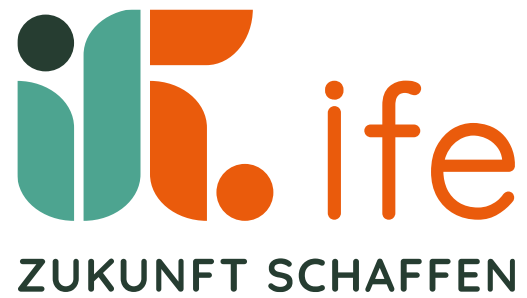


# DIGITALER ENERGIENUTZUNGSPLAN

für die  
**Gemeinde Tiefenbach**

Institut für Energietechnik IfE GmbH  
Kaiser-Wilhelm-Ring 23a  
92224 Amberg



# Digitaler Energienutzungsplan

## für die Gemeinde Tiefenbach

Auftraggeber:

**Gemeinde Tiefenbach**

**Pilgrimstraße 2**

**94113 Tiefenbach**

Auftragnehmer:

**Institut für Energietechnik IfE GmbH**

**an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden**

**Kaiser-Wilhelm-Ring 23a**

**92224 Amberg**

Gefördert durch das

**Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie**

Bearbeitungszeitraum:

**Februar 2024 bis Februar 2025**

# INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS .....	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	V
TABELLENVERZEICHNIS .....	VIII
NOMENKLATUR.....	IX
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>11</b>
<b>2 Projektablauf und Akteursbeteiligung.....</b>	<b>12</b>
<b>3 Analyse der energetischen Ausgangssituation.....</b>	<b>14</b>
3.1 Methodik und Datengrundlage .....	14
3.2 Definition der Verbrauchergruppen .....	14
3.2.1 Datengrundlage und Datenquellen .....	15
3.3 Energieinfrastruktur .....	16
3.4 Sektor Wärme.....	17
3.4.1 Gebäudescharfes Wärmekataster.....	17
3.4.2 Wärmebedarf und Anteil erneuerbarer Energien.....	19
3.5 Sektor Strom.....	21
3.6 Sektor Verkehr .....	25
3.7 Gesamtenergie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz im Ist-Zustand.....	28
<b>4 Potenzialanalyse .....</b>	<b>31</b>
4.1 Grundannahmen.....	31
4.2 Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz .....	31
4.2.1 Private Haushalte.....	31
4.2.2 Kommunale Liegenschaften .....	32
4.2.3 Gewerbe und Industrie.....	33
4.2.4 Gebäudescharfes Sanierungskataster.....	33

4.3	Transformationsprozesse.....	34
4.3.1	Elektrifizierung im Sektor Mobilität.....	34
4.3.2	Elektrifizierung durch den Einsatz von Wärmepumpen (Power-to-Heat).....	36
4.4	Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien.....	37
4.4.1	Potenzialbegriff.....	37
4.4.2	Solarthermie und Photovoltaik .....	38
4.4.2.1	Solarthermie auf Dachflächen.....	40
4.4.2.2	Photovoltaik auf Dachflächen .....	41
4.4.3	Photovoltaik auf Freiflächen.....	42
4.4.4	Wasserkraft .....	43
4.4.5	Biomasse.....	44
4.4.5.1	Holz für energetische Nutzung .....	44
4.4.5.2	Biogasanlagen / Kraft-Wärme-Kopplung .....	48
4.4.6	Abwärme .....	49
4.4.7	Windkraft.....	49
4.4.8	Geothermie.....	50
<b>5</b>	<b>Energieszenario 2040.....</b>	<b>53</b>
5.1	Konservative Entwicklung E-Mobilität.....	53
5.2	Ambitionierte Entwicklung der E-Mobilität.....	58
<b>6</b>	<b>Maßnahmenkatalog - Energieszenario 2040.....</b>	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>Schwerpunktprojekte.....</b>	<b>70</b>
7.1	Schwerpunktprojekt Ladeinfrastruktur.....	70
7.1.1	Motivation und Ziele der Mobilitätswende .....	70
7.1.1.1	Besondere Aspekte der Elektromobilität.....	73

7.1.1.2	Rechtliche Rahmenbedingungen .....	75
7.1.2	GIS-basierte Grundlagenanalyse.....	76
7.1.2.1	Bestandsanalyse .....	77
7.1.2.2	Bedarfsprognose auf Basis des StandortTOOL .....	78
7.1.2.3	Standortanalyse.....	79
7.1.2.4	Prognose Ladeenergiebedarf .....	80
7.1.3	Fazit .....	80
7.2	Schwerpunktprojekt Parkplatz-Photovoltaik.....	80
7.2.1	Grundlagen .....	81
7.2.1.1	Vorteile und Hürden.....	81
7.2.1.2	Gesetzliche Pflichten .....	84
7.2.1.3	Potenziale .....	84
7.2.1.4	Vergütung gemäß EEG.....	85
7.2.2	Betrachtung Parkplatz-PV-Anlage Haselbach .....	87
7.2.3	Fazit .....	89
7.3	Detailprojekt Wärmenetz.....	90
7.3.1	Rechtliche Vorgaben für Neubauten und Wärmenetze .....	90
7.3.2	Ausgangssituation .....	91
7.3.3	Grobe Wirtschaftlichkeitsbetrachtung .....	98
7.3.3.1	Jahresdauerlinie und thermische Daten .....	98
7.3.3.2	Wirtschaftlichkeit .....	100
7.3.4	Ökologische Betrachtung .....	108

7.3.5	Förderungen.....	111
7.3.5.1	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) .....	111
7.3.6	Fazit .....	113
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>114</b>

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Anonymisierter Ausschnitt eines gebäudescharfen Wärmekatasters.....	18
Abbildung 2: Exemplarischer Ausschnitt zur Darstellung der Wärmedichte auf Grundlage des gebäudescharfen Wärmekatasters der Gemeinde Tiefenbach.....	18
Abbildung 3: Wärmebedarf im Jahr 2022 nach Verbrauchergruppen.....	19
Abbildung 4: Wärmeverbrauch im Jahr 2022 nach Energieträger .....	20
Abbildung 5: Strombezug im Jahr 2022 nach Verbrauchergruppen.....	21
Abbildung 6: Stromeinspeisung im Jahr 2022 .....	22
Abbildung 7: Übersichtskarte der Erneuerbare-Energien-Anlagen im Betrachtungsgebiet [Energie-Atlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de), Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung] Hinweis: Das Bilanzjahr ist 2022, später errichtete Anlagen sind nicht abgebildet. ....	23
Abbildung 8: Anonymisierter Ausschnitt eines Sanierungskatasters vor und nach der Sanierung (Szenario: 1,5% Sanierungsrate bis zum Jahr 2040).....	34
Abbildung 9: Entwicklung des Anteils der E-Mobilität am gesamten Fahrzeugbestand im Landkreis Passau mit Prognose bis 2040 (Datenquelle: Kraftfahrt-Bundesamt, eigene Ergänzung) .....	36
Abbildung 10: Auszug des Solarkatasters für die Gemeinde Tiefenbach.....	39
Abbildung 11: Potenzial Aufdach-Photovoltaik.....	41
Abbildung 12: PV-Freiflächenpotential.....	42
Abbildung 13: Wärmeleitfähigkeit des Bodens im Gemeindegebiet Tiefenbach (Energieatlas Bayern) .....	52
Abbildung 14: Energieszenario 2021 bis 2040 – Auswirkungen der Energieeinsparung und Transformation durch Elektrifizierung unter der Annahme einer konservativen Entwicklung der E-Mobilität.....	55

