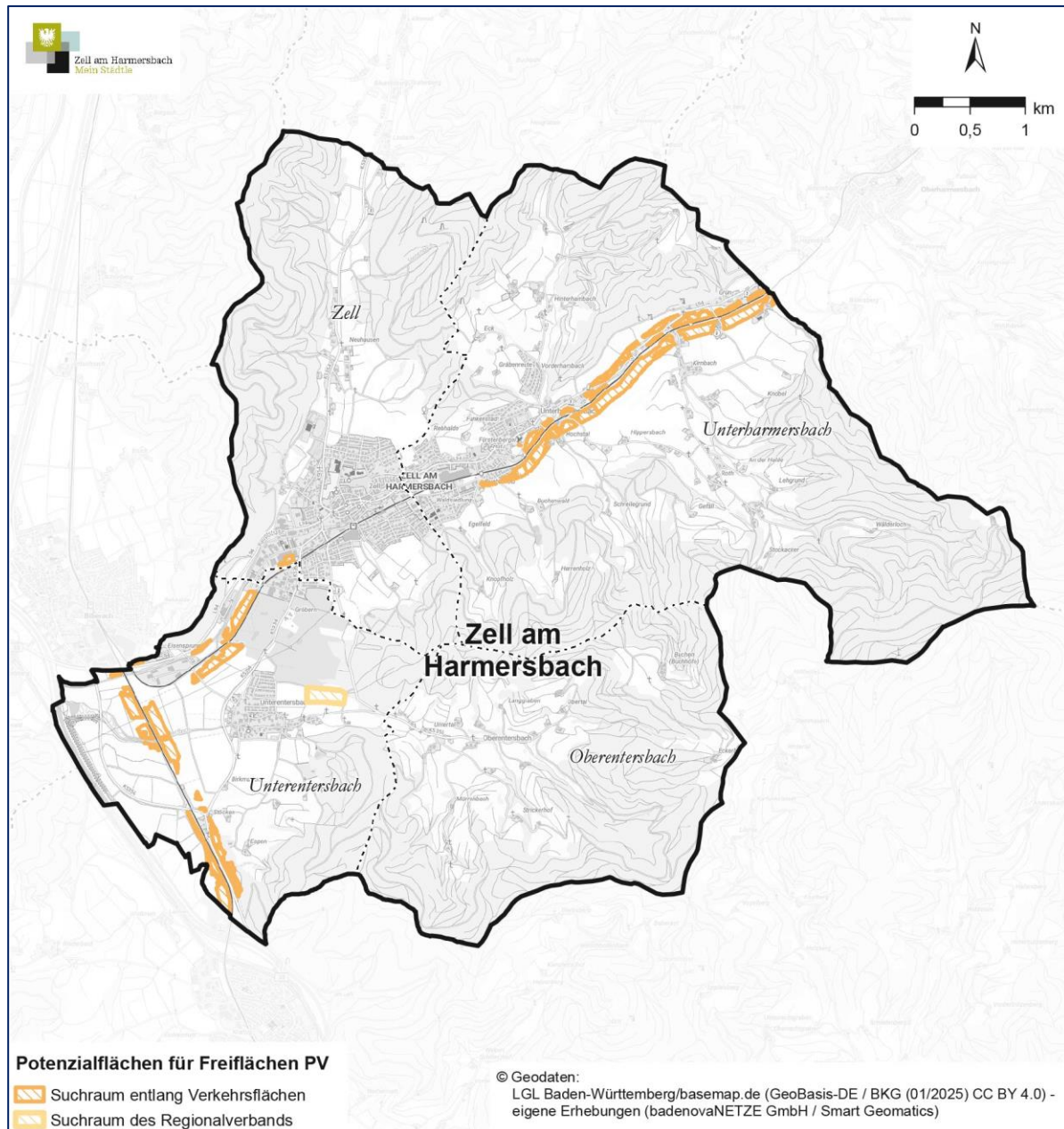
2.4.3 Photovoltaik

Für die Ermittlung der Potenziale zur Stromerzeugung wurde auf den Energieatlas Baden-Württemberg der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) zurückgegriffen (LUBW (2023)). Dabei wird zwischen folgenden zwei Potenzialflächen unterschieden:

- **Stromerzeugungspotenzial auf bestehende Dachflächen:** Das Dachflächenpotenzial für die Stromerzeugung mit Photovoltaik wurde, wie auch das Solarthermiepotezial, anhand des Dachflächenkatasters der LUBW ermittelt. Durch die Ausschöpfung des Dachflächenpotenzials in Zell a. H. können nach diesen Berechnungen jährlich insgesamt ca. 38.715 MWh Strom mit PV-Anlagen erzeugt werden. Dies entspricht 55 % des Gesamt-Stromverbrauchs und 340 % des Stromverbrauchs der privaten Haushalte im Jahr 2021
- **Stromerzeugungspotenziale auf Freiflächen:** Der Energieatlas Baden-Württemberg listet, zusätzlich zum PV-Potenzial auf Dächern, Angaben zum Potenzial für PV-Anlagen auf Freiflächen auf (LUBW (2020)), die für PV-Nutzung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und der Freiflächenöffnungsverordnung (FFÖ-VO) förderberechtigt im Sinne der Einspeisevergütung sind. In Abstimmung mit dem Regionalverband Südlicher Oberrhein wurden Flächen, die durch Restriktionen aus dem Regionalplan für PV-Anlagen nicht genehmigungsfähig wären, abgezogen. Daraus ergeben sich für Zell a. H. mehrere Flächenabschnitte für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen mit einer Fläche von insgesamt 96 ha. Würden 45 % der geeigneten Freiflächen für PV-Anlagen genutzt werden, könnten damit 60 % des Gesamtstromverbrauchs im Jahr 2021, also ca. 42.500 MWh/Jahr Strom erzeugt werden. Dies entspricht 373 % des Stromverbrauchs der privaten Haushalte in Zell a. H. (vgl. Karte 11).

Weitere Potenziale für die Nutzung von Solarenergie bieten Anlagen über Parkplätzen (beim Neubau eines Parkplatzes ab 35 Stellplätzen ist dies in Baden-Württemberg Pflicht), Balkonanlagen und Anlagen über Agrarflächen. Potenziale wurden im Rahmen der Studie nicht beziffert.

Bei Ausschöpfung des Dachpotenzials und einer Freiflächen-Belegung von 30 % ergibt sich bis 2040 ein Stromerzeugungspotenzial von insgesamt ca. 71.000 MWh/a. Abbildung 14 zeigt das Stromerzeugungspotenzial mit Photovoltaik auf Dachflächen und Freiflächen im Verhältnis zum Gesamtstromverbrauch der Stadt Zell a. H. im Jahr 2021. Mit den zur Verfügung stehenden Potenzialflächen könnte die Gemeinde Wutöschingen den heutigen Stromverbrauch zu 197 % decken.



Karte 11 – Potenzialflächen für Freiflächen PV-Anlagen (Datenquelle: Regionalverband)

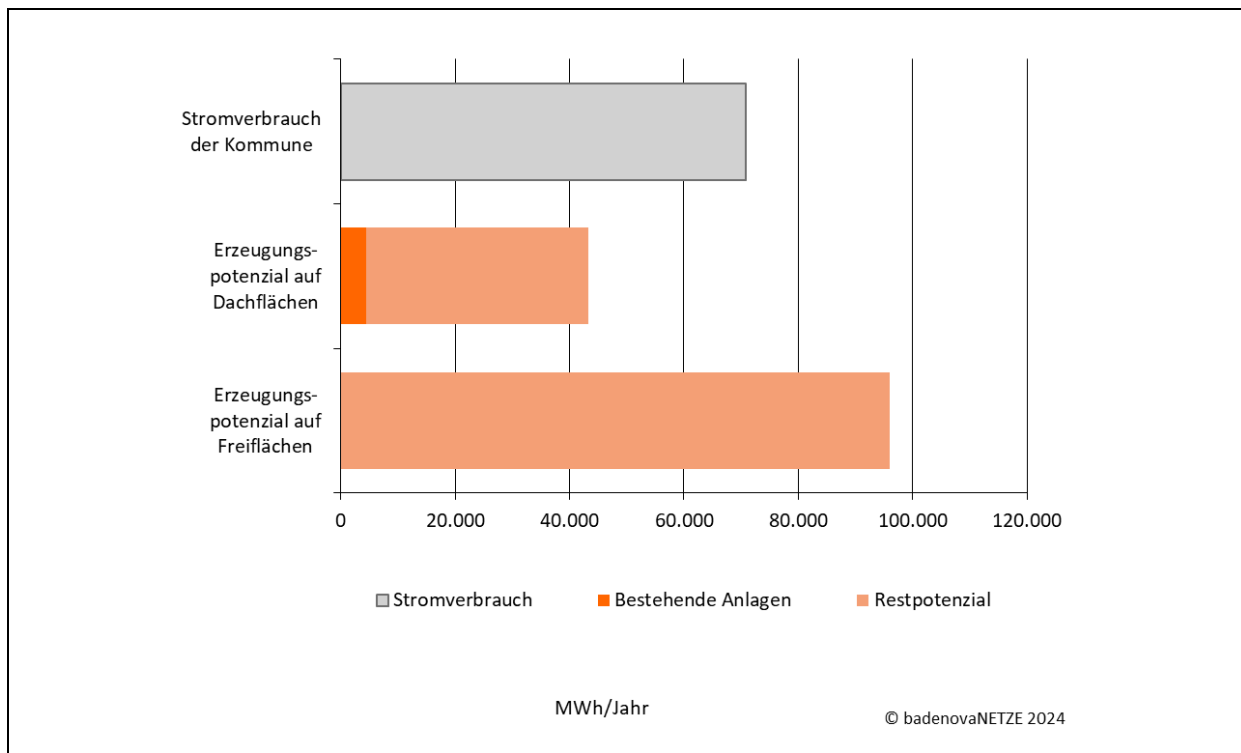


Abbildung 14 – Stromerzeugungspotenziale mit Photovoltaik in Zell a. H.

2.5 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, in denen Strommangel herrscht, wieder in Strom umgewandelt und in das Stromnetz eingespeist werden (Abbildung 15). Zudem lässt sich Wasserstoff auch in das bestehende Gasnetz integrieren.

Die Verfügbarkeit von erneuerbaren Gasen könnte vor allem für den produzierenden Industriezweig essenziell sein. Einzelne Prozessschritte benötigen Wärme auf hohen Temperaturniveaus. Um diese hohen Temperaturniveaus zu erreichen, bedarf es molekülbasierter Energieträger, da hier der Elektrifizierung technische Grenzen gesetzt sind.

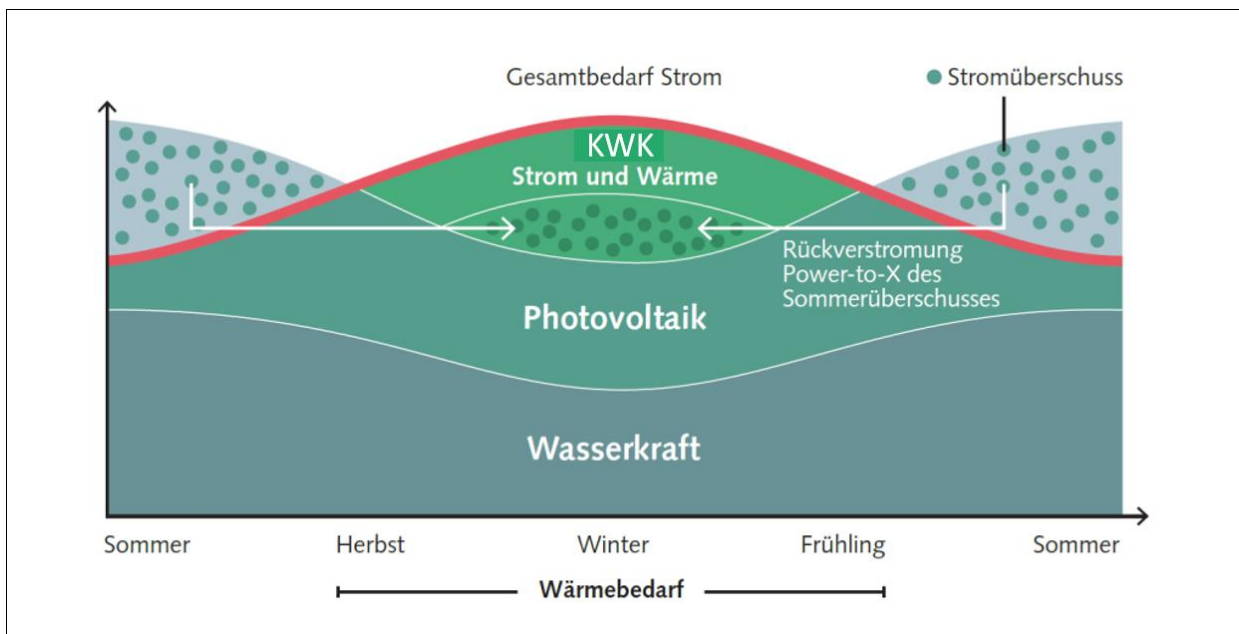


Abbildung 15 – Versorgungssicherheit durch Schließung der Winterlücke (Powerloop, 2020)

2.5.1 Zukünftige Verfügbarkeit von synthetischen Gasen

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.

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

2.5.2 Zukünftige Rolle von erneuerbaren Gasen

Siehe Methodenbericht, Kapitel 2.5.2, auf Seite 26.

2.6 Zusammenfassung der Potenziale

Die Potenzialanalyse zeigt, in welchen Bereichen die Stadt Zell a. H. 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 16 und Abbildung 17 dargestellt. Daraus lässt sich ableiten, dass die Potenziale im Strombereich theoretisch und jahresbilanziell ausreichend sind, um den heutigen Strombedarf im Sektor private Haushalte in Zell a. H. erneuerbar zu decken.

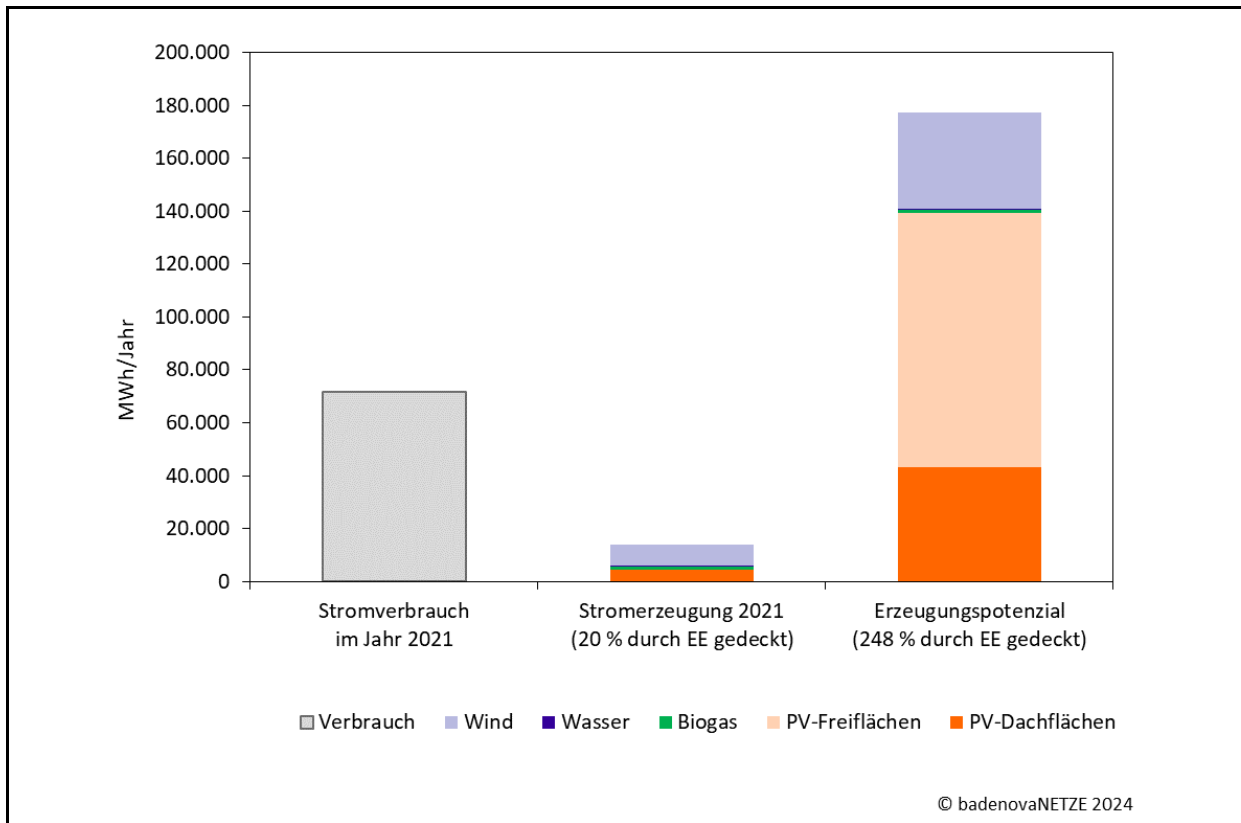


Abbildung 16 – Erneuerbare Strompotenziale in Zell a. H.