Abbildung 15: Energieszenario 2022 bis 2040 - Ausbauszenario erneuerbarer Energien ..... 56

Abbildung 16: Energieszenario im Jahr 2040 – Gegenüberstellung des Energiebedarfs und der erneuerbaren Energien unter der Annahme einer konservativen Entwicklung der E-Mobilität..... 57

Abbildung 17: Entwicklung des Energiebedarfs von 2022 bis 2040 unter der Annahme einer ambitionierten Entwicklung der E-Mobilität ..... 58

Abbildung 18: Gegenüberstellung von Energieerzeugung und Energieverbrauch unter der Annahme einer ambitionierten Entwicklung von E-Mobilität..... 59

Abbildung 19: Maßnahmenkatalog für den Gemeinde Tiefenbach ..... 69

Abbildung 20: Anteil des Verkehrs an den Treibhausgasemissionen in Deutschland (Umweltbundesamt)..... 72

Abbildung 21: Systemdesign Parkplatz-PV (Fraunhofer ISE - Faktenpapier Photovoltaik-Parkplätze (2022))..... 83

Abbildung 22: Gesamtfläche Parkplätze pro Bundesland ..... 85

Abbildung 23: Parkplatz-PV-Anlage Haselbach (Quelle: PV-Sol - Valentin Software GmbH) ..... 88

Abbildung 24: Erster Trassenverlaufsentwurf für großes Betrachtungsgebiet (Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung – Daten verändert, Lizenz: CC BY 4.0)..... 92

Abbildung 25: Verkleinertes Betrachtungsgebiet mit Markierung der Ankerkunden (Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung – Daten verändert, Lizenz: CC BY 4.0)..... 95

Abbildung 26: Erschließung der Neubaugebiete Hofer Wend (links) und Mehrgenerationenwohnen (rechts) (Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung – Daten verändert, Lizenz: CC BY 4.0) ..... 96

Abbildung 27: Trassenverlaufsentwurf für verkleinertes Betrachtungsgebiet (Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung – Daten verändert, Lizenz: CC BY 4.0).....	97
Abbildung 28: Jahresdauerlinie Variante 1.0 verkleinerter Gebietsumfang inkl. Wärmeerzeuger .....	99
Abbildung 29: Jahresdauerlinie Variante 1.1 verkleinerter Gebietsumfang inkl. Wärmeerzeuger .....	100
Abbildung 30: Investitionskosten der beiden Varianten.....	102
Abbildung 31: Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten der Wärmeverbundlösungen .....	105
Abbildung 32: Wärmegestehungskosten Referenzgebäude Einfamilienhaus.....	107
Abbildung 33: Wärmegestehungskosten Referenzgebäude Mehrfamilienhaus.....	107
Abbildung 34: Wärmegestehungskosten Referenzgebäude Gewerbe .....	108
Abbildung 35: CO <sub>2</sub> -Bilanz der Wärmeverbundlösungen.....	109
Abbildung 36: f <sub>p</sub> -Faktoren der Wärmeverbundlösungen.....	111

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Darstellung der neu installierten PV-Anlagen nach 2022.....	24
Tabelle 2: Die CO <sub>2</sub> -Äquivalente der jeweiligen Energieträger [GEMIS 4.9; KEA; Berechnungen IfE] .....	30
Tabelle 3: Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen - Kriterien.....	43
Tabelle 4: Zusammenfassung des rechnerischen, territorialen Gesamtpotenzials im Bereich fester Biomasse.....	47
Tabelle 5: Daten Wärmeverbund großes Betrachtungsgebiet .....	94
Tabelle 6: Daten Wärmeverbund kleines Betrachtungsgebiet .....	97
Tabelle 7: Getroffene Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	101
Tabelle 8: Verbrauchskosten der Varianten.....	104
Tabelle 9: Betriebskosten der Varianten.....	104

## NOMENKLATUR

AbLaV	Verordnung über Vereinbarungen zu abschaltbaren Lasten
AVBFernwär- meV	Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fern- wärme
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
COP	Coefficient of Performance
DN	Nennweite
fp	Primärenergiefaktor
GEG	Gebäudeenergiegesetz
HLS	Heizung Lüftung Sanitär
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
JDL	Jahresdauerlinie
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
MSR	Mess- Steuerungs- und Regelungstechnik
MwSt	Mehrwertsteuer
PEX	Vernetztes Polyethylen
	eq, el
RL	Rücklauftemperatur
SPL	Spitzenlast
StromNEV	Stromnetzentgeltverordnung
Trm	Trassenmeter
VL	Vorlauftemperatur
WG	Wassergehalt
WPG	Wärmeplanungsgesetz

### Indizes

el	elektrisch
eq	equivalent
Hi	Heizwert

Hs	Brennwert
th	thermisch

## 1 Einleitung

Mit dem digitalen Energienutzungsplan für die Gemeinde Tiefenbach wird ein Instrument zur Umsetzung einer nachhaltigen Energieerzeugungs- und Energieversorgungsstruktur erarbeitet. Der Fokus liegt dabei auf der Identifizierung von konkreten Handlungsmöglichkeiten vor Ort, um die Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen und den Ausbau erneuerbarer Energien zu forcieren. Der digitale Energienutzungsplan umfasst:

- eine umfassende Bestandsaufnahme der derzeitigen Energieinfrastruktur mit einer detaillierten Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr
- ein digitales Energiemodell mit gebäudescharfem Wärmekataster in den Verbrauchergruppen Private Haushalte, Kommunale Liegenschaften und Gewerbe/Industrie
- eine gebäudespezifische Analyse des Sanierungspotenzials
- eine standortspezifische Potenzialanalyse zum Ausbau erneuerbarer Energieträger
- ein Energieszenario zur Erreichung einer bilanziellen Eigenversorgung aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2040
- die Ausarbeitung eines umfassenden Maßnahmenkatalogs mit detaillierter Betrachtung einzelner Leuchtturmprojekte

Das Projekt wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert.

### **Hinweis zum Datenschutz:**

*Die Erstellung eines Energienutzungsplans setzt zum Teil die Erhebung und Verwendung von Daten voraus, die zumindest mittelbar einen Personenbezug aufweisen können (zum Beispiel Datenerhebungsbögen, Verbrauchsangaben). Auch wenn es sich dabei ausschließlich um energierelevante Informationen handelt und nicht um Informationen zu Personen selbst, unterliegen die Daten und das ausgearbeitete Kartenmaterial dem Datenschutz. Aus diesem Grund enthält dieser Endbericht keine gebäudescharfen Informationen.*

## 2 Projekttablauf und Akteursbeteiligung

Die Entwicklung des digitalen Energienutzungsplans erfolgte in mehreren Projektphasen. Zunächst wurde auf Basis einer umfassenden Bestandsaufnahme eine fortschreibbare Energiebilanz für Strom, Wärme und Mobilität im Ist-Zustand (Jahr 2022) erstellt. Dabei wurde zwischen den Verbrauchergruppen „Private Haushalte“, „Kommunale Liegenschaften“, „Gewerbe/Industrie“ und „Verkehr“ unterschieden. Die Energieströme wurden, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Energieträgern (Strom, Erdgas, Heizöl, Biomasse, ...) erfasst und der Anteil der erneuerbaren Energien an der Energiebereitstellung ermittelt. Ausgehend von der energetischen Ausgangssituation wurde der CO<sub>2</sub>-Ausstoß berechnet. Als zentrales Ergebnis dieser Projektphase wurde ein gebäudescharfes Wärmekataster ausgearbeitet.

Im nächsten Schritt wurde verbrauchergruppenspezifisch untersucht, welche Energieeinsparpotenziale, Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz und zu erwartender Transformationsprozesse (E-Mobilität, verstärkter Einsatz von Wärmepumpen) realistisch ausgeschöpft werden können. Ebenso wurden die erschließbaren Ausbaupotenziale regionaler erneuerbarer Energieträger analysiert.

Zentrales Element des digitalen Energienutzungsplans ist die Ausarbeitung eines Energieszenarios zum Erreichen einer bilanziell vollständigen Eigenversorgung aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2040. Dieses Energieszenario dient als übergeordneter Handlungsleitfaden und Basis zur Ableitung eines konkreten Maßnahmenkatalogs.

Der Energienutzungsplan wurde in enger Abstimmung mit allen relevanten Akteuren ausgearbeitet:

### **Auftaktveranstaltung:**

Die grundlegende und strategische Organisation, die Zeitplanung und die fachliche Ausrichtung des digitalen Energienutzungsplans wurde bei einer Auftaktveranstaltung besprochen.

### **Abstimmungstermine:**

Im Rahmen von mehreren Terminen wurden, in enger Abstimmung mit den lokalen Akteuren (z.B. Gemeinderat), regelmäßig die Zwischenergebnisse abgestimmt und fortgeschrieben.

## **Bürgerworkshop**

Im Rahmen des Energienutzungsplans wurde ein Bürgerworkshop durchgeführt.

### **Abschlussveranstaltung:**

Die Endergebnisse des digitalen Energienutzungsplans wurden dem Gemeinderat vorgestellt und der Abschlussbericht übergeben.

## 3 Analyse der energetischen Ausgangssituation

### 3.1 Methodik und Datengrundlage

Im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans wird nach dem sogenannten Territorialprinzip bilanziert. Hierbei werden die Energieverbräuche sowie die Potenziale jeweils nur innerhalb der Kommune betrachtet. Dies bedeutet, dass nur Energieverbräuche innerhalb der Gemeindegrenze erfasst und bilanziert werden und der Anteil erneuerbarer Energien sich rein aus den Erzeugungsmengen der Anlagen im Gemeindegebiet zusammensetzt.

### 3.2 Definition der Verbrauchergruppen

Im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans werden folgende Verbrauchergruppen definiert:

a) Private Haushalte

Die Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ umfasst alle zu Wohnzwecken genutzten Flächen im Betrachtungsgebiet. Dies schließt sowohl Wohnungen in Wohngebäuden als auch in Nicht-Wohngebäuden (z. B. hauptsächlich gewerblich genutzte Halle mit integrierter Wohnung) ein.

b) Kommunale Liegenschaften

In der Verbrauchergruppe „Kommunale Liegenschaften“ werden alle Liegenschaften der Kommune, inkl. Straßenbeleuchtung und gemeindeeigener Ver- und Entsorgungseinrichtungen, zusammengefasst. Hierfür konnte auf gebäudescharfe Energieverbrauchsdaten der Kommune zurückgegriffen werden.

c) Gewerbe/Industrie

In der Verbrauchergruppe „Gewerbe/Industrie“ werden alle Energieverbraucher zusammengefasst, die nicht in eine der Verbrauchergruppen „Private Haushalte“ oder „Kommunale Liegenschaften“ fallen. Dies beinhaltet Betriebe aus Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie. Auch Landwirtschafts- und offiziell als Tourismusbetriebe gemeldete Unternehmen sind dieser Verbrauchergruppe zugeordnet.

#### d) Verkehr

Der Endenergiebedarf im Sektor Verkehr schließt sämtliche Bereiche der Mobilität mit ein. So sind nicht nur die zugelassenen KFZs oder LKWs im Bilanzraum in dieser Analyse berücksichtigt, sondern auch Flug-, Schienen- und Bahnverkehr.

### 3.2.1 Datengrundlage und Datenquellen

Alle Datenerhebungen, Analysen und Berechnungen im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans beziehen sich auf das Bilanzjahr 2022. Für das Jahr 2023 lag während der Projektbearbeitung noch keine vollständige Datenbasis vor. Die Analyse des Energieverbrauchs stützt sich auf die nachfolgenden Datenquellen:

- Energieabsatz- und Einspeisedaten der lokal tätigen Energieversorgungsunternehmen für die leitungsgebundenen Energieträger Strom (inkl. Heizstrom) und Erdgas. Hierfür wurden exakte Netzabsatzdaten für das Jahr 2022 zur Verfügung gestellt.
- Gebäudescharfe Erfassung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften mittels Erfassungsbogen.
- Datenerhebungsbögen im Bereich der Wirtschaftsbetriebe.
- Datenabfrage Solarthermie: Die Gesamtfläche, der in der Kommune installierten Solarthermieanlagen, wurde mit Hilfe des Solaratlas, einem interaktiven Auswertungssystem für den Datenbestand aus dem bundesweiten „Marktanreizprogramm Solarthermie“, ermittelt. Die Aufstellung umfasst alle Kollektortypen (Flachkollektoren, Vakuum-Röhrenkollektoren) und Anwendungen (Warmwasserbereitstellung und Heizungsunterstützung).
- Wärmebereitstellung aus Erdwärme: Die Wärmeerzeugung aus oberflächennaher Geothermie (Wärmepumpen zur Gebäudebeheizung) kann aufgrund der fehlenden Datenbasis nicht eigens aufgeschlüsselt werden, ist jedoch über den Stromverbrauch (Heizstrom) zum Antrieb der Wärmepumpen in der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz enthalten.
- Öffentlich zugängliche statistische Daten (z. B. Statistik Kommunal).
- Geodaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung (z. B. 3D-Gebäude- und Geländemodell, Laserscandaten, etc.) zur Simulation des Wärmekatasters.