Die in Abbildung 17 zur Wärmeerzeugung dargestellten Potenziale werden nicht vollständig ausreichen, um die aktuell benötigte Wärmemenge bereitzustellen, auch wenn die Dachflächen-Solarthermie über die Bedarfsdeckung für die Warmwasserbereitung genutzt werden kann. Es ist nicht davon auszugehen, dass Wasserstoff ab dem Jahr 2035 oder ab 2040 zur Verfügung stehen wird. Das bedeutet, dass der Wärmebedarf der Stadt deutlich gesenkt werden müsste, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung tatsächlich erreichen zu können. Für energieintensive Unternehmen können auch grüne Gase zukünftig eine Alternative zu fossilen Energieträgern darstellen. Diese beiden Potenziale sind jedoch nicht pauschal zu beziffern.

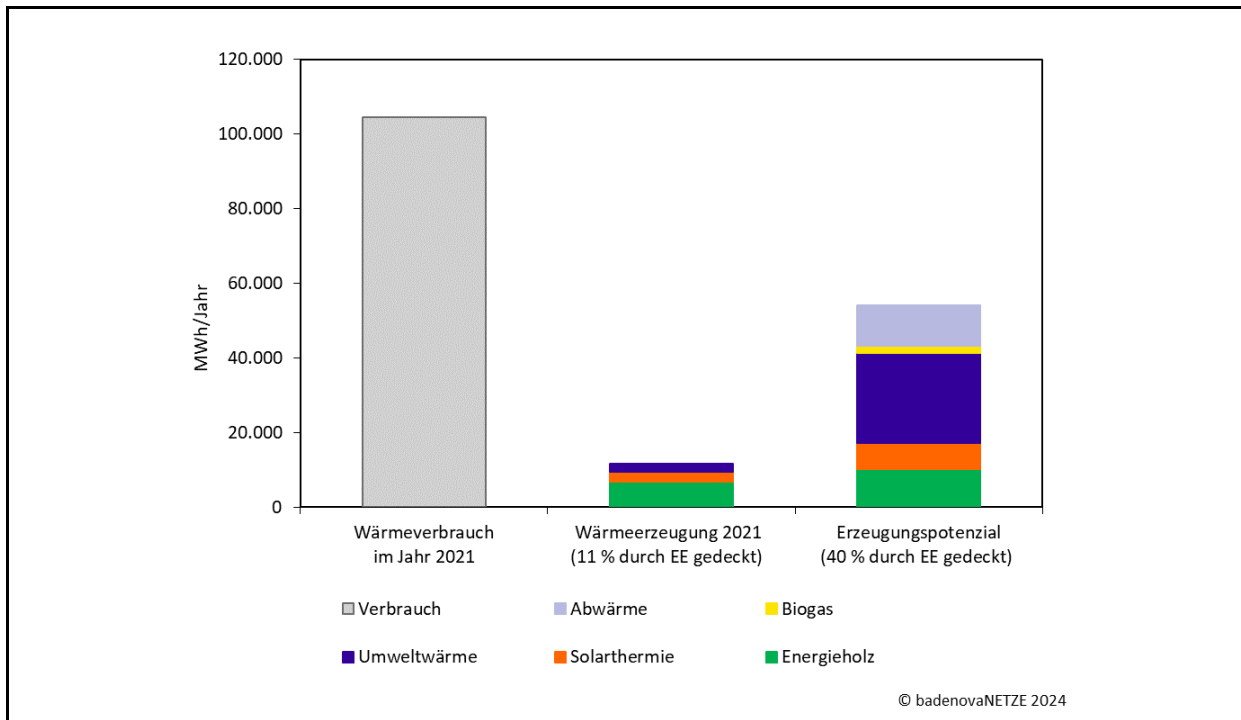


Abbildung 17 – Erneuerbare Wärmepotenziale in Zell a. H.

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

Energiequelle	Dezentrale Wärmeversorgung	Zentrale Wärmeversorgung	Stromerzeugung	Lokales Erzeugungspotenzial
Biomasse				
Biogas für KWK	X	X	X	3.011 MWh Wärme 2.108 MWh Strom
Energieholz	X	X		Lokale Potenziale werden bereits ausgeschöpft. Kein zusätzliches Potenzial.
Oberflächennahe Erdwärme				
Erdwärmesonden	X			19.535 MWh 2021 24.343 MWh ab 2030 25.878 MWh ab 2040
Grundwasserbrunnen	X	X		Zwischen 100 und 150 kW Entzugsleistung je Brunnen bei Fördermengen von 5 l/s: Bis zu 300 kW bei COP 3,0 in Bestandsgebäuden
Tiefengeothermie				
Hydrothermale Geothermie		X		Kein Potenzial vorhanden
Petrothermale Geothermie		X	X	Kein Potenzial vorhanden
Solarthermie				
Solarthermie auf Dachflächen	X	X		6.913 MWh
Solarthermie auf Freiflächen		X		Konkret erst bei der Planung eines Wärmenetzes bezifferbar.
Umweltwärme				
Luft	X	X		9.011 MWh 2021 27.416 MWh ab 2030 22.660 MWh ab 2040
Abwärme				
Gewerbe		X		11.000 MWh
Abwasser		X		Kein Potenzial technisch-wirtschaftlich nutzbar

Energiequelle	Dezentrale Wärmeversorgung	Zentrale Wärmeversorgung	Stromerzeugung	Lokales Erzeugungspotenzial
Windkraft			X	Sowohl der Regionalverband als auch das LUBW weist geeignete und bedingt geeignete Flächen auf der Gemarkung Kehl aus. Diesen müssten durch eine Langzeitmessung geprüft werden.
Wasserkraft			X	Kein zusätzliches Potenzial vorhanden.
Photovoltaik				
Dachflächen			X	43.217 MWh
Freiflächen			X	96.000 MWh
Parkplatzflächen			X	Kein Potenzial vorhanden
Baggerseen			X	Kein Potenzial vorhanden

Tabelle 4 – Übersicht der nutzbaren Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien

3. Zielszenario Klimaneutraler Gebäudebestand 2040

3.1 Berechnungsgrundlagen des Zielszenarios

3.1.1 Definition der Klimaneutralität

Siehe Methodenbericht, Kapitel 3.1.1.

3.1.2 Berechnungsgrundlagen zur Entwicklung des Wärmebedarfs

Folgende Annahmen wurden bei der Szenarienentwicklung für die kommunale Wärmeplanung der Stadt Zell a. H. getroffen:

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

3.1.3 Berechnungsgrundlagen zur Deckung des Wärmebedarfs

- Im Zielszenario werden im Jahr 2040 keine fossilen Brennstoffe mehr verwendet. Dies entspricht einem möglichst klimaneutralen Zustand und ist auch eine der Grundannahmen in der Studie *Baden-Württemberg Klimaneutral 2040* (Nitsch & Magosch, 2021).
- Der Einsatz von Energieholz entwickelt sich maximal entsprechend dem ungenutzten Zuwachs.
- Der Einsatz von Solarthermie im Jahr 2040 basiert zum einen auf der möglichen Ausschöpfung des berechneten theoretischen Dachflächenpotenzials aus der Potenzialanalyse und zum anderen auf den maximal nötigen Bedarf für Brauchwarmwasser bei privaten Haushalten. Das Solarthermiefeld auf Dachflächen wird im Jahr 2040 den privaten Haushalten zugeteilt.
- In den Eignungsgebieten für dezentrale Wärmeversorgung werden Wärmepumpen (Luft-Luft und Luft-Wasser) in Zukunft einen Großteil des Wärmebedarfs decken.
- Gebiete mit Eignung für zentrale Wärmeversorgung werden zukünftig größtenteils über Wärmenetze (Fernwärme) versorgt. Für jedes Eignungsgebiet wurde ein zukünftiger Anschlussgrad von 70 % der Wohngebäude angenommen.

- Im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung wird u.a. aufgrund der zentralen Lage des Eignungsgebietes angenommen, dass der Wärmebedarf der Betriebe zu 20 % über Fernwärme gedeckt wird.
- Die kommunalen Liegenschaften werden im Jahr 2040 zum größten Teil durch Fernwärme, zusätzlich durch Holz und Umweltwärme (WP) versorgt.

3.1.4 Berechnung der Treibhausgasemissionen

Die für das Zielszenario der Stadt Zell a. H. verwendeten Emissionsfaktoren sind im Methodenbericht im Abschnitt 3.1 dargestellt.

3.2 Zukünftiger Wärmebedarf 2030 und 2040

Durch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand und durch Effizienz- und Einsparmaßnahmen im Wirtschaftssektor sinkt der Gesamtwärmebedarf im Zielszenario bis zum Jahr 2040 um insgesamt 21 % gegenüber dem Jahr 2021. Der Wärmebedarf der Wohngebäude sinkt durch die energetische Gebäudesanierung, erhöht sich aber durch den Zubau neuer Gebäude, so dass bis 2040 eine Einsparung von ca. 17 % erwartet wird. Bei den kommunalen Liegenschaften liegt die Einsparung bei ca. 40 % bis im Jahr 2040. Abbildung 18 zeigt die Entwicklung des Wärmeverbrauchs aufgeteilt nach Sektoren für die Jahre 2021, 2030 und 2040.

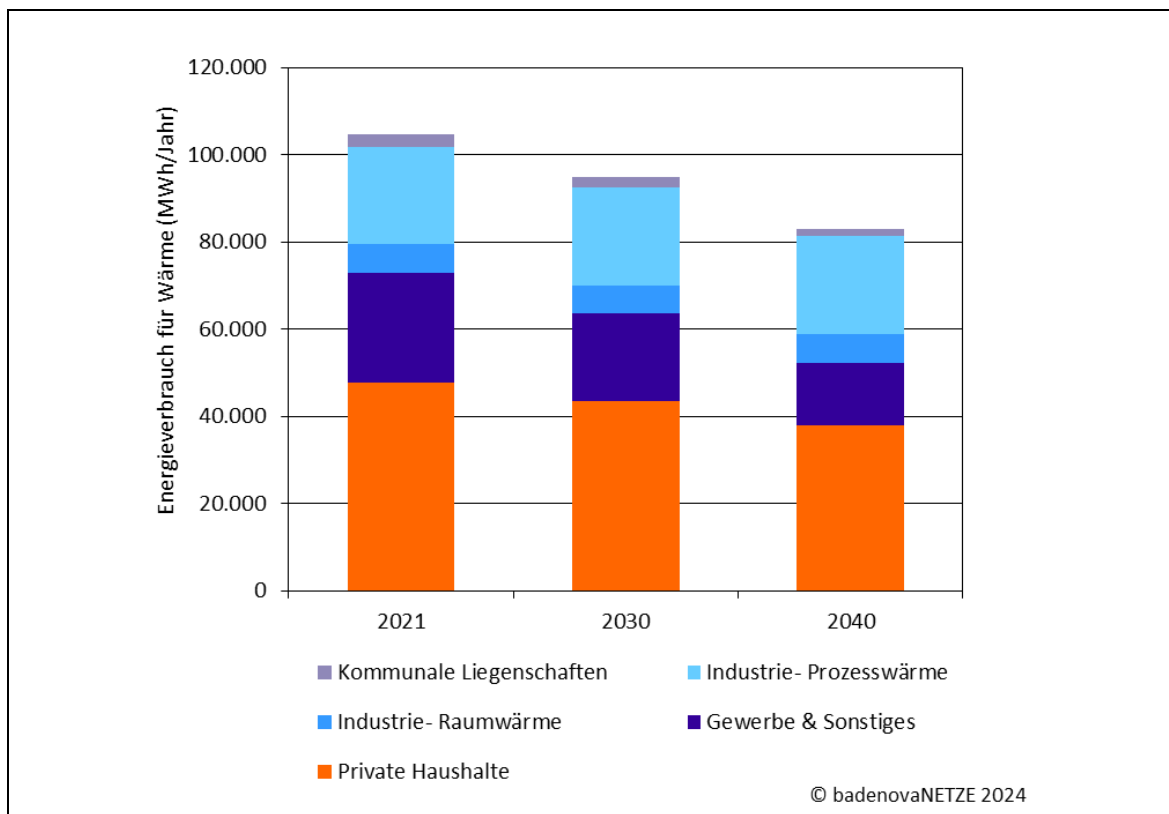


Abbildung 18 – Entwicklung des Energieverbrauchs für die Wärme nach Sektoren im Zielszenario

3.3 Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs nach Energieträgern

Nach der Darstellung des zukünftigen Wärmeverbrauchs aller Sektoren wurden die zur Deckung benötigten Energiemengen nach Energieträgern ermittelt. Wesentliche Grundlage waren hierbei die lokalen Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung. Um auch die räumliche Verteilung dieser Potenziale zu berücksichtigen, wurden die Eignungsgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeversorgung für die Aufteilung der Wärmemengen auf die Energieträger herangezogen (siehe Kapitel 3.6).

Wie in Abbildung 19 zu sehen, werden im Zielszenario ab dem Jahr 2040 keine fossilen Energieträger mehr zum Einsatz kommen und vollständig durch erneuerbare Energieträger ersetzt. In den Gebieten für dezentrale Wärmeversorgung werden primär Wärmepumpen genutzt. Der Anteil der Wärme, der mittels einer zentralen Wärmeversorgung bereitgestellt wird, steigt von 0 % im Jahr 2021 auf 30 % im Jahr 2040. Die zentrale Wärmeversorgung wird im Jahr 2040 durch einen Energiemix aus verschiedenen Energieträgern (Abwärme, Umweltwärme und Energieholz) sichergestellt (vgl. Abbildung 20).

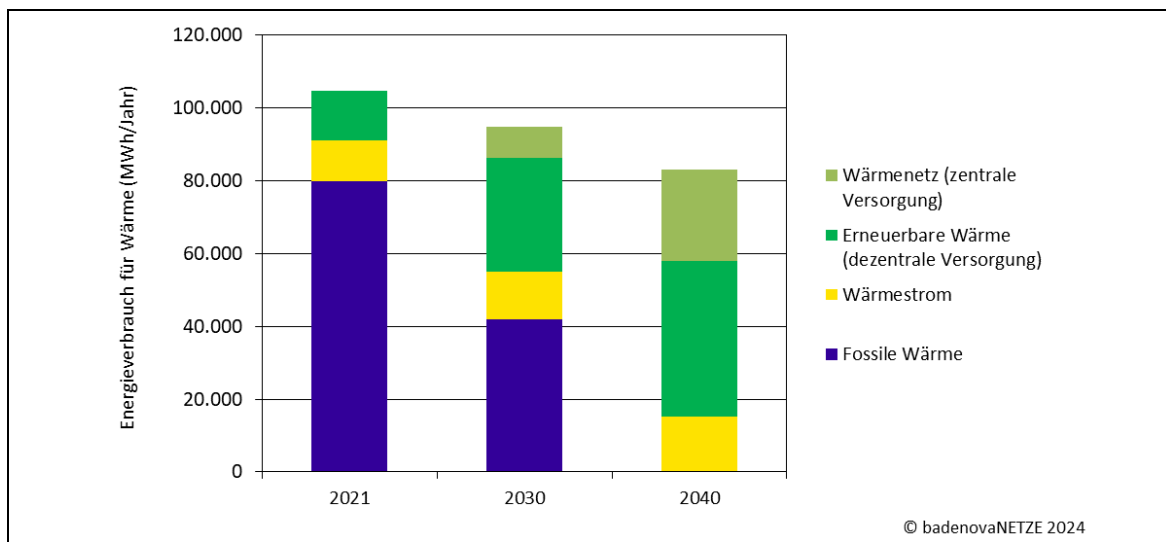


Abbildung 19 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Erzeugungsart im Zielszenario

Abbildung 20 zeigt die Entwicklung des gesamten Wärmeverbrauchs der Stadt Zell a. H. detailliert nach Energieträgern. Neben der Senkung des Wärmeverbrauchs wird deutlich, dass die Wärmeversorgung in Zukunft dekarbonisiert wird. Hierzu werden unterschiedliche lokale erneuerbare Energieträger eingesetzt, während die Anteile der fossilen Energieträger, z.B. Erdgas und Heizöl, im Verlauf sinken. Im Jahr 2040 liegt laut des Zielszenarios der Fernwärmeverbrauch bei ca. 25.000 MWh/Jahr, zuzüglich der Netzverlustenergie. Der Einsatz von Energieholz wird in allen Sektoren in etwa gleichbleiben. Im Jahr 2040 werden in Zell a. H. ca. 25.316 MWh Umweltwärme benötigt. Einen Teil dieser Umweltwärme wird in Wärmepumpen-Anlagen des Gewerbes und der Industrie benötigt. Im Sektor Private Haushalte werden hingegen 15.204 MWh/a Umweltwärme benötigt, um das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung zu erreichen. Auf Grundlage des Wärmepumpenkatasters, welches nur Wohngebäude betrachtet, ist letzteres Potenzial bis 2040 gegeben.

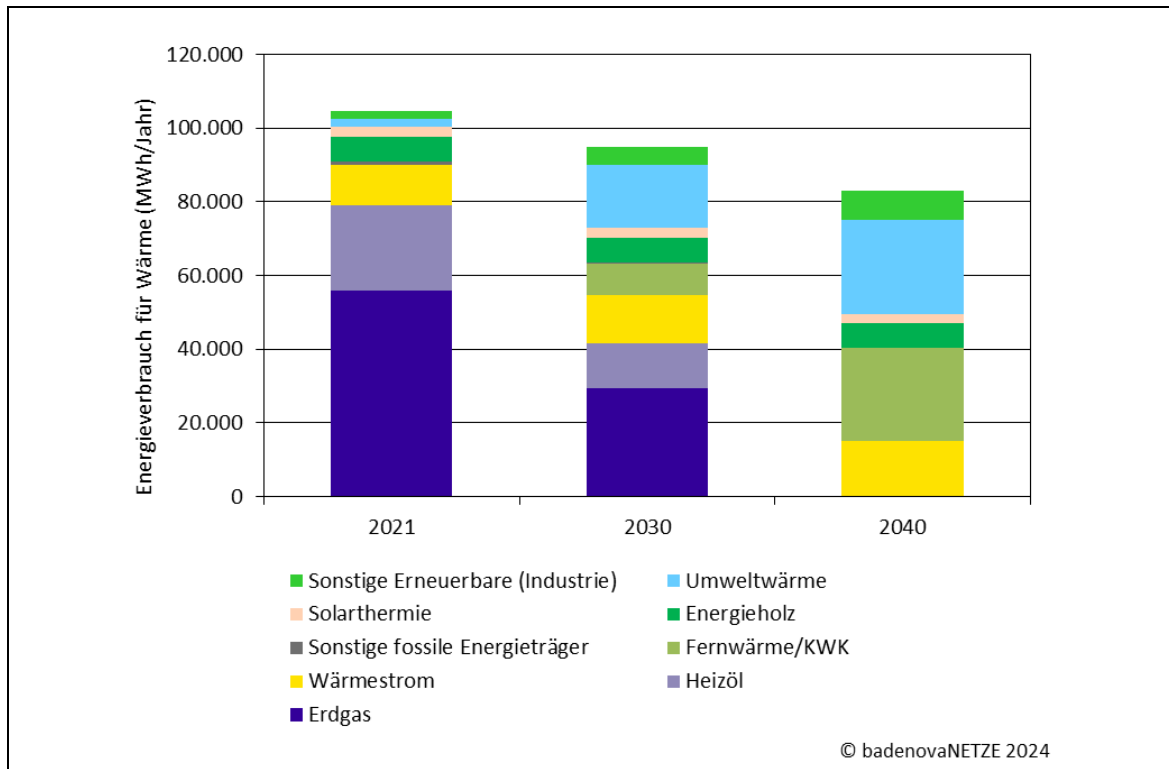


Abbildung 20 – Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme nach Energieträgern im Zielszenario

Es wird in Zukunft ein vielfältiger Mix an Wärmeerzeugern mit unterschiedlichen Energieträgern notwendig sein, um Klimaneutralität bis im Jahr 2040 zu erreichen. Bei dem hier dargestellten Zielszenario handelt es sich um einen möglichen Pfad dieses Ziel zu erreichen. Sollte dieses Szenario nicht umsetzbar sein, können einzelne Energieträger durch andere erneuerbare Energieträger ersetzt werden oder in veränderten Anteilen genutzt werden. Die Abbildung 21 zeigt die mögliche Entwicklung des Energieträgermixes zur Wärmenetzversorgung im Zielszenario.

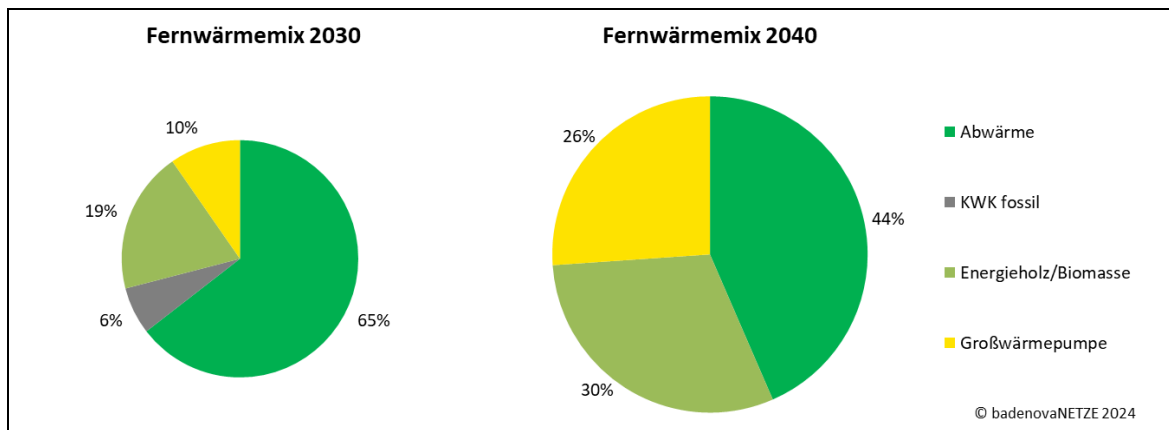


Abbildung 21 – Entwicklung des Energieträgermixes zur Wärmenetzversorgung im Zielszenario

Eine genaue Aufteilung der Wärmeerzeugung nach Energieträger und Sektor für die Jahre 2021, 2030 und 2040 ist im Abschnitt 3.9 in Tabelle 5, Tabelle 6 und Tabelle 7 in Zahlen festgehalten.

3.4 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 der Stadt Zell a. H. im Jahr 2040 THG-Emissionen von insgesamt ca. 2.768 t CO_{2e} (wärmebedingte THG-Emissionen im Jahr 2021: ca. 27.235 t CO_{2e}). Das bedeutet, dass im Vergleich zum Jahr 2021 die Emissionen in der Stadt Zell a. H. um insgesamt 90 % sinken müssen bzw. um jährlich etwa 1.288 t CO_{2e} gesenkt werden müssen, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 zu erreichen.

Die Abbildung 22 stellt, analog zur Entwicklung der Energieträger (vgl. Abbildung 19), die szenarische Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen, differenziert nach Energieträger, bis 2040 dar. Es wird deutlich, dass die Reduktion und der Ersatz fossiler Energieträger durch lokale erneuerbare Energien zu einer Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in Zell a. H. führen können.

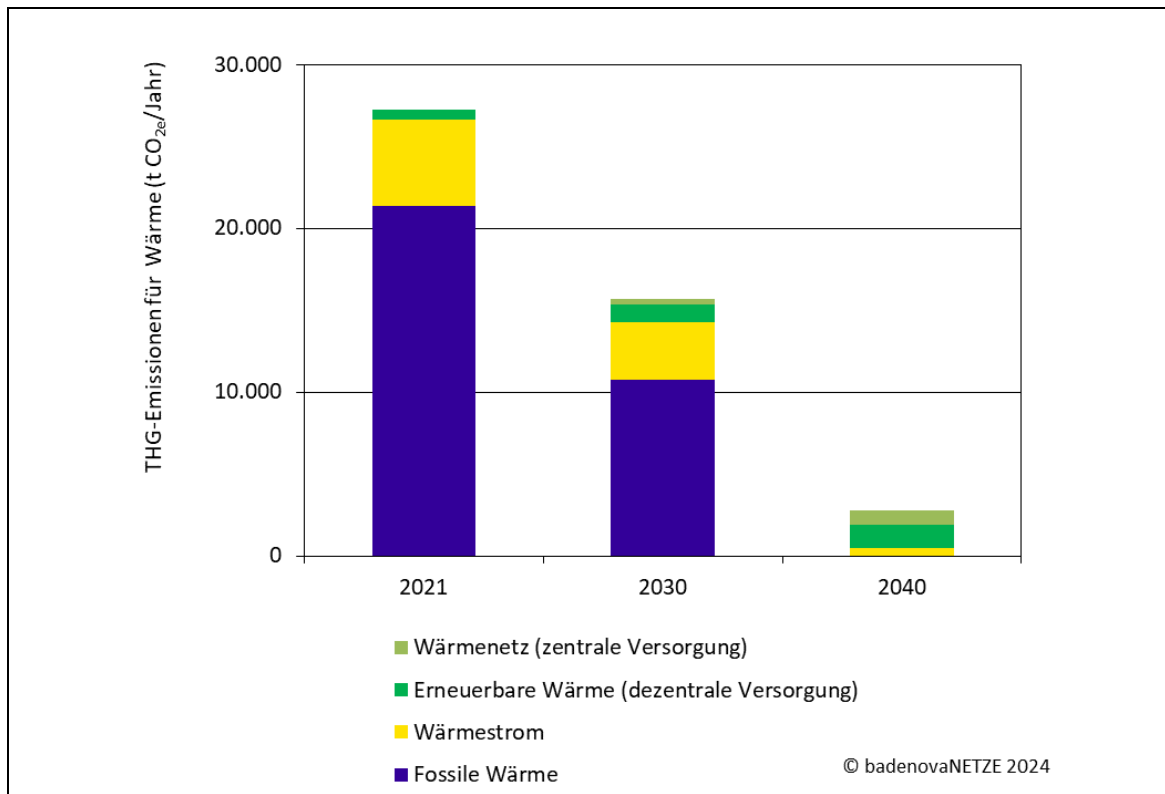


Abbildung 22 – Entwicklung der wärmebedingten THG-Emissionen im Zielszenario bis zum Jahr 2040

3.5 Strombedarfsdeckung im Zielszenario

Das Zielszenario zeigt, dass der Strombedarf für die Wärmeerzeugung (Elektrowärme) durch den zukünftigen Einsatz von Wärmepumpen von ca. 632 MWh im Jahr 2021 (Stromheizungen und Wärmepumpen) auf rund 9.815 MWh im Jahr 2040 steigen wird. Da Nachtspeicherheizungen im Jahr 2040 keine Rolle mehr spielen werden, ist dieser Stromverbrauch rein den Wärmepumpen zuzuordnen. Der Strombedarf für Wärmepumpen entspricht im Jahr 2040 etwa 24 % des angesetzten PV-Potenzials in Zell a. H.

Im privaten Sektor sinkt der Stromverbrauch von ca. 11.401 MWh auf ca. 10.546 MWh. In der Summe steigt der Strombedarf unter Berücksichtigung der Elektrifizierung des Verkehrs bis 2040 von etwa 71.475 MWh/Jahr (inkl. Wärmepumpenstrom) auf ca. 93.393 MWh/Jahr an. Der Stromverbrauch kann durch Effizienzsteigerungen sinken, gleichzeitig aber durch Wirtschaftswachstum ansteigen. In Zell a. H. wird der Strombedarf der Stadt zu knapp 85 % durch Eigenstromerzeugung aus lokalen erneuerbaren Energien (Photovoltaik, Biomasse, Windkraft und Wasserkraft) zu decken sein (siehe Abbildung 23).

Betrachtet man das Gesamtpotenzial der Strom-Eigenerzeugung könnte der gesamte Stromverbrauch im Jahr 2040 rein theoretisch zu 248 % mit lokalen erneuerbaren Energien gedeckt werden. Dieses Potenzial wird jedoch aufgrund zahlreicher natürlicher, technischer und politischer Restriktionen nicht ausschöpfbar sein.

Abbildung 23 fasst das technisch-wirtschaftliche Potenzial zusammen und stellt den gesamten Stromverbrauch im Zielszenario der potenziellen lokalen Stromerzeugung gegenüber.

Der THG-Emissionsfaktor wird bis zum Jahr 2040 durch die erhöhte Einspeisung von erneuerbarem Strom stark sinken.