- Veröffentlichungen über den bundesweiten Endenergieverbrauch nach Kraftstoffarten des Bundesverkehrsministeriums wurden für die Analyse des Endenergiebedarfs im Sektor Mobilität herangezogen.

### 3.3 Energieinfrastruktur

**Hinweis:**

*Die Energieinfrastrukturen sind eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt der Erstellung des Energienutzungsplans und dienen als Übersicht zur Erstinformation. Detaillierte Informationen sind für konkrete Vorhaben stets bei den zuständigen Netzbetreibern einzuholen.*

*Sämtliche vorhandenen Infrastrukturdaten wurden in ein GIS überführt.*

**Stromnetz**

Das Stromnetz in Tiefenbach wird von der Bayernwerk AG betrieben. Lediglich die Ortschaften Moos, Kiesling und Niedernhart werden durch die Stadtwerke Passau versorgt. Es liegen vollständige Netzabsatzdaten und Daten zur Stromeinspeisung vor.

**Erdgasnetz**

Das Erdgasnetz in Tiefenbach liegt bei den Stadtwerken Passau.

**Wärmenetze**

In Tiefenbach gibt es eine Rückmeldung zu einem kleinen Wärmenetz.

## 3.4 Sektor Wärme

### 3.4.1 Gebäudescharfes Wärmekataster

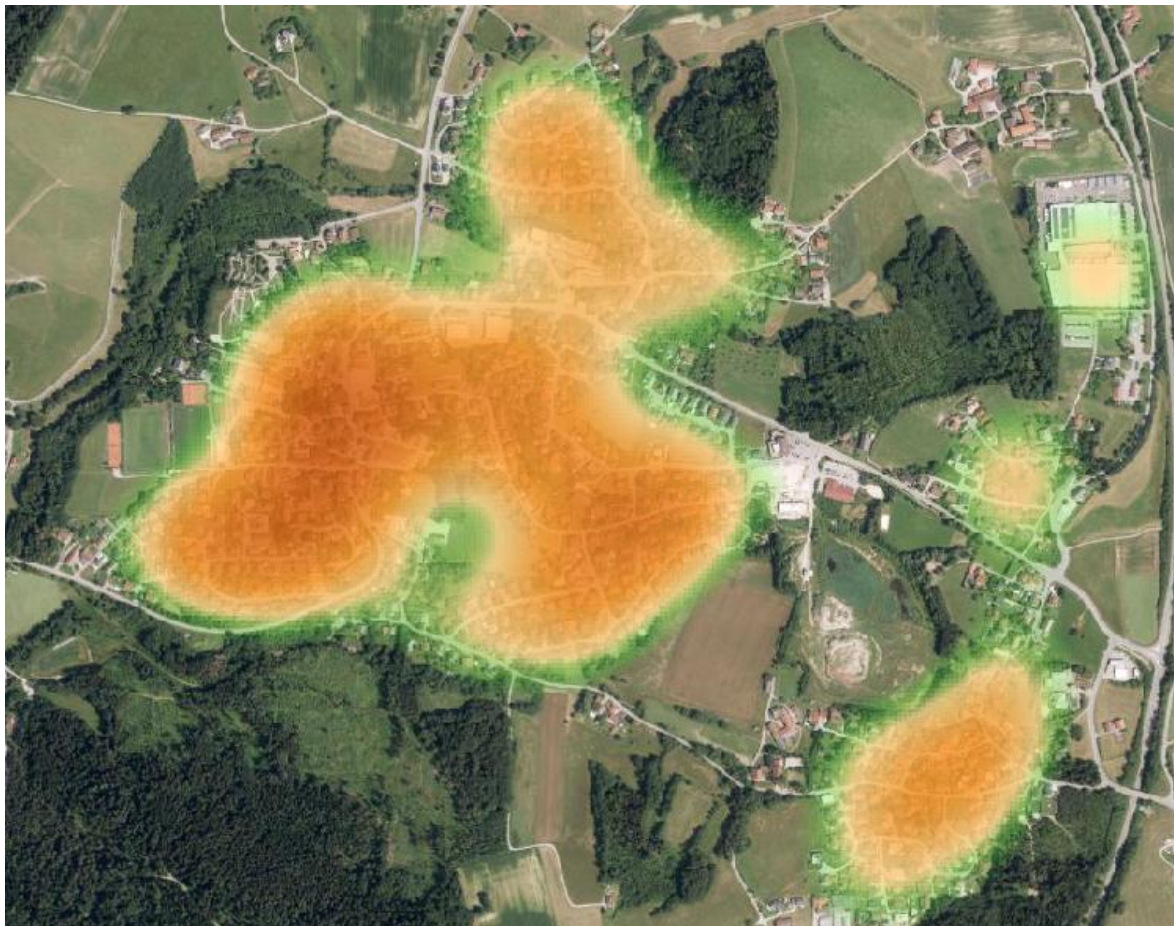
Das gebäudescharfe Wärmekataster ist ein Werkzeug der kommunalen Wärmeplanung. Es erfasst alle beheizten Gebäude und beinhaltet zu jedem Gebäude Informationen zu Nutzung, Baustruktur und Wärmebedarf. Es bietet damit eine flächendeckende Information zur Struktur und dem Wärmebedarf des Gebäudebestands. Wärmekataster finden als Planungs- und Entscheidungsgrundlagen beim Ausbau von Wärmenetzen, bei der Entwicklung von Förder- und Sanierungsmaßnahmen, in der Energie- und Sanierungsberatung sowie im Rahmen des Klimaschutzmonitorings Anwendung.

Zur Erstellung des gebäudescharfen Wärmekatasters wurden in einem ersten Schritt wesentliche Daten zum Gebäudebestand erfasst und zusammen mit einem 3D-Gebäudemodell zu einem digitalen Modell vereint. Für jedes Gebäude wurde auf dieser Grundlage dessen Wärmebedarf ermittelt. Ergänzt wurden die berechneten Werte durch konkrete Verbrauchswerte aus den Fragebögen für Gewerbe- und Industriebetriebe, Biogasanlagen und Kommunale Liegenschaften.

Die Wärmedichte fasst den Wärmebedarf mehrerer Gebäude zusammen und hebt somit Gebietsumgriffe mit einem hohen Wärmebedarf hervor. In Abbildung 1 ist ein anonymisierter Ausschnitt eines gebäudescharfen Wärmekatasters dargestellt. Abbildung 2 zeigt exemplarisch den Wärmebedarf als Wärmedichtekarte in definierten Gebietsumgriffen der Gemeinde Tiefenbach. Das vollständige gebäudescharfe Wärmekataster liegt dem Energienutzungsplan bei und wurde in das GIS überführt. Aus datenschutzrechtlichen Gründen darf dieses nicht im Abschlussbericht veröffentlicht werden.