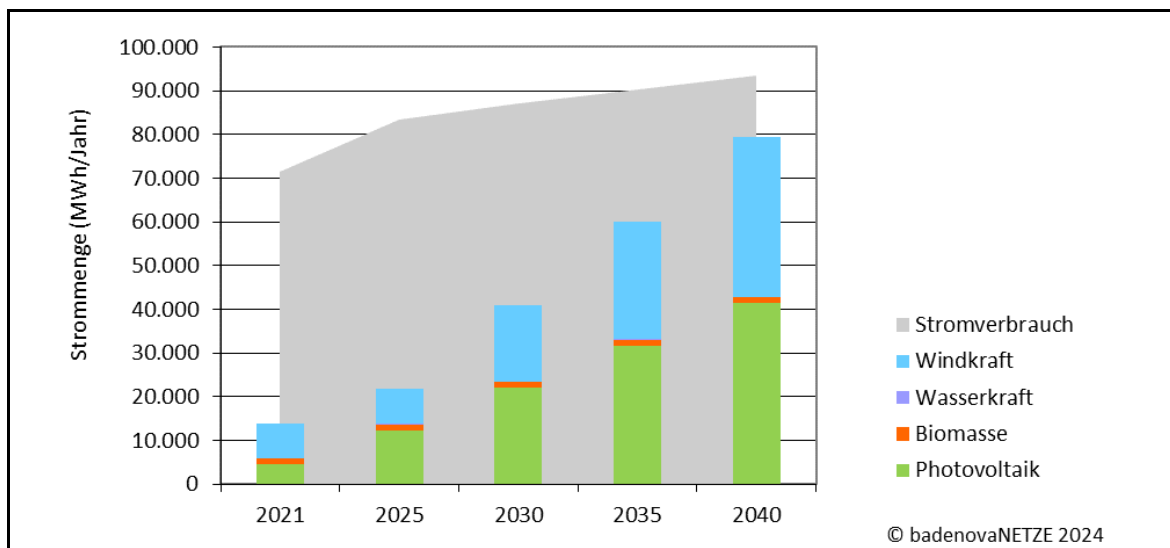


Abbildung 23 – Stromverbrauch im Zielszenario im Vergleich zum lokalen Stromerzeugungspotenzial

3.6 Zukünftige Versorgungsstruktur 2030 und 2040

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

Das Eignungsgebiet für eine zentrale Wärmeversorgung ist in

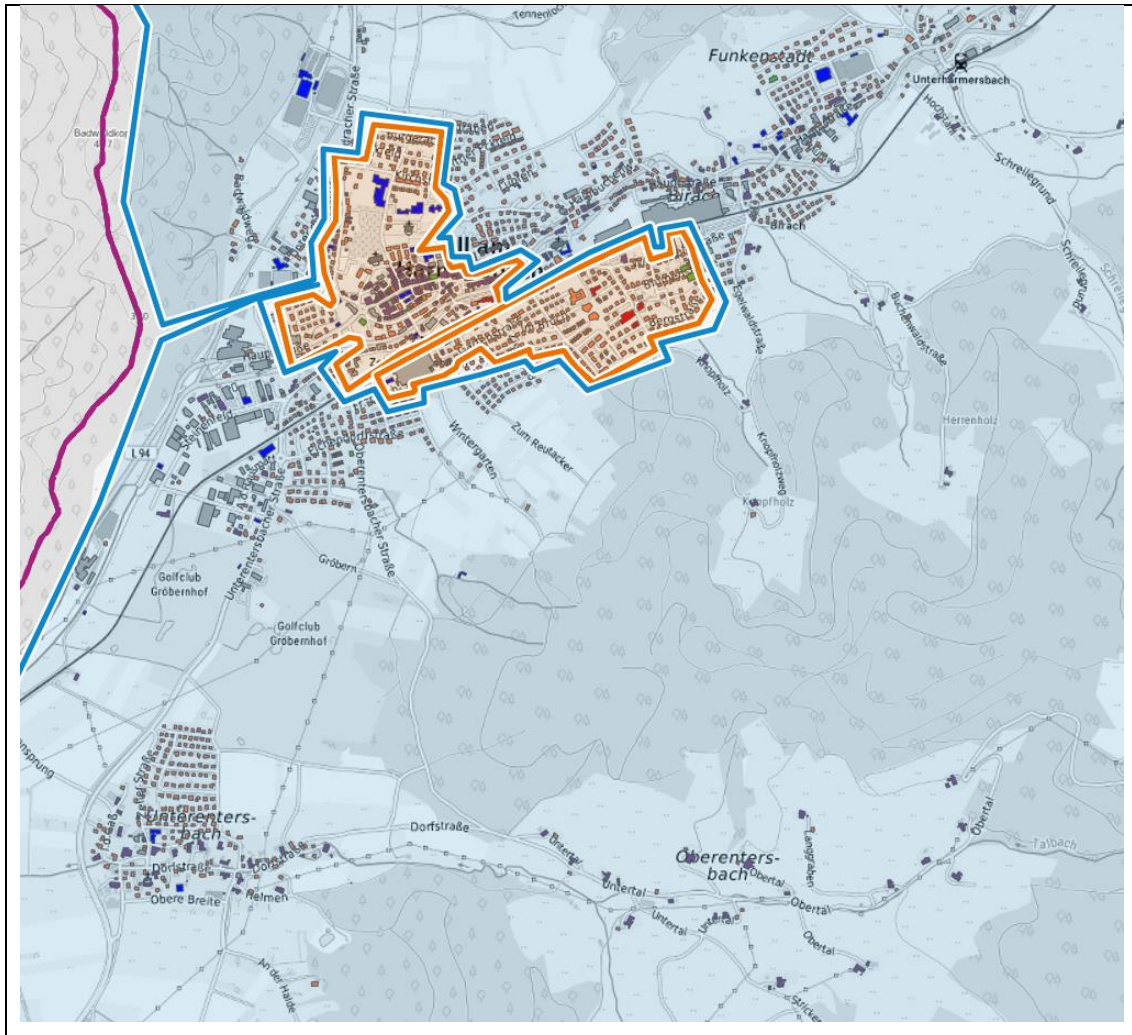


Abbildung 24 dargestellt. Da alle Gebäude außerhalb des zentralen Eignungsgebietes für Fernwärme der dezentralen Versorgung zuzurechnen sind, wurde an dieser Stelle auf eine entsprechende Umrahmung bzw. Farbgebung verzichtet. Eine Gesamthafte Darstellung findet sich in Karte 12. Im Anhang sind zwei Steckbriefe zu finden, in denen der energetische Ist-Zustand des Eignungsgebietes und des dezentral zu versorgenden Gebietes beschrieben. Die Umsetzungspotenziale werden dort in den dezentralen und zentralen Eignungsgebieten erläutert (9.1).

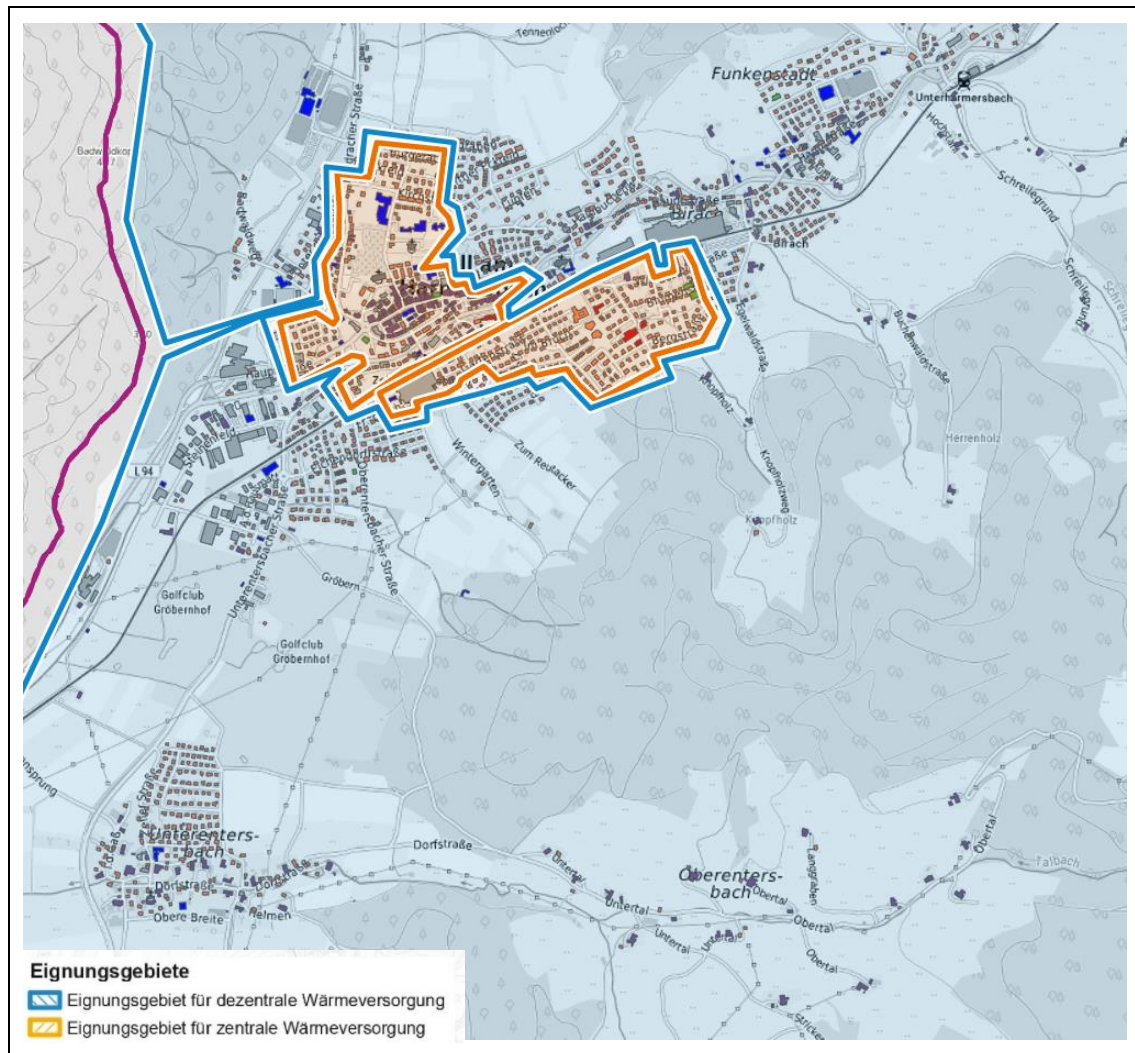


Abbildung 24 – Fernwärme-Eignungsgebiet der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Zell a. H.
(Quelle: badenovaNETZE GmbH 2024)

3.6.1 Energiespeicher

Siehe Methodikbericht Kapitel 3.6.1.

3.6.1.1 Thermische Energiespeicher (Wärmespeicher)

Siehe Methodikbericht Kapitel 3.6.1.1

3.6.1.2 Stromspeicher

Siehe Methodikbericht 3.6.1.2.

3.7 Transformation des Erdgasnetzes

Derzeit gibt es drei wesentliche Szenarien, die bei der Erdgasnetztransformation als wahrscheinlich gelten und die im Methodenbericht beschrieben sind.

3.7.1 Wasserstoffanbindung für Zell a. H.

Am Hochrhein befindet sich aktuell ein hohes Erdgasabnahmeaufkommen, hauptsächlich begründet durch dort angesiedelte Industrie- und Gewerbeunternehmen. Dieses Erdgasabnahmeaufkommen entspricht zu gewissen Anteilen einem Wasserstoff-Abnahmepotenzial. Aufgrund dieses hohen Wasserstoffabnahmepotenzials plant badenovaNETZE die Anbindung von der Hochrheinschiene an das Wasserstoffnetz ab 2035.

Im Rahmen des Projekts H2@Hydro wird eine Verbindung zum European Hydrogen Backbone erwartet (vgl. Abbildung 25). Über diese Anbindung an das deutsche Wasserstoff-Kernnetz können der südliche Oberrhein und das Hochrheingebiet Zugang zu unterschiedlichen Erzeugungsschwerpunkten von grünem Wasserstoff im europäischen Ausland bekommen (Abbildung 25). Aufgrund der geografischen Lage von Zell a. H. ist nicht davon auszugehen, dass bis 2040 Wasserstoff für das dortige Gewerbe leitungsgebunden zur Verfügung stehen wird.



Abbildung 25 – European Hydrogen Backbone 2040 (European Hydrogen Backbone, 2023)

3.8 Senken für Restemissionen

Selbst wenn die Wärmeversorgung komplett durch erneuerbare Wärme, Strom und Gase gedeckt wird, sinken die Treibhausgasemissionen nicht vollständig auf null. Um die Klimaneutralität, wie von der EU definiert, zu erreichen, würde es deshalb in Zukunft notwendig sein, verbleibende Emissionen einer Senke zuzuführen.

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

3.9 Kennwerte des Zielbildes

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

2021	private Haushalte	Gewerbe & Sonst.	Industrie - Raum	Industrie - Pro.	kom-munale Lie.
------	-------------------	------------------	------------------	------------------	-----------------

Energieträger					
Erdgas	19.387	18.215	5.309	10.730	2.199
Heizöl	17.932	4.123	313	632	110
Heizungsstrom	1.073	537	0	9.336	210
Sonstige fossile Energieträger	149	8	196	396	0
Energieholz	4.744	1.811	0	0	222
Solarthermie	2.353	261	0	0	0
Umweltwärme	2.190	84	0	0	31
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	686	1.386	0
Summe	47.827	25.039	6.503	22.480	2.773

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

2030					
Energieträger	private Haushalte (in MWh)	Gewerbe & Sonstiges (in MWh)	Industrie - Raumwärme (in MWh)	Industrie - Prozesswärme (in MWh)	kommunale Liegenschaften (in MWh)
Erdgas	10.204	9.587	2.794	5.648	1.158
Heizöl	9.438	2.170	165	333	58
Heizungsstrom	565	282	0	12.121	110
Fernwärme/KWK	5.235	2.819	0	711	401
Sonstige fossile Energieträger	78	4	103	209	0
Energieholz	4.744	1.811	0	0	222
Solarthermie	2.353	261	0	0	0
Umweltwärme	10.804	3.160	2.756	2.016	254
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	686	4.170	0
Summe	43.420	20.094	6.503	22.480	2.248

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

2040	private Haushalte	Gewerbe & Sonstiges	Industrie - Raumwärme	Industrie - Prozesswärme	kommunale Liegenschaften
------	-------------------	---------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------------

Energieträger					
Heizungsstrom	0	0	0	15.215	0
Fernwärme/KWK	15.705	8.456	0	0	847
Sonstige fossile Energieträger	0	0	0	0	0
Energieholz	4.744	1.811	0	0	222
Solarthermie	2.353	261	0	0	0
Umweltwärme	15.204	3.793	5.817	0	501
Sonstige Erneuerbare (Industrie)	0	0	686	7.265	0
Summe	38.006	14.322	6.503	22.480	1.664

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

Energieträger	2021	2030	2040	Einheit
Erdgas	-	-	-	MWh
Abwärme	-	5.500	11.000	MWh
Holz/Biomasse	-	-	-	MWh
Flusswärme/Großwärmepumpen	-	4.003	17.109	MWh
Summe	-	9.503	28.109	MWh

Tabelle 8 – Energieeinsatz (MWh) nach Energieträger für die zentrale Wärmeversorgung über Wärmenetze für die Jahre 2021, 2030 und 2040 inklusive Netzverlustenergie.

4. Kommunale Wärmewendestrategie

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

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

4.1 Kommunale Handlungsfelder für die Wärmewende

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

4.1.1 Strategie, Organisation und Verankerung in der Verwaltung

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

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

4.1.2 Klimaneutrale Wärmeversorgung der Liegenschaften

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

4.1.3 Ausbau der zentralen Wärmeversorgung

Der Ausbau der zentralen Wärmeversorgung ist ein essenzieller Bestandteil der Wärmewendestrategie der Stadt Zell a. H. Mithilfe von geförderten Machbarkeitsstudien und Quartierskonzepten werden Wärmeabsatzprognosen, Trassenverläufe und Erzeugerstrukturen mit Hinsicht

auf der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit untersucht und gegenübergestellt. Auf dieser Basis können Wärmenetze entwickelt werden und in die Umsetzung kommen.

4.1.4 Ausbau erneuerbarer Energien

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

Dazu müssen zunächst die wärmeseitig vorhandenen Potenziale erschlossen werden. Über Wärmepumpen kann in Zell a. H. Umweltwärme aus Luft und Erdreich zur dezentralen Gebäudebeheizung nutzbar gemacht werden.

Zur Deckung des zusätzlichen Stromverbrauchs durch Wärmepumpen müssen auch stromseitig vorhandene Potenziale im Rahmen einer klimaneutralen Wärmeversorgung erschlossen werden. Die Betrachtung der Potenzialgebiete für PV-Freiflächen in Zell a. H. ergibt ein Standortpotenzial von mindestens ca. 96 ha. Die Stadt kann hierbei die Voraussetzungen für den Ausbau auf Freiflächenabschnitten schaffen und deren Umsetzung koordinieren. Vor allem die Windkraft bietet große Potenziale zur lokalen Stromerzeugung. Hier kann die Gemeinde die bereits begonnenen Abstimmungen mit Investoren und den Nachbargemeinden fortsetzen. Zudem können die Gemeindeeigenen Liegenschaften und Flächen (z.B. Parkflächen) auf Potenziale für PV-Anlagen geprüft werden.