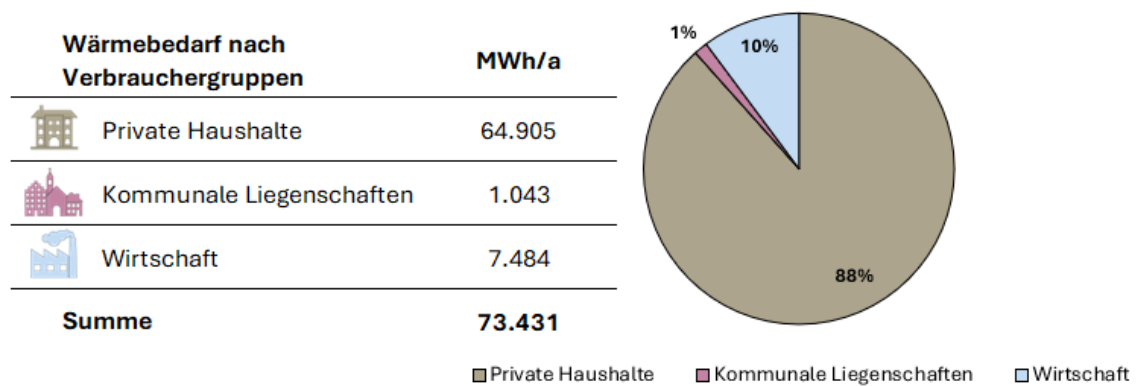
**Abbildung 1: Anonymisierter Ausschnitt eines gebäudescharfen Wärmekatasters**



**Abbildung 2: Exemplarischer Ausschnitt zur Darstellung der Wärmedichte auf Grundlage des gebäudescharfen Wärmekatasters der Gemeinde Tiefenbach.**

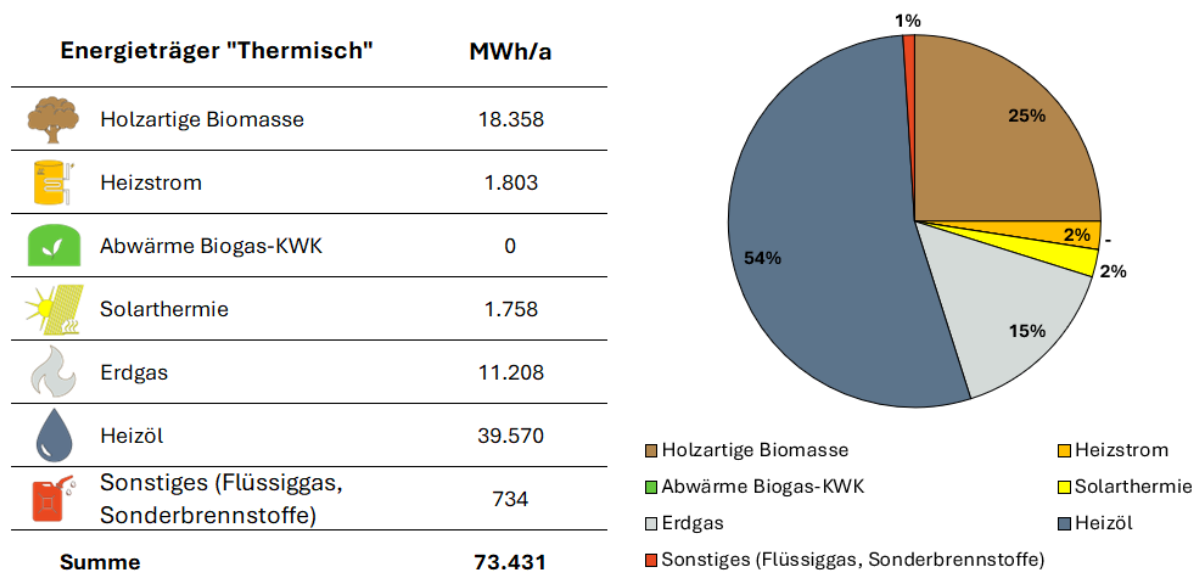
### 3.4.2 Wärmebedarf und Anteil erneuerbarer Energien

Der jährliche Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung aller Verbrauchergruppen beläuft sich auf rund 73.431 MWh pro Jahr. In Abbildung 3 ist die Aufteilung des Wärmebedarfs in die einzelnen Verbrauchergruppen dargestellt. Den höchsten Wärmebedarf weist die Verbrauchergruppe der privaten Haushalte auf, gefolgt von Gewerbe und Industrie und den kommunalen Liegenschaften.



**Abbildung 3: Wärmebedarf im Jahr 2022 nach Verbrauchergruppen**

Von den insgesamt 73.431 MWh Wärmebedarf im Jahr 2022 werden rund 27 % aus erneuerbaren Energien bereitgestellt, insbesondere über Biomasse (Holz). Der mit Abstand größte Anteil an der Wärmeversorgung wird durch fossile Brennstoffe gedeckt (72%). Hauptenergieträger ist hierbei das Heizöl, welches allein einen Anteil von 54 % an der Wärmebereitstellung hat. In Bayern werden 38,8 % der zentralen Heizsysteme mit Gas und 28,1 % mit Öl betrieben<sup>1</sup>. Der deutlich höhere Anteil an Heizöl in Tiefenbach lässt sich jedoch mit dem nicht flächendeckend vorhandenen Erdgasnetz erklären.

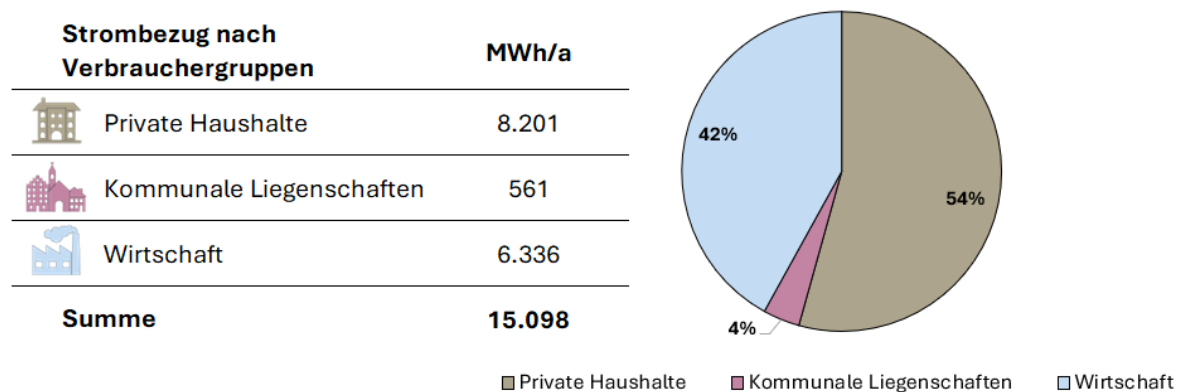


**Abbildung 4: Wärmeverbrauch im Jahr 2022 nach Energieträger**

<sup>1</sup>[https://www.bdew.de/media/documents/BDEW\\_Heizungsmarkt\\_2023\\_Regionalbericht\\_Bayern\\_20231128.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/BDEW_Heizungsmarkt_2023_Regionalbericht_Bayern_20231128.pdf)

### 3.5 Sektor Strom

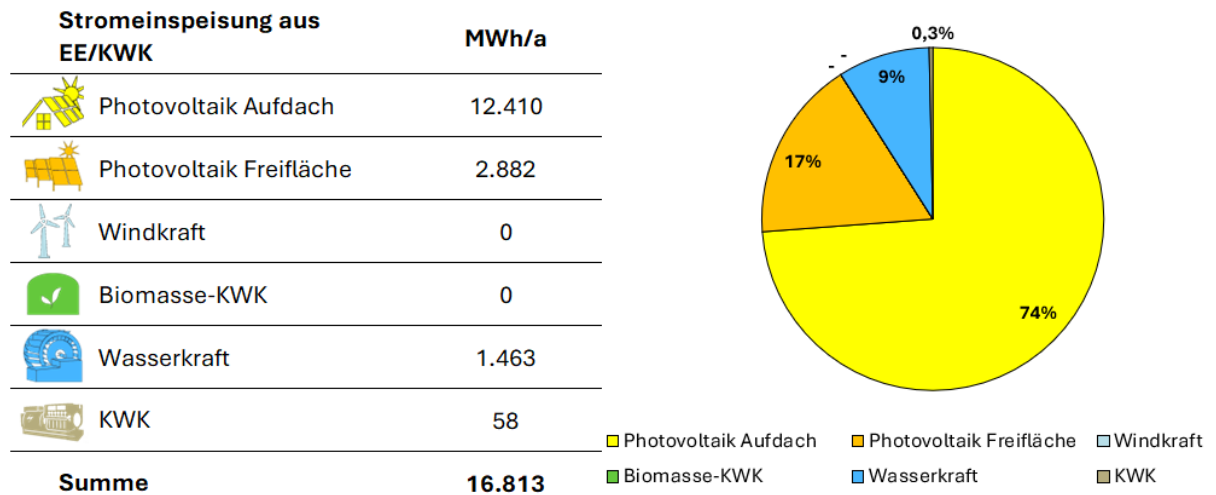
Der Strombezug im Jahr 2022 beläuft sich in Summe auf rund 15.098 MWh. Die Aufteilung des Strombedarfs in die einzelnen Verbrauchergruppen zeigt, dass die Verbrauchergruppe Private Haushalte mit rund 8.201 MWh den größten Anteil einnimmt, gefolgt von der Wirtschaft. Die kommunalen Liegenschaften benötigen in etwa 4 % des jährlichen Strombedarfs in der Gemeinde Tiefenbach.



**Abbildung 5: Strombezug im Jahr 2022 nach Verbrauchergruppen**

Im Rahmen der Gesamt-Energiebilanz wurden des Weiteren die eingespeisten Strommengen aus Energie-Erzeugungsanlagen im Gemeindegebiet detailliert erfasst und analysiert. Abbildung 6 zeigt die eingespeisten Strommengen aus Photovoltaik Aufdach- und Freiflächenanlagen sowie aus Wasserkraft. In Summe wurden im Bilanzjahr 2022 rund 16.813 MWh in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist. Den größten Anteil bildeten dabei die Aufdach-Photovoltaikanlagen, gefolgt von Freiflächenanlagen. Dem gegenüber steht ein Strombezug im Jahr 2022 in Höhe von 15.098 MWh.

⇒ **Jahr 2022: Bilanzieller Anteil erneuerbarer Energien/KWK an der Stromversorgung bei rund 111 %**



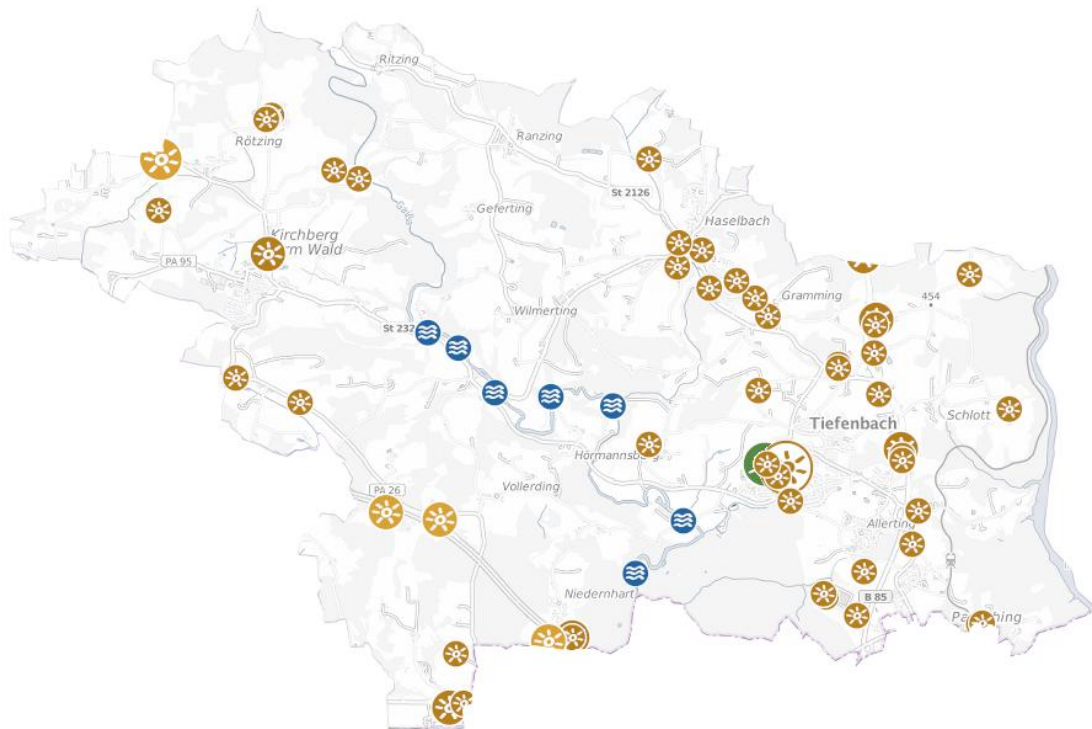
**Abbildung 6: Stromeinspeisung im Jahr 2022**

Im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans wurden die eingespeisten Strommengen aus Energieerzeugungsanlagen detailliert erfasst und analysiert. Nachfolgende Abbildung 7 zeigt eine Standortübersicht der Erneuerbare-Energien-Anlagen mit einer elektrischen Leistung größer 30 kW.