4.1.5 Kommunikation und Information

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

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

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

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

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

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

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

4.2 Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans 2024

Gemeinsam mit der Stadtverwaltung Zell a. H. wurden folgende Maßnahmen aufgestellt und bewertet:

1. Veranlassung einer geförderten Machbarkeitsuntersuchung zur zentralen Wärmeversorgung von eines der beiden Fernwärme-Eignungsgebiete
2. Sanierungskonzepte für ausgewählte kommunale Liegenschaften erstellen lassen
3. Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Gebäudesanierung
4. Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit zum Thema dezentrale Wärmeversorgung
5. Unterstützung des Ausbaus von erneuerbaren Energien zur Stromversorgung

Die Maßnahmen wurden im Rahmen des Verwaltungsworkshops am 18. September 2024 pragmatisch zusammengefasst und priorisiert.

4.2.1 Top - Maßnahme: Veranlassung einer geförderten Machbarkeitsuntersuchung zur zentralen Wärmeversorgung von eines der beiden Fernwärme-Eignungsgebiete

Die Dichtekarte zum absoluten Wärmebedarf der Wohn und Nichtwohngebäude in Zell a. H. und andere Daten zeigen, dass zwei Fernwärme-Eignungsgebiete hohe Wärmedichten aufweisen und damit das Potenzial haben, die Wärmeversorgung langfristig günstiger zu gestalten als es die dezentrale Versorgung vermag. Der Gebäudebestand ist auch in den Eignungsgebieten oft mehr als 45 Jahre alt. Der Großteil der Bestandsgebäude wurde vor 1979 errichtet. Dadurch wird ein erheblicher Teil der Gesamtwärme in diesen Gebieten verbraucht. Bei vielen Gebäuden wird es schwierig werden, einen effizienten und damit kostengünstigen Betrieb der Wärmepumpe zu ermöglichen. Häufig werden Hybridsysteme zum Einsatz kommen müssen, die dann weiterhin auch Erdgas als Energieträger nutzen. Der Ausbau eines Wärmenetzes wäre daher von großem Vorteil. Die nachhaltige Wärmeversorgung eines entsprechenden Wärmenetzes muss sich voraussichtlich auf einen Energieträgermix stützen, der Großwärmepumpen nutzt, die mit Grundwasser- oder mit Abwärme gespeist werden. Hier wird es besonders wichtig sein, die Möglichkeiten vorher bemessen zu lassen. Dazu sollte frühzeitig eine Machbarkeitsstudie initiiert werden, die nach dem Bundesgesetz Effiziente Wärmenetze (BEW) mit 50 % der Kosten gefördert wird. Aufgrund der Komplexität muss mit zwei Jahren Bearbeitungszeit gerechnet werden. Der eigentliche Bau des Wärmenetzes und dessen Ausbau in alle Straßen hinein wird ebenfalls ein bis drei Jahre in Anspruch nehmen, je nach Anschluss-Akquise-Erfolg und Baukomplikationen. Zugute kommt einem solchen Projekt, das in den nächsten 10 Jahren damit zu rechnen ist, dass an die 40 % aller Heizungsanlagen ihre technische Nutzungsdauer zum Teil weit überschritten haben werden.

Die Steckbriefe sind umfassend ausgelegt und enthalten weitere relevante Informationen zur Umsetzung einer solchen Maßnahme.

Verantwortliche Akteure	Stadtverwaltung, Energieversorger, Wärmenetzbetreiber
Zeithorizont	Spätestens ab 2028
CO₂-Einsparung 2040	Bis zu 4.500 t/a, je nach Eignungsgebiet
Endenergieeinsparung 2040	Durch den Einsatz von Groß-Wärmepumpen und durch Gebäudesanierung
Zielwert	Auftragsvergabe für eine nach BEW geförderte Machbarkeitsstudie zur Planung eines Fernwärmenetzes für einen peripheren Ortsteil von Zell a. H.

4.2.2 Top - Maßnahme: Erstellung von Sanierungsfahrplänen für die öffentlichen Liegenschaften

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

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

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

- Bestehender oder absehbarer, dringender Handlungsbedarf
- Synergieeffekte: Bereits geplante Maßnahmen am Gebäude oder Projekte im Quartier
- Energieeffizienzklasse: Gebäude mit einem besonders hohen spezifischen Wärmeverbrauch
- Wirksamkeit: Gebäude mit einem besonders hohen absoluten Wärmeverbrauch
- Vorhandene Potenziale zur Nutzung lokaler erneuerbarer Energien

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

Die Stadt kann zudem bei eigenen Neubauten über Bauweise und Wärmeversorgung entscheiden. Mit einem Beschluss kann die Stadt den Bau klimaneutraler Gebäude (z.B. auf den EU-Standard „Nullemissionsgebäude“) und den Einsatz erneuerbaren Energien bei Ihren eigenen Neubauten festsetzen (vgl. auch Maßnahmen 3 und 4).

Verantwortliche Akteure	Stadtverwaltung, Gebäudemanagement
Zeithorizont	ab sofort, kontinuierlich
CO₂-Einsparung	639 t/Jahr durch Ausschöpfung des Sanierungspotenzials
Kosten	Die Förderhöhe eines Sanierungskonzepts beträgt 80 % des förderfähigen Beratungshonorars, das Beratungshonorar darf max. 8.400 Euro netto betragen. Die genaue Höhe hängt von der Nettogrundfläche des betreffenden Gebäudes ab.
Energieeinsparung	Ca. 1.100 MWh Wärmeverbrauch/ Jahr
Zielwert	Für die kommunalen Liegenschaften werden kontinuierlich Sanierungsfahrpläne erstellt. Die vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen aus den Sanierungsfahrplänen werden zeitnah umgesetzt.

4.2.3 Top - Maßnahme: Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Gebäudesanierung

Die Erreichung der Klimaneutralität erfordert neben der Umstellung fossil betriebener Heizungssysteme auch die Einsparung von Wärmeenergie durch die Gebäudesanierung. Um die Ziele der Wärmeplanung zu erreichen, ist es nötig, die Gebäudesanierungsquote bis 2028 auf mindestens 2 % pro Jahr zu erhöhen. Die Berechnungen des Zielbildes basieren auf diese Vorgabe. Die Kommune kann mit der Bereitstellung von Vortragsräumlichkeiten für Referenten aus der Energiebranche, bei der Veröffentlichung von nützlichen Adressen und bei der Bereitstellung von Informationsmaterialien zu den Themen Gebäudesanierung und Fördermittelbeschaffung dazu beitragen.

Außerdem sollten gezielt externe Partner für verschiedene Fragestellungen eingebunden werden, die dann für das Projekt als technische oder Stadtplanerische Berater flexibel bereitstehen und so die Kommune in ihrer Aufgabenvielfalt entlasten.

Der kommunale Wärmeplan der badenovaNETZE GmbH beinhaltet eine Anzahl an sorgfältig ausgearbeiteten Gebäudesteckbriefen, über welche die Bürger eine erste wichtige Orientierung zu den technischen Möglichkeiten, den Einsparpotenzialen und zu den Kosten der Maßnahmen erhalten. Diese Steckbriefe können in Informationsveranstaltungen an die interessierten Bürger verteilt oder aber als Download von der Stadthomepage zur Verfügung gestellt werden. Dazu wurden Gebäudesteckbriefe für die häufigsten Gebäudetypen und Altersklassen ausgewählt. Wichtig ist die Präsenz der Steckbriefe in der Wahrnehmung der Bürger, um einen möglichst niederschweligen Zugang zu Beratung und Information zu ermöglichen. Um weitere Bevölkerungsgruppen passgenau anzusprechen, empfiehlt es sich auch hier ein Online-Angebot aufzubauen (vgl. Kapitel 2.2.4 und 9.2).

Verantwortliche Akteure	Stadtplanung
Zeithorizont	2025 - 2040
CO₂-Einsparung	10.400 t/a laut Szenario (Sektor private Haushalte, 38 % der Gesamtemissionen von 2021)
Energieeinsparung	9.822 MWh/a laut Szenario (Sektor private Haushalte)
Kosten	k.A.
Zielwert	Aufbau einer Jahresplanung für die entsprechende Öffentlichkeitsarbeit und Benennung von Verantwortlichen
Folgemaßnahmen	Organisation von Öffentlichkeitsarbeit, Referentenpool anlegen, Räumlichkeiten bereitstellen, Informationen zugänglich machen und externe Partner, Fachleute oder auch interessierte Bürger und Energiedienstleister akquirieren bzw. als reguläre Informanten und Unterstützer gewinnen.

4.2.4 Top – Maßnahme: Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit zum Thema dezentrale Wärmeversorgung

Vor dem Hintergrund, dass in der nächsten Dekade sehr viele Heizungsanlagen ausgetauscht werden müssen und die Themen Wärmenetzanschluss und Wärmepumpen für die Bürger immer wichtiger werden, ist es dringend geboten, sich auch von Seiten der Stadt darauf vorzubereiten. Unterstützen kann die Kommune bei der Bereitstellung von Vortragsräumlichkeiten für Referenten aus der Energiebranche, bei der Veröffentlichung von nützlichen Adressen und bei der Bereitstellung von Informationsmaterialien zum Thema dezentrale Wärmeversorgung bzw. Heizungsanlagen, sowie Fördermittelbeschaffung.

Zurzeit wird vor allem das Bauamt mit der Organisation und der Koordination von klimaschutzrelevanten Aufgaben in die Pflicht genommen. Für die Umsetzung der Maßnahmen des Wärmeplans sollte die Stadt Zell a. H. mittelfristig weitere Ressourcen für die damit einhergehenden Projekte sichern und mobilisieren und dabei klare Aufgabenbereiche und Kommunikationswege definieren.

Außerdem sollten gezielt externe Partner für verschiedene Fragestellungen eingebunden werden, die dann für das Projekt als technische oder stadtplanerische Berater flexibel bereitstehen und so die Kommune in ihrer Aufgabenvielfalt entlasten.

Mit den von der badenovaNETZE GmbH erstellten Gebäudesteckbriefen erhält die Stadt eine erste Handreichung für die Bürger. Darin sind mögliche Heizungsanlagentypen für die jeweilige Gebäudealtersklasse benannt und entsprechende Kostenspannen aufgeführt. Die Bürger erhalten dadurch eine erste Orientierung über die möglichen Maßnahmen und Kosten, die im Zusammenhang mit einem Heizungstausch oder eine Gebäudesanierung nötig sind bzw. entstehen können. Die Gebäudesteckbriefe ersetzen jedoch nicht die professionelle Energieberatung.

Verantwortliche Akteure	Stadtverwaltung, lokales Handwerk, Hauseigentümer, Netzbetreiber, Energiedienstleister
Zeithorizont	2025-2040
CO₂-Einsparung	Siehe Maßnahme 4.2.3
Kosten	k.A.
Energieeinsparung	Siehe Maßnahme 4.2.3
Zielwert	Organisation von Öffentlichkeitsarbeit, Referentenpool anlegen, Räumlichkeiten bereitstellen, Informationen zugänglich machen und externe Partner, Fachleute oder auch interessierte Bürger und Energiedienstleister akquirieren bzw. als reguläre Informanten und Unterstützer gewinnen.

4.2.5 Top – Maßnahme: Unterstützung des Ausbaus von erneuerbaren Energien zur Stromversorgung

Ziel der Maßnahme ist eine signifikante Steigerung der installierten Leistung von Photovoltaikanlagen auf Dächern und auf Freiflächen bzw. der Ausbau von Windkraftanlagen

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde bereits gezeigt, dass das größte Potenzial zum Ausbau der erneuerbaren Energien in Zell a. H. im Bereich der Solarenergie besteht. Sowohl auf den Dächern der Stadt als auch auf Freiflächen ist das Potenzial vorhanden den heutigen und den zukünftigen Stromverbrauch der Stadt bis zum Jahr 2040 bilanziell zu decken.

Die Stadt Zell a. H. könnte gemeinsam z.B. mit der Energieagentur Südwest Informationsveranstaltungen zum Thema Photovoltaik durchführen. Für den Ausbau der Photovoltaik auf Freiflächen könnte eine Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben werden. Hier existieren große Potenziale, die im Detail auch auf die Vereinbarkeit mit Naturschutz und Landwirtschaft geprüft werden müssen. Auch eine gemeinsame Nutzung von Photovoltaik und Landwirtschaft ist im Rahmen sogenannter Agri-PV möglich.

Als Alternative könnte auch auf öffentlichen Flächen gezielt Solarthermie oder Photovoltaik genutzt werden. Auch einzelne Landwirte könnten auf ihren Flächen mit Hilfe von Projektierern Solaranlagen errichten und von erhöhten Pachteinnahmen profitieren.

Verantwortliche Akteure	Stadtverwaltung, Energieagenturen, Landwirte
Zeithorizont	2025 – 2040
CO₂-Einsparung	2021 bis 2040: 16.087 t/a durch den Ausbau von Photovoltaik laut Szenario
Kosten	Die Kosten liegen bei den privaten Betreibern
Energieeinsparung	Keine Einsparung; bis 2040 Erzeugung von zusätzlich 36.897 MWh PV-Strom pro Jahr laut Szenario und im Vergleich zu 2021
Zielwert	Organisation eines Monitorings über den Ausbau der Photovoltaik in Zell a. H. und Erstellung eines Programms zur regelmäßigen Öffentlichkeitsarbeit unter Einbindung von Partnern (z.B. Energieagentur, Energiedienstleister, Energieberater, Handwerk)

5. Akteursbeteiligung

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

5.1 Akteursanalyse

Folgende Akteure wurden in Zell a. H. identifiziert:

- > Stadtverwaltung
- > Gasversorger
- > Stromnetzbetreiber
- > Gemeinderatsgremium
- > Bürgerschaft
- > Industriebetriebe
- > Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

5.2 Beteiligungskonzept

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

5.2.1 Regelmäßige Abstimmungen mit der Stadtverwaltung

Im Rahmen des Projektmanagements wurden zwei- bzw. vierwöchig Abstimmungstermine zwischen dem Projektteam der badenovaNETZE und dem Klimaschutzmanagement durchgeführt. Je nach Sachstand und Themen wurden dabei weitere Beteiligte der Verwaltung der Stadt Zell a. H. und auch sonstige Akteure hinzugezogen oder gesondert eingebunden.

Der Projektstart erfolgte mit einer Auftaktveranstaltung am 14. September 2023 und mit einer interkommunalen Klausurtagung im Gemeinderat am 26. Januar 2024. Hier wurden die wesentlichen Arbeitspakete, das Datenmanagement und die Ziele der kommunalen Wärmeplanung besprochen. Die Detailabstimmungen erfolgten im Weiteren mit dem Klimaschutzmanager der Stadt, Herrn Frank Schneider.

5.2.2 Verwaltungsworkshop und direkter Austausch mit Stakeholdern

Am 18. September 2024 wurden neben der Verwaltung auch die wichtigsten Vertreter von Industrie und Gewerbe eingeladen, um gemeinsam mit dem Projektteam die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung zu diskutieren.

Allgemein wurden vom Projektleiter die ersten Ergebnisse und die Energie- und Treibhausgasbilanz präsentiert. Auf dem Workshop wurde zudem eine erste Vorstellung für ein Fernwärme-Eignungsgebiet präsentiert und diese mit den Teilnehmern diskutiert. Dabei konnten die vor-Ort-Erfahrungen in die Strategieplanung mit einfließen und aufgrund der zusätzlichen Kenntnisse das Gebiet im Nachgang der Veranstaltung sinnvoller eingegrenzt werden, so dass heute ein mit der Stadt abgestimmtes Eignungsgebiet vorliegt.

Das Abwärmepotenzial und die zukünftigen Planungen des größten Unternehmens in Zell a. H. konnten direkt mit deren Vertreter besprochen und abgewogen werden. Dabei ergab sich, dass

seitens der Firma liegen bereits erste Überlegungen hinsichtlich der Wärmeauskopplung vor. Das jährliche Abwärmepotenzial liegt bei ca. 11.000 MWh.

5.2.3 Bürgerbeteiligung

Ein wichtiger Teil der kommunalen Wärmeplanung ist neben der Beteiligung relevanter Stakeholder besonders die Einbindung der Bürgerschaft. Am 4. Juli 2024 gab es hierzu eine Interkommunale Infoveranstaltung, um die vorläufigen Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung erläutert zu bekommen. Das Projektteam der badenovaNETZE stand anschließend bereit, direkt mit den Bürgern ins Gespräch zu kommen, deren Fragen zu beantworten und um deren Anmerkungen aufzunehmen. An der Veranstaltung teilgenommen haben ca. 30 Bürger und Bürgerinnen, sowie Mitarbeiter der Verwaltung.

6. Fortschreibung und Ausblick

6.1 Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans

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

Folgende Bausteine könnten bei der Fortschreibung umgesetzt werden:

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

6.2 Ausblick

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

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

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

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

7. Glossar

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

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

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

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

8. Literaturverzeichnis

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Fraunhofer ISI, Consentec GmbH, ifeu, 2017. *Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland. Module 0-3*, Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- Günther, D. et al., 2020. *Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, Version 2.1*, Freiburg: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE.
- Hamacher, T. & Hausladen, G., 2011. *Leitfaden Energienutzungsplan*, s.l.: s.n.
- INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU), 2012. *Pilotphase zum kommunalen Energie- und CO₂-Bilanzierungstool BiCO₂ BW: Endbericht. Heidelberg.* [Online].
- Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH (IFEU), 2024. *BiCO₂ BW: Version 3.10*. Heidelberg: s.n.
- INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU), 2005. *Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze, Darmstadt*, Darmstadt: s.n.
- LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, 2022. *Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (I-SONG)*, s.l.: s.n.
- Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. *Energieatlas - Ermitteltes Wasserkraftpotenzial*. [Online]
Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/wasser/ermitteltes-wasserkraftpotenzial>
- Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. *Windenergie in Baden-Württemberg*. [Online]
Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/wind/anlagen-und-potenziale>
- Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2023. *Solarenergie in Baden-Württemberg*. [Online]
Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne>
- Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), 2020. *Freiflächen*. [Online]
Available at: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/freiflaechen>
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2022. *Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021. Stuttgart.* [Online]
Available at: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Erneuerbare-Energien-2021-barrierefrei.pdf
- Ministerium für Umwelt, K. u. E. B.-W., 2018. *Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS)*. [Online]
Available at: <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/erneuerbare-energien/geothermie/lqs-ews>
- Miocic, J. M. & Krecher, M., 2022. *Estimation of shallow geothermal potential to meet heating building demand on a regional scale*, s.l.: Renewable Energy, 185, 629-640.
- Nitsch, J. & Magosch, M., 2021. *Plattform Erneuerbare Energien - BADEN-WÜRTTEMBERG KLIMANEUTRAL 2040*. [Online]
Available at: https://erneuerbare-bw.de/fileadmin/user_upload/pee/Startseite/Magazin/Projekt/PDF/20211027_Studie_EE-Ausbau_fuer_klimaneutrales_BW.pdf
[Zugriff am 28 Februar 2023].
- Peters, D. M. et al., 2022. *Technikkatalog zur kommunalen Wärmeplanung in Baden-Württemberg*. Stuttgart: Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH.

Powerloop, K. L. -, 2020. *Wärme-Kraft-Kopplung - Der Schlüssel für eine sichere , saubere und bezahlbare Energiezukunft*. [Online]

Available at: <https://powerloop.ch/wp-content/uploads/2020/07/POWERLOOP-Standardpr%C3%A4sentation-v20200703c-1.pdf>

[Zugriff am 27 Februar 2023].

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021. *Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*, Berlin: Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.

Purr, K., Günther, J., Lehmann, H. & Nuss, P., 2019. *Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. RESCUE-Studie, 36/2019*, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

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

Statista, 2021. *Statista - Energie & Umwelt - Wasserwirtschaft*. [Online]

Available at: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/152743/umfrage/laenge-des-kanalnetzes-in-deutschland-im-jahr-2019/>

[Zugriff am 9 Oktober 2023].

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW), 2022. *Struktur- und Regionaldatenbank*. [Online]

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

[Zugriff am 2022].

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

Stober, I. & Bucher, K., 2012. *Geothermie*. s.l.:Springer.

Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU), 2017. *Erdgasinfrastruktur in der Zukunft: Darauf können wir aufbauen*, Berlin: VKU Verlag GmbH.

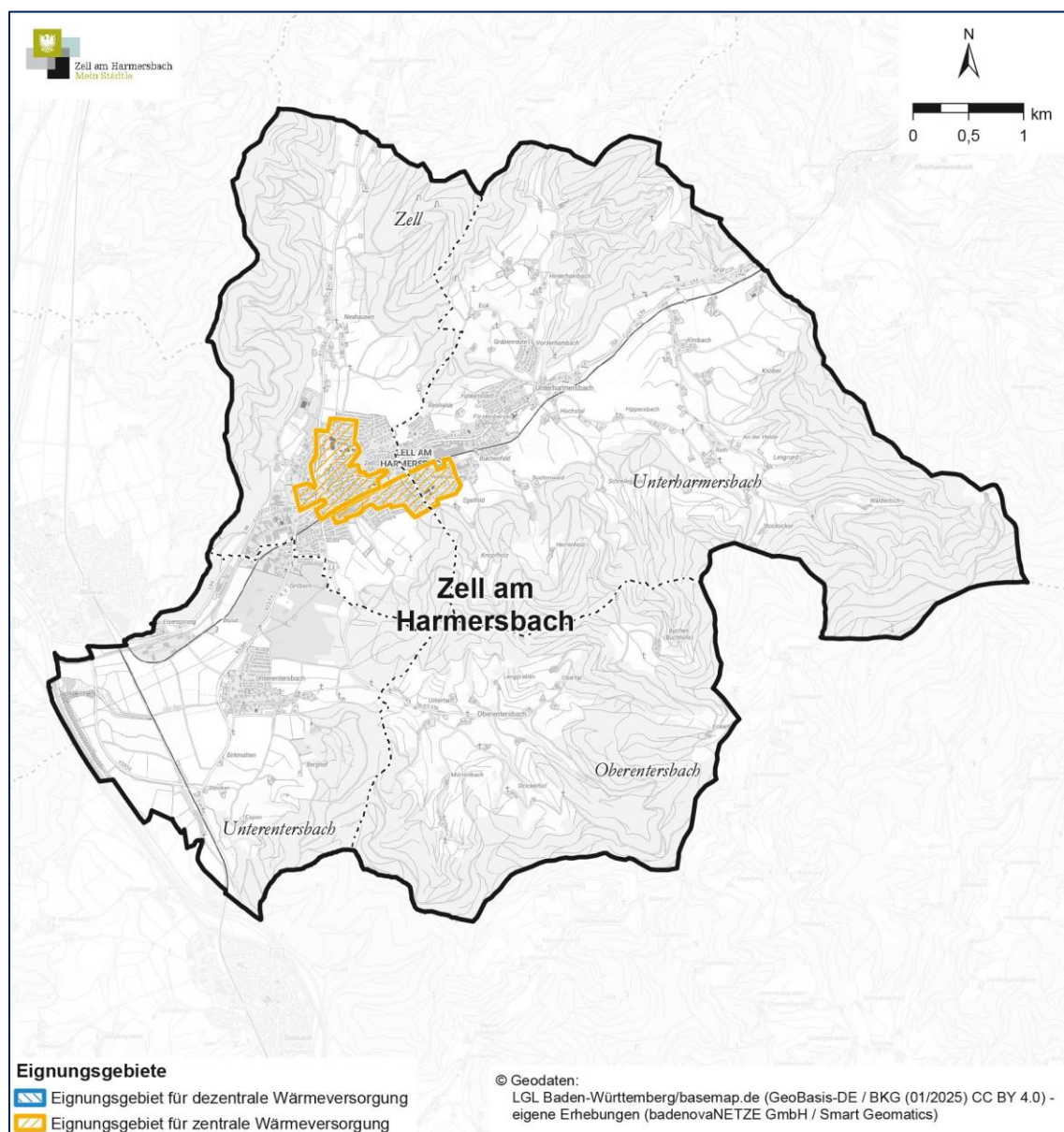
WBGU, 2011. *Welt im Wandel - Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*, Berlin: WBGU.

9. Anhang

9.1 Steckbriefe der Eignungsgebiete für die zentrale und dezentrale Wärmeversorgung

Zur Übersicht stellt die Karte 12 nochmals die Eignungsgebiete der Wärmeversorgung dar, die in der kommunalen Wärmeplanung auf Grundlage aller vorhandenen Daten gewissenhaft definiert wurden.

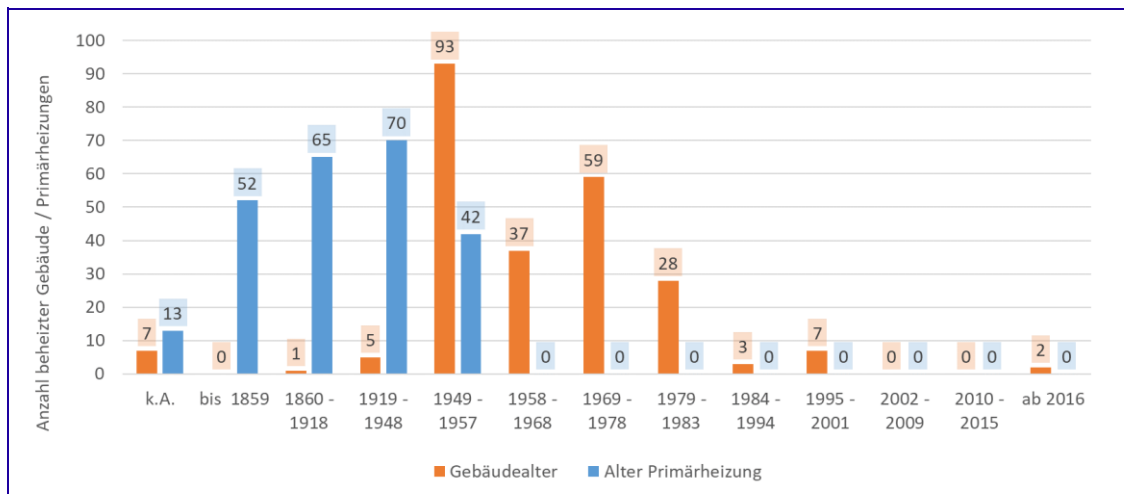
Die dezentralen Eignungsgebiete wurden nicht farblich hervorgehoben. Sie umfassen die gesamte Kommune abseits des zentralen Fernwärme-Eignungsgebietes. Das zentrale Eignungsgebiet im Stadtbereich von Zell a. H. ist in orange dargestellt (Schwerpunktgebiet: potenzielles Fernwärmegebiet).



Karte 12 – Fernwärme-Eignungsgebiet und dezentrale Versorgung in der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Zell a. H. (Quelle: badenovaNETZE GmbH 2024)

9.1.1 Steckbrief Fernwärme-Eignungsgebiet Zell a. H. - Süd

Steckbrief Zentrale Wärmeversorgung von Zell a. H. – Süd																														
Beschreibung des Ortsteils																														
Anzahl beheizter Wohngebäude	277	Lage: Das Eignungsgebiet Zell a. H.-Süd umfasst auf einer Fläche von 267.483 ha zwei kommunale Gebäude und ein weiteres öffentliches Gebäude. Hinzu kommen 20 Gewerbegebäude.																												
Endenergieverbrauch Wohnen	15.873 MWh																													
Einsparpotenzial Sanierung	48 %																													
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung																												
Der Endenergieverbrauch der beheizten Gebäude im Eignungsgebiet Zell a. H.-Süd beträgt 15,9 GWh/a. Das Gebiet ist vollständig vom Gasnetz erschlossen. Der vorwiegende Energieträger ist dementsprechend mit 57 % Anteil Erdgas. Ölheizungen haben einen Anteil von knapp 30 %. Holz als Energieträger erreicht einen Anteil von 11 %. <table><thead><tr><th>Energieträger</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Erdgas</td><td>57%</td></tr><tr><td>Heizöl</td><td>30%</td></tr><tr><td>Holz</td><td>6%</td></tr><tr><td>k.A.</td><td>4%</td></tr><tr><td>Pellets</td><td>1,8%</td></tr><tr><td>Strom</td><td>1%</td></tr></tbody></table>		Energieträger	Anteil (%)	Erdgas	57%	Heizöl	30%	Holz	6%	k.A.	4%	Pellets	1,8%	Strom	1%	Der überwiegende Teil der Gebäude besteht aus Wohn- und aus Wohnmischgebäuden (90 %). Mehrfamilienhäuser haben in dieser Kategorie einen Anteil von 28,5 %. 1 Gebäude dient öffentlichen und kommunalen Zwecken. Es gibt außerdem 27 Gewerbegebäude und Pflegeeinrichtungen. <table><thead><tr><th>Gebäudenutzung</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gebäude für öffentliche Zwecke</td><td>[0,4%]</td></tr><tr><td>Wohnen</td><td>[87,5%]</td></tr><tr><td>Wohnmischnutzung</td><td>[2,5%]</td></tr><tr><td>Gesundheits- und Pflegeeinrichtung</td><td>[1,4%]</td></tr><tr><td>Hotel- und Gastgewerbe</td><td>[1,1%]</td></tr><tr><td>GHD und Industrie</td><td>[7,1%]</td></tr></tbody></table>	Gebäudenutzung	Anteil (%)	Gebäude für öffentliche Zwecke	[0,4%]	Wohnen	[87,5%]	Wohnmischnutzung	[2,5%]	Gesundheits- und Pflegeeinrichtung	[1,4%]	Hotel- und Gastgewerbe	[1,1%]	GHD und Industrie	[7,1%]
Energieträger	Anteil (%)																													
Erdgas	57%																													
Heizöl	30%																													
Holz	6%																													
k.A.	4%																													
Pellets	1,8%																													
Strom	1%																													
Gebäudenutzung	Anteil (%)																													
Gebäude für öffentliche Zwecke	[0,4%]																													
Wohnen	[87,5%]																													
Wohnmischnutzung	[2,5%]																													
Gesundheits- und Pflegeeinrichtung	[1,4%]																													
Hotel- und Gastgewerbe	[1,1%]																													
GHD und Industrie	[7,1%]																													
Gebäudealter																														
Ein großer Teil der beheizten Gebäude im Fernwärme-Eignungsgebiet wurde vor 1948 erbaut und ca. 96 % wurden vor der dritten Wärmeschutzverordnung von 1995 errichtet. Dementsprechend ist in diesem Gebiet ein hoher Endwärmebedarf pro Wohnfläche im Bereich von 59 bis 227 kWh/m²a, je nach Wohngebäudetyp anzutreffen. Im Durchschnitt liegt der Wert bei 177 kWh/m²a. Aktuell liegt die installierte Nennleistung aller Heizsysteme bei 10 MW, was auf eine häufige Überdimensionierung der Anlagen hindeutet. 48 % aller Primärheizanlagen wurden vor dem Jahr 2002 eingebaut und haben ihre technische Nutzungsdauer von 20 Jahren deutlich überschritten. Der Bau eines Wärmenetzes mit einer Anschlussquote von 70 % könnte für den Sektor der privaten Haushalte und für den Wohnmischbereich in relativ kurzer Zeit über 3.500 t THG-Emissionen einsparen, was ungefähr 13 % der Emissionen der Wärmeversorgung und ca. 5 % der Gesamtemissionen entspricht.																														



Fernwärme-Eignungsgebiet Zell a. H.-Süd

Zentrale Wärmeversorgung (Übersicht):

Im Eignungsgebiet Zell a. H.-Süd ist vorwiegend eine dichte Bebauung anzutreffen, wodurch die Wärmedichte auf Basis des Wärmebedarfs (ohne Hausanschlüsse) in den Straßenzügen bei mindestens 700 kWh/m*a und in einigen Straßenabschnitten bei über 4.500 kWh/m*a liegt. Im Mittel liegt die Wärmedichte je Trassenmeter bei 2.880 kWh/m*a. In der Hauptstraße werden im Zentrum über 7.500 kWh/m*a erreicht (siehe Karte unten). Im Bereich des Bildungszentrums werden die höchsten Wärmedichten erreicht. Nur wenige Straßenabschnitte liegen unter einer Wärmedichte von 1.000 kWh/m*a.