**Hinweise:**

- Die Stromeigennutzung aus erneuerbaren Erzeugungsanlagen und KWK-Anlagen ist nicht im Anteil des jeweiligen Energieträgers enthalten. Stattdessen wird die tatsächlich in das öffentliche Netz eingespeiste Strommenge aus erneuerbaren Energien berücksichtigt und dem tatsächlichen Strombezug aus dem öffentlichen Netz gegenübergestellt. Stromeigennutzung führt zu einer Minderung des Strombezugs aus dem Stromnetz. Diese angewandte Bilanzierungsmethodik ist entscheidend für eine kontinuierliche Fortschreibung des Energienutzungsplans und der Energiebilanz, da nur Bezugs- und Einspeisedaten den Energieversorgern exakt und vollumfänglich vorliegen.

- Zum Zeitpunkt der Datenerhebung lag für alle Datensätze als letztes vollständiges Kalenderjahr das Jahr 2022 vor (Bilanzjahr) → im Jahr 2023 und später neu errichtete EEG- und KWK-Anlagen sind in der Energiebilanz im Ist-Zustand nicht mit eingerechnet.
- Anlagen mit einer elektrischen Leistung kleiner 30 kW sind nicht in Abbildung 7 verzeichnet, da diese Informationen aus Datenschutzgründen nicht georeferenziert vorliegen



**Abbildung 7: Übersichtskarte der Erneuerbare-Energien-Anlagen im Betrachtungsgebiet**  
[Energie-Atlas Bayern ([www.energieatlas.bayern.de](http://www.energieatlas.bayern.de)), Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, eigene Bearbeitung] Hinweis: Das Bilanzjahr ist 2022, später errichtete Anlagen sind nicht abgebildet.

Tabelle 1 zeigt die Leistungen der seit 2022 neu installierten Anlagen. Anhand der Leistung kann eine mögliche Stromproduktion abgeschätzt werden. Zu berücksichtigen ist dabei, dass entsprechend weniger Strom produziert wird, wenn die Anlage erst während des Jahres in Betrieb genommen wird.

**Tabelle 1: Darstellung der neu installierten PV-Anlagen nach 2022**

Neu installierte PV-Anlagen seit 2022	Geschätzte Stromproduktion pro Jahr anhand der installierten Leistung
Freiflächenanlagen: 8.135 kWp	8.135.000 kWh
Aufdachanlagen: 4.029 kWp	3.827.550 kWh

### 3.6 Sektor Verkehr

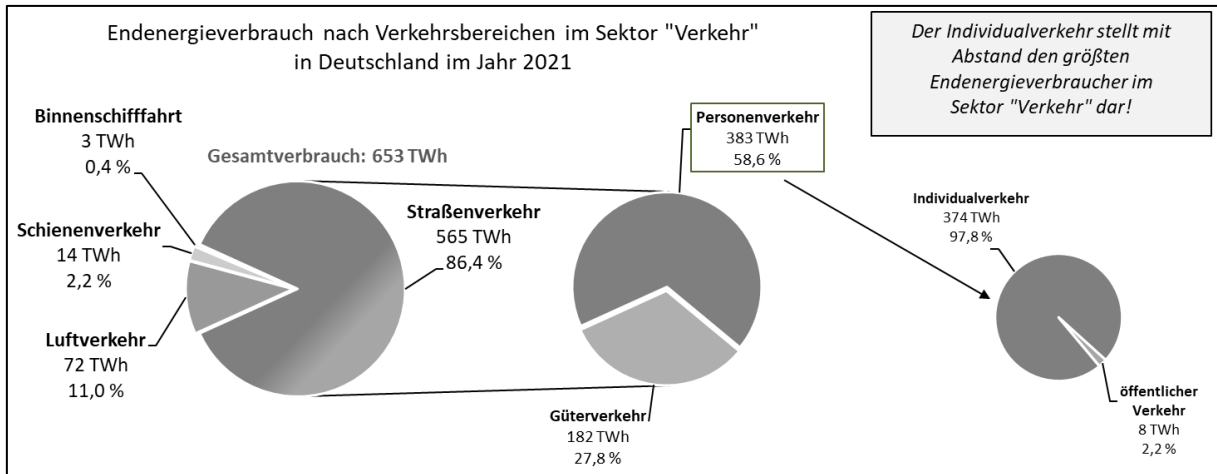
**Hinweis:**

*Eine detaillierte Analyse des Sektors Verkehr kann nur über Detailstudien erfolgen. Diese sind nicht Bestandteil des Energienutzungsplans. Die Berechnung des Endenergieverbrauchs stützt sich deshalb u.a. auf allgemeine bundesdeutsche und öffentlich zugängliche Verbrauchsdaten des Sektors.*

Als Grundlage für die Berechnung des Endenergieverbrauchs im Sektor Verkehr für die Gemeinde Tiefenbach wurde die Verkehrsstatistik Deutschlands herangezogen. Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr veröffentlicht dazu jährlich das Werk „Verkehr in Zahlen“ mit den aktuellen Daten. Unter Berücksichtigung der Gesamtbevölkerung Deutschlands im Bezugsjahr 2022 (gemäß dem Statistischen Bundesamt) konnte mit den Daten der Verkehrsstatistik ein Kennwert für den Endenergieverbrauch pro Einwohner im Sektor Verkehr gebildet werden.