Das Fernwärme-Eignungsgebiet deckt nur ca. 15 % des gesamten Endwärmeverbrauchs der Stadt Zell a. H. ab. Ein Großabnehmer für Wärme könnte die Prototyp Werke GmbH im Westen des Eignungsgebietes sein.

Energetisch betrachtet eignet sich der größte Bereich des Eignungsgebietes gut für ein Wärmenetz. Dezentrale Lösungen, wie zum Beispiel Wärmepumpen, eignen sich Stand heute aufgrund von Schallschutzbestimmungen und aufgrund des hohen Gebäudealters in zahlreichen Fällen nicht zur flächendeckenden Wärmeversorgung des betrachteten Gebietes.

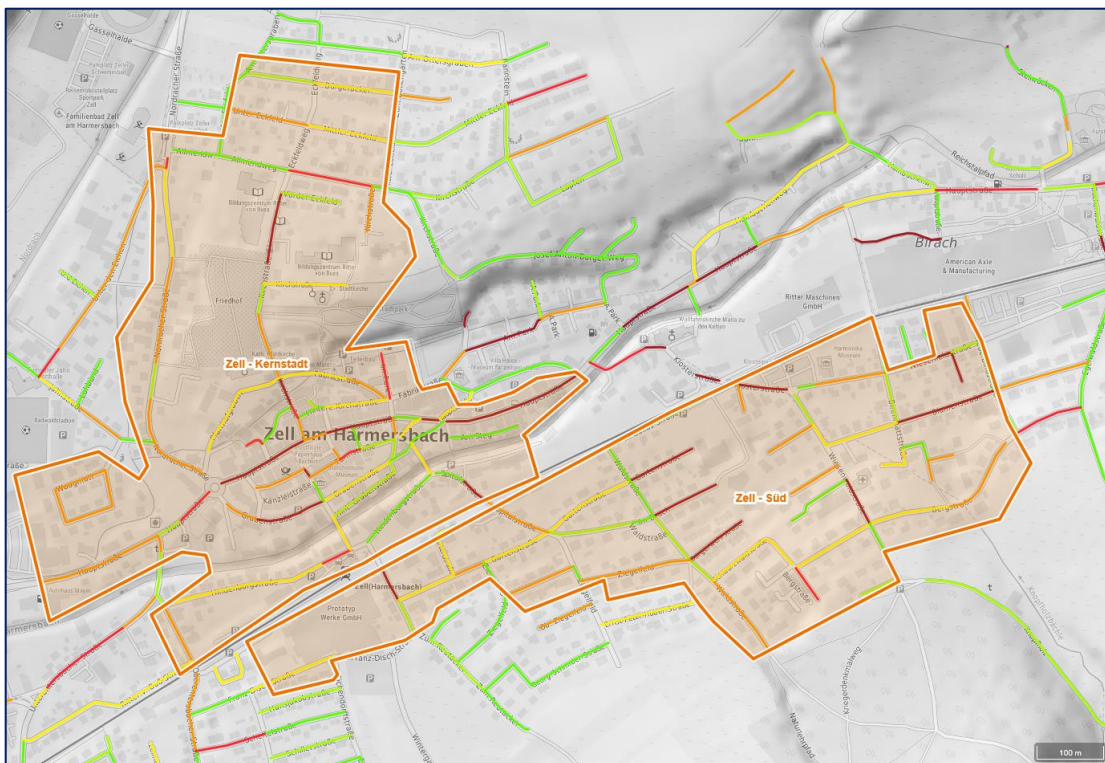
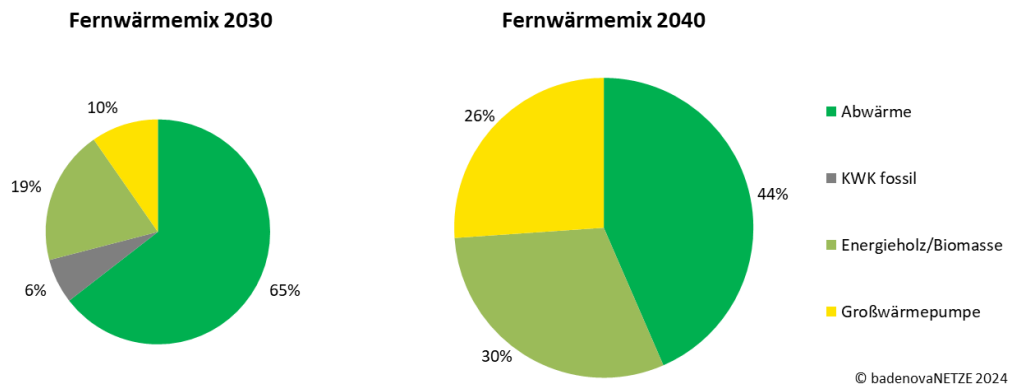
Korrigierter Endenergieverbrauch im Fernwärme-Eignungsgebiet Zell a. H.-Süd: 15.873 MWh/a

Anzahl der Hausanschlüsse mit beheizter Fläche: 277

Berechnete Länge der Hauptleitungen: 5.511 m

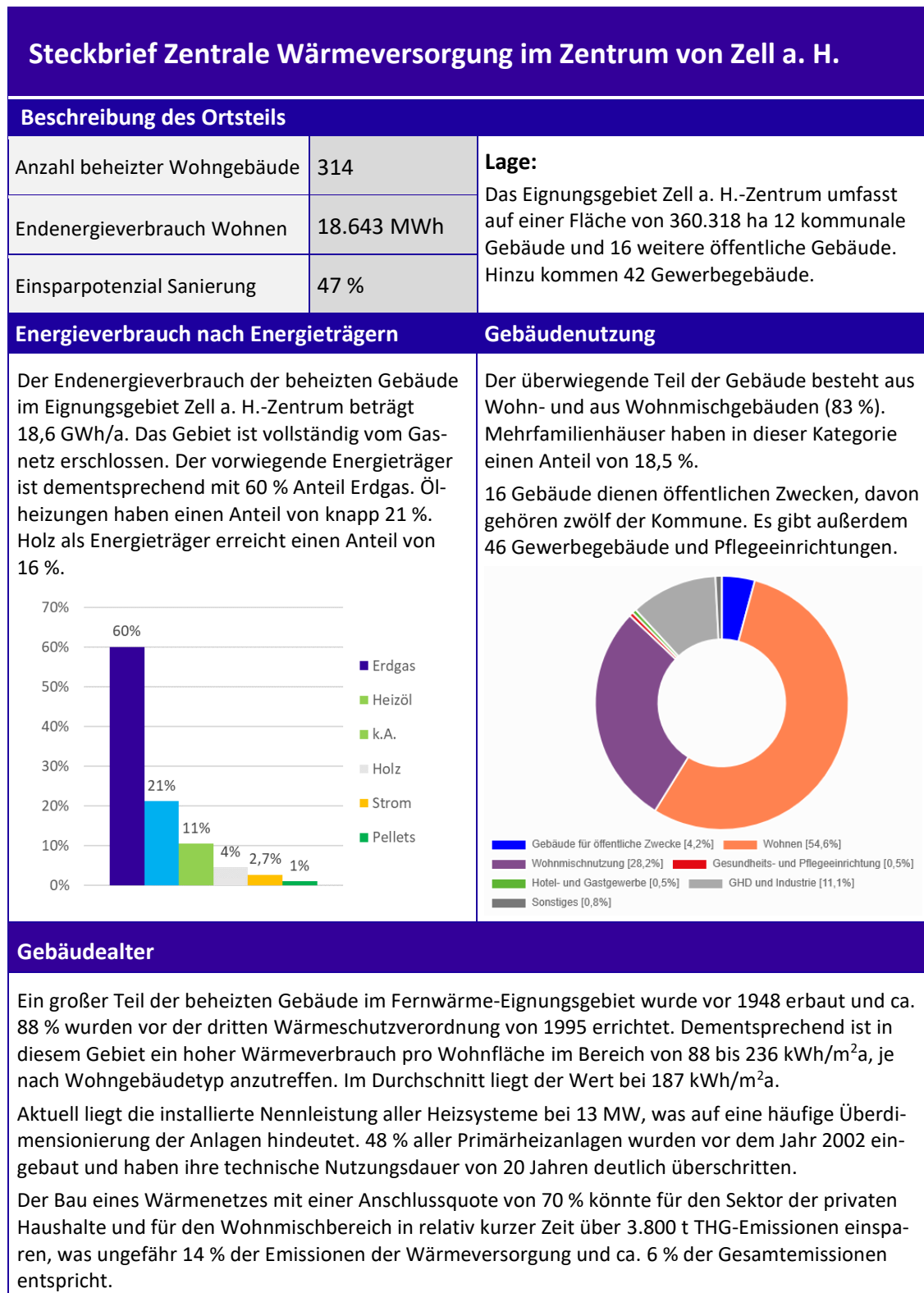
Das Abwärmepotenzial der Firma Metaldyne ist für beide Eignungsgebiete nutzbar. Diese fällt in den Abkühlbecken entlang der Wiesentalstraße an und könnte von dort direkt über eine Großwärmepumpe das Wärmenetz speisen. Als weiterer Energieträger wird Biomasse (Holz) zur Anwendung kommen. Die benötigte Wärmeleistung liegt bei ungefähr 2,3 bis 2,7 MW. Wo diese Heizanlagen ihren Platz finden können, ist bisher nicht geklärt.

Die **zentrale Wärmeversorgungsstruktur** beider Fernwärme-Eignungsgebiete zusammen kann auf Grundlage der Bilanz und des Szenarios für die Entwicklung bis 2040 wie folgt aussehen:



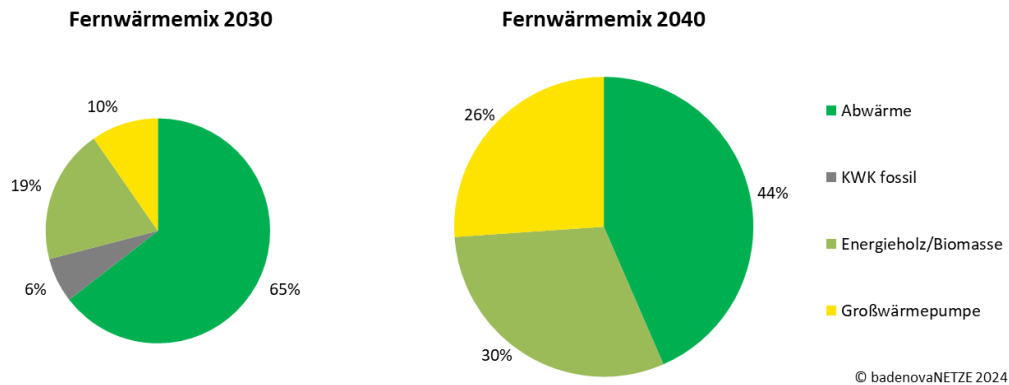
Karte 1: Wärmedichtesegmente der Eignungsgebiete in Zell a. H. (auf Basis Wärmebedarf und ohne Hausanschlüsse)

9.1.2 Steckbrief Fernwärme-Eignungsgebiet im Zentrum von Zell a. H.

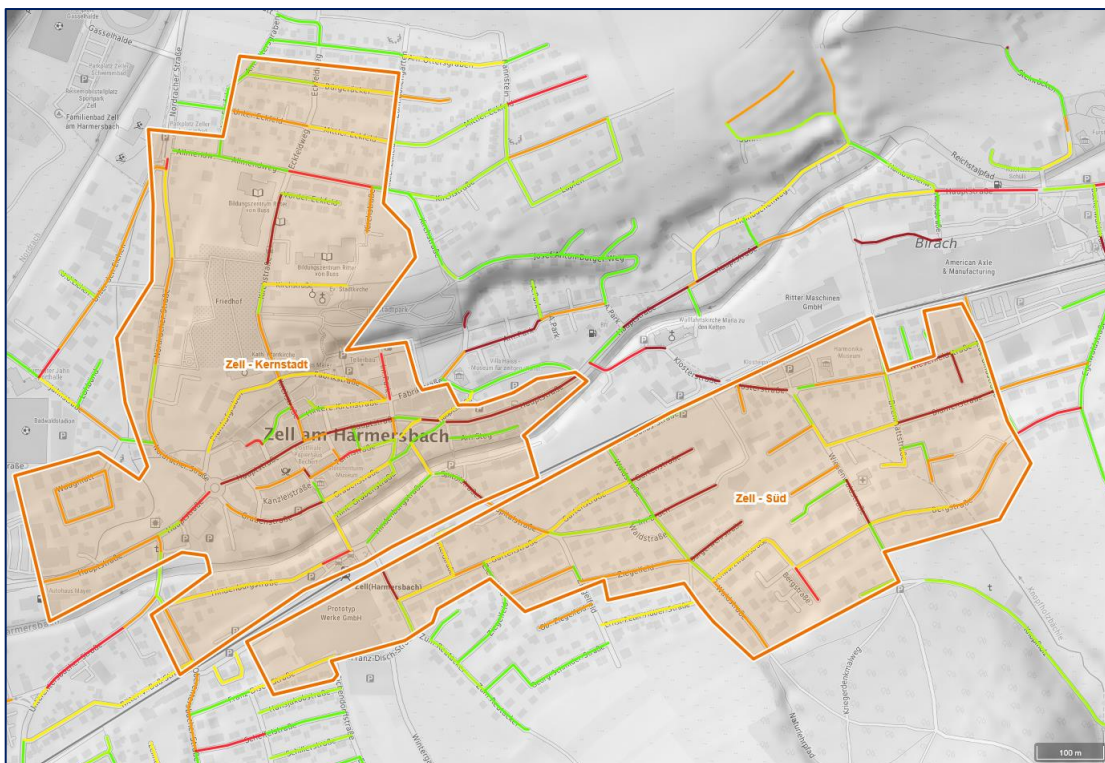




Die **zentrale Wärmeversorgungsstruktur** beider Fernwärme-Eignungsgebiete zusammen kann auf Grundlage der Bilanz und des Szenarios für die Entwicklung bis 2040 wie folgt aussehen:



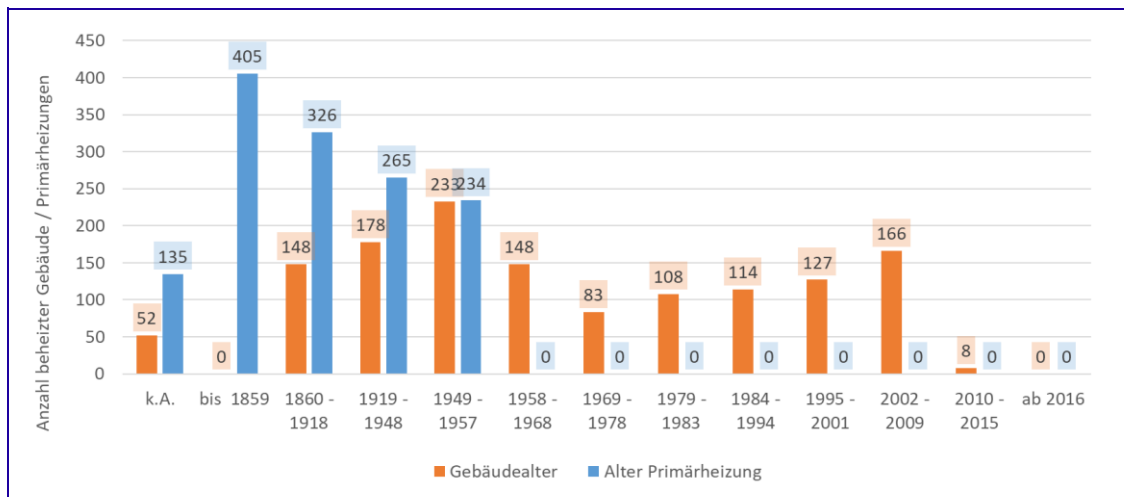
Als zentrale Wärmequelle kommt idealerweise die Abwärme der Firma Metaldyne in Betracht. Als weiterer Energieträger wird Biomasse (Holz) zur Anwendung kommen und außerdem eine modular aufgebaute Großwärmepumpe. Die benötigte Wärmeleistung liegt bei ungefähr 3,0 bis 3,5 MW. Wo diese Heizanlagen ihren Platz finden können, ist bisher nicht geklärt.



Karte 1: Wärmedichtesegmente der Eignungsgebiete in Zell a. H. (auf Basis Wärmebedarf und ohne Hausanschlüsse)

9.1.3 Steckbrief dezentrale Wärmeversorgung in Zell a. H.

Steckbrief dezentrale Wärmeversorgung																						
Beschreibung des Eignungsgebietes																						
Anzahl beheizter Wohngebäude	1.365	Lage: Zell a. H. liegt am unteren Ende des Harmersbaches, der in die Kinzig mündet. Zur Gemarkung gehören die Ortschaften Zell, Unter- und Oberentersbach und Hinterhambach.																				
Endenergieverbrauch Wohnen	87.862 MWh																					
Einsparpotenzial Sanierung	47 %																					
Energieverbrauch nach Energieträgern		Gebäudenutzung																				
Der Endenergieverbrauch der Wohngebäude im Eignungsgebiet der dezentralen Versorgung beträgt 87,86 GWh/a. Zell a. H. ist zum großen Teil durch ein Erdgasnetz erschlossen. Der vorwiegende Energieträger ist demnach mit 48 % Anteil Erdgas. Heizöl hat einen Anteil von ca. 18 %, Holz kommt auf 20 %. <table><thead><tr><th>Energieträger</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Erdgas</td><td>48%</td></tr><tr><td>Holz</td><td>25%</td></tr><tr><td>Heizöl</td><td>18%</td></tr><tr><td>k.A.</td><td>6%</td></tr><tr><td>Pellets</td><td>2,4%</td></tr><tr><td>Strom</td><td>1%</td></tr></tbody></table>		Energieträger	Anteil (%)	Erdgas	48%	Holz	25%	Heizöl	18%	k.A.	6%	Pellets	2,4%	Strom	1%	Der überwiegende Teil der Gebäude im dezentralen Versorgungsgebiet besteht aus Wohngebäuden (97 %). Einfamilienhäuser haben darin mit 56 % den größten Anteil. Gebäude des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie haben einen Anteil von 3 %. <table><thead><tr><th>Nutzung</th><th>Anteil (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Wohnen</td><td>97%</td></tr><tr><td>Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie</td><td>3%</td></tr></tbody></table>	Nutzung	Anteil (%)	Wohnen	97%	Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	3%
Energieträger	Anteil (%)																					
Erdgas	48%																					
Holz	25%																					
Heizöl	18%																					
k.A.	6%																					
Pellets	2,4%																					
Strom	1%																					
Nutzung	Anteil (%)																					
Wohnen	97%																					
Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	3%																					
Gebäudealter																						
Ein großer Teil der beheizten Gebäude im Gebiet der dezentralen Wärmeversorgung wurde zwischen der Gründerzeit und ca. 1957 errichtet und ca. 78 % wurden vor der dritten Wärmeschutzverordnung von 1995 gebaut. Dementsprechend ist auch in diesem Gebiet ein hoher Wärmeverbrauch pro Wohnfläche im Bereich von 150 kWh/m²a für Einfamilienhäuser anzutreffen. Im Gesamtdurchschnitt liegt der Wert bei 159 kWh/m²a. 54 % aller Primärheizanlagen wurden vor dem Jahr 2002 eingebaut und haben ihre technische Nutzungsdauer deutlich überschritten.																						



Dezentrale Wärmeversorgung in Zell a. H.

Dezentrale Wärmeversorgung (Übersicht):

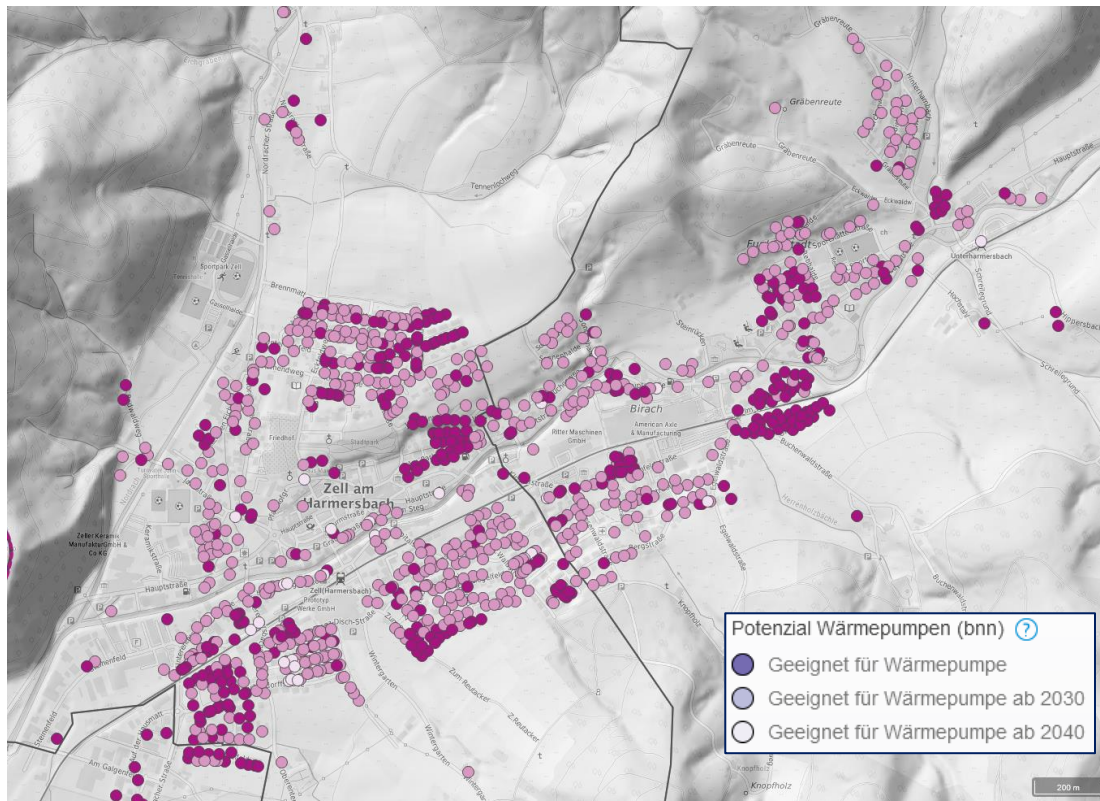
Die Gebäudealtersstruktur spiegelt im Wesentlichen das zeitliche Wachstum der Stadt wider. Ausgehend von der zentralen WNW-ESE-Achse des Ortes (Hauptstraße) hat sich die Stadt zunächst entlang der Hauptstraße und in der direkten Peripherie ausgedehnt. Drei Viertel aller Gebäude sind älter als 30 Jahre, ungefähr zwei Drittel sind älter als 50 Jahre.



Karte 1: Gebäudealter in Zell a. H.

Wärmepumpensysteme können oftmals schon nach kleineren technischen Anpassungen (z.B. größere Heizkörper oder Unterbodendämmung etc.) zur dezentralen Wärmeversorgung angewendet werden. Einige Gebäude bedürfen für einen effizienten Betrieb, bei dem mindestens ein Drittel der

Primärenergie eingespart wird, umfangreicher Sanierungen. Insbesondere die Erdwärmenutzung bietet sich in Zell a. H. zum Betreiben einer Wärmepumpe an (Abbildung 13 und Karte 2 im Steckbrief).

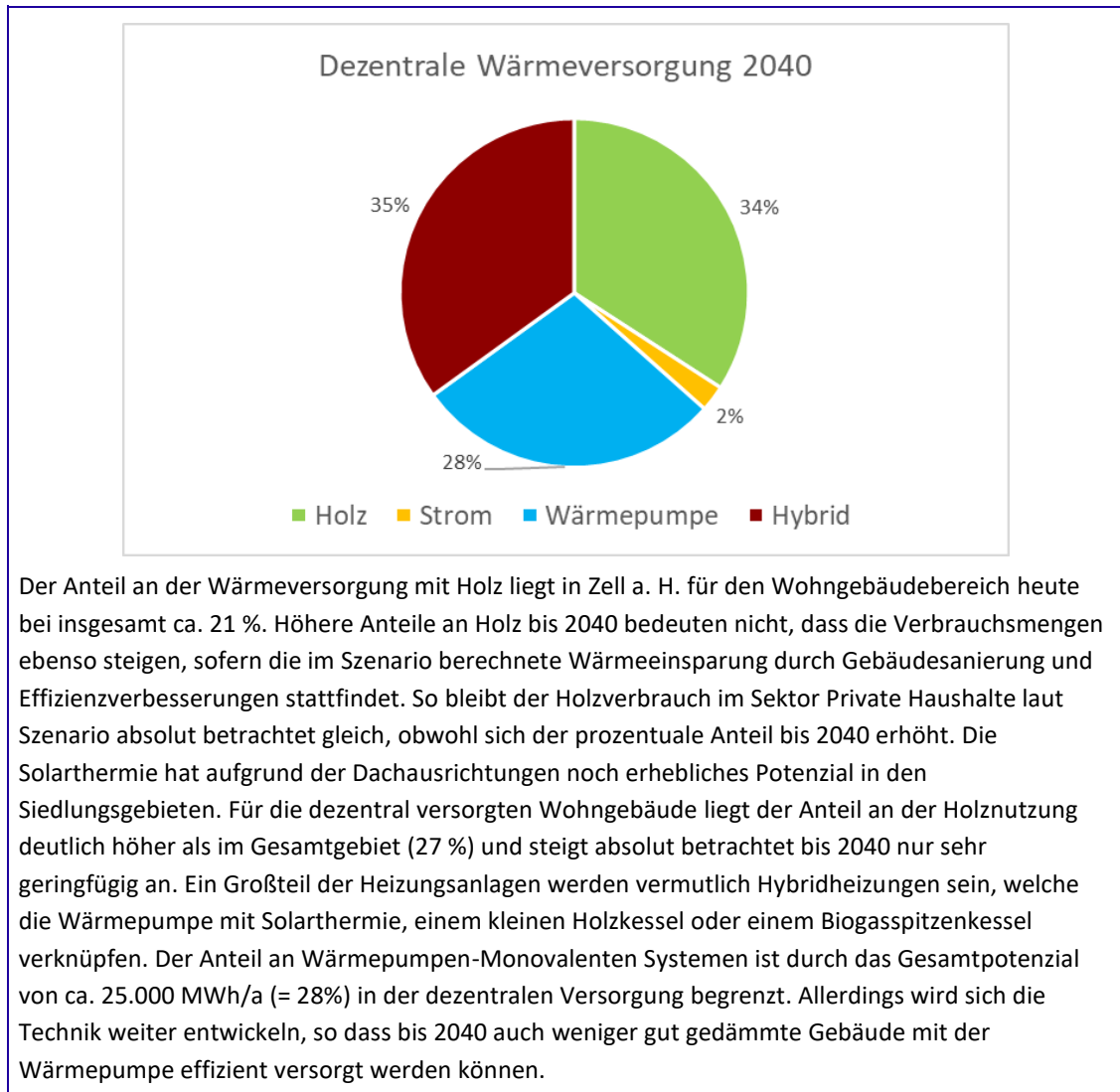


Karte 2: Wärmepumpenpotenzial in Zell a. H.

Die Nutzung der Photovoltaik zur anteiligen Stromversorgung von Wärmepumpen und Elektromobilen gründet auf einem Dachflächenpotenzial von 35,8 MW und 32.300 MWh Stromproduktion pro Jahr. Dies liegt ungefähr im Bereich dessen, was die Wärmepumpen bis 2040 an Strom pro Jahr benötigen, wenn 70 % der Wohngebäude eine solche nutzen würden.

Die dezentrale Wärmeversorgung sollte daher in Zukunft mit einem Mix aus Sole/Wasser- und Luft/Wasser-Wärmepumpen mit PV-Stromunterstützung erfolgen. In größeren und alten Gebäuden könnten Biogas-Brennwertkessel die Spitzenlast zunächst abdecken, solange Wärmepumpensysteme nicht effizient in diesen Gebäuden zu betreiben sind. Auch kann für besondere Situationen der Holzpelletkessel weiterhin eine gute Lösung sein.

Laut Szenario liegt die Wärmeeinsparung im Sektor private Haushalte bis 2040 bei ca. 21 %. Die **dezentrale Wärmeversorgungsstruktur** könnte auf Grundlage der Bilanz und des Szenarios für das Jahr 2040 in Zell a. H. wie folgt aussehen:



9.2 Gebäudesteckbriefe für Mustersanierungen

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

Stand: Januar 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 „die Energieberater“ in geht mit Ihnen den Steckbrief gemeinsam durch und erläutert Ihnen gerne die einzelnen Angaben und Informationen.

Ist-Zustand

Allgemeine Daten

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



Quelle: Deutsche Gebäudetypologie - Institut Wohnen und Umwelt GmbH

Bauteile Gebäudehülle

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

Heizungs- und Anlagentechnik

Heizungsart	Gas-Zentralheizung
Warmwasserbereitung	über Zentralheizung
Lüftung	Fensterlüftung

Endenergiebedarf und Energiekosten

Energieart	Endenergiebedarf	Energiekosten ¹⁾
Erdgas	24.000 kWh/a	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 Energiepreisssteigerung und nicht vergleichbar mit Wärmegestehungskosten.

Seite 2/4

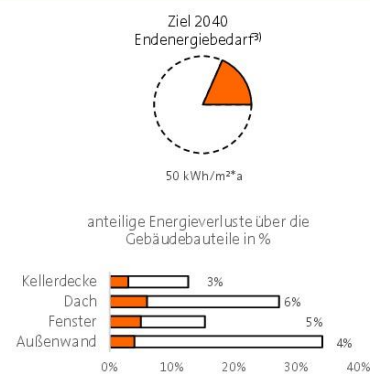
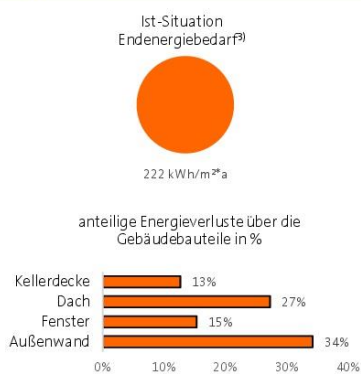
Stand: Januar 2025

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).



Seite 3/4

Stand: Januar 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 - 14 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⁾ 18 - 22 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 -ausrüstung.	
ohne Solarthermieanlage	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 14 - 16 ct/kWh	14.000 € - 20.000 €
inkl. Solarthermieanlage	Wärmegestehungskosten ⁵⁾ 14 - 17 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 Energiepreisteigerung, mit Förderung).

Stand: Januar 2025

Was Sie noch wissen sollten!

Gesetzliche Rahmenbedingungen

Gebäudeenergiegesetz (GEG):

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



Alle Infos und Details unter:
<https://www.energiewechsel.de/KAENEf/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html>

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

Ausblick

Steigerung Komfort / Marktwert

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

Professionelle Planung und Baubegleitung

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



Alle Infos und Details unter:
www.energie-effizienz-experten.de

Förderprogramme

Einzelmaßnahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM)



Alle Infos und Details unter:
www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html

Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG)



Alle Infos und Details unter:
www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-fuer-effiziente-Gebaeude/