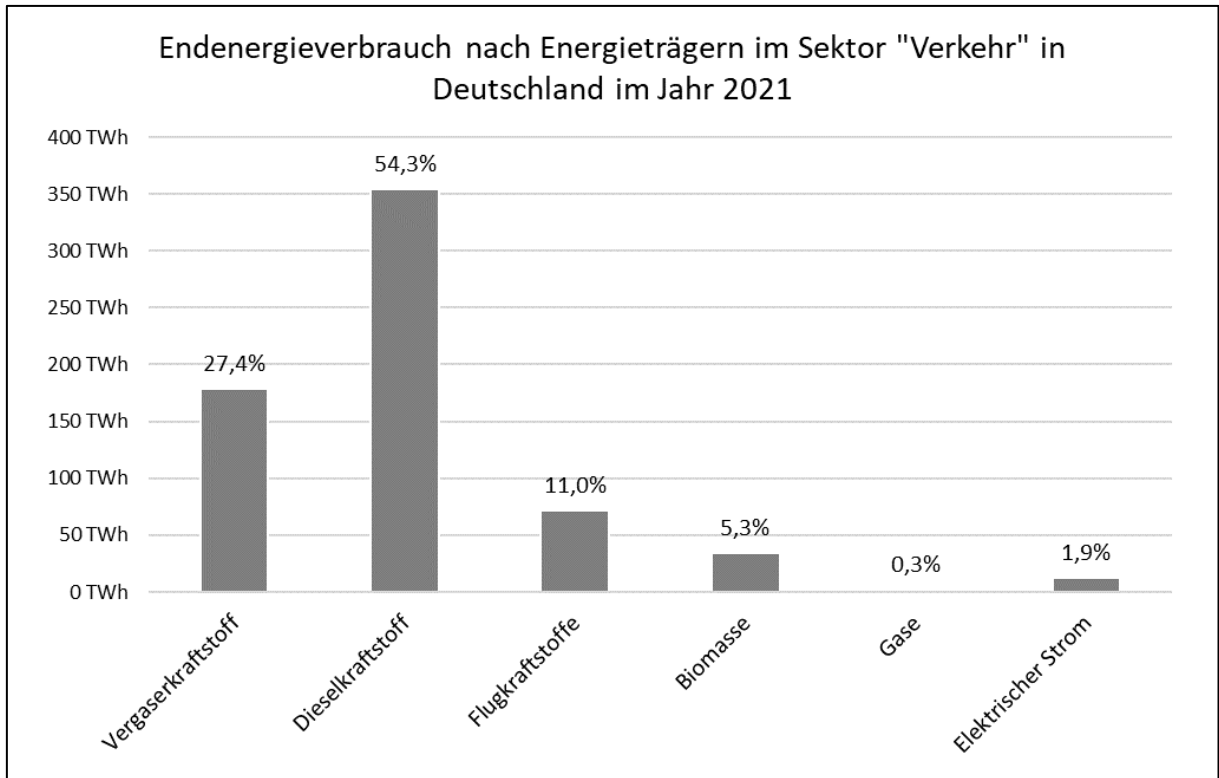
Dem vorliegenden Energienutzungsplan liegt der spezifische Kennwert von 9.047 kWh/Einwohner zugrunde. Für die Gemeinde Tiefenbach mit der Einwohnerzahl 6.824 (gemäß dem Bayerischen Landesamt für Statistik) folgt im Jahr 2022 ein Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr von rund 56.040 MWh.

Zum gesamten Endenergieverbrauch des Sektors (Abbildung 8) zählen der Schienen-, Straßen- und Luftverkehr sowie die Binnenschifffahrt. Beim Straßenverkehr wird zwischen Personen- und Güterverkehr unterschieden. Zum Personenverkehr zählen der öffentliche und der Individualverkehr. Letzterer bildet den größten Anteil am Endenergieverbrauch. Die Zahlen der Statistik für ganz Deutschland sind in Abbildung 8 nach den Verkehrsbereichen dargestellt.



**Abbildung 8: Endenergieverbrauch nach Verkehrsbereichen im Sektor "Verkehr" in Deutschland im Jahr 2021. Datenbasis nach "Verkehr in Zahlen 2022/2023", S. 303; Bundesministerium für Digitales und Verkehr (Hrsg.)**

Neben der Aufschlüsselung in Verkehrsbereiche geht aus den Daten der Verkehrsstatistik der Anteil verschiedener Energieträger am Endenergieverbrauch des Sektors Verkehr hervor (Abbildung 9). Demnach werden überwiegend fossile Kraftstoffe eingesetzt. Energieträger aus erneuerbarer Energie (bspw. Biomasse oder bedingt auch elektrischer Strom) spielen in diesem Sektor aktuell eine geringe Rolle.

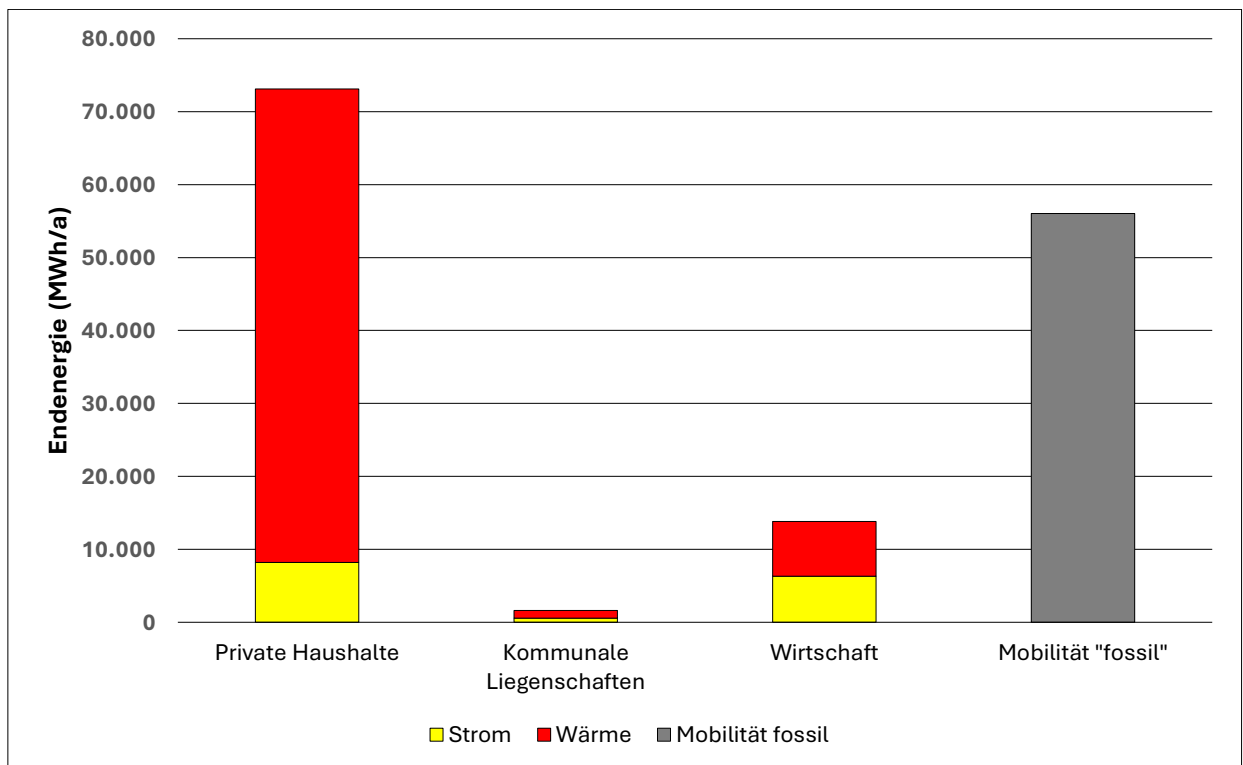


**Abbildung 9: Endenergieverbrauch nach Energieträgern im Sektor Verkehr in Deutschland im Jahr 2021. Datenbasis nach "Verkehr in Zahlen 2022/2023", S. 304; Bundesministerium für Digitales und Verkehr (Hrsg.)**

### 3.7 Gesamtenergie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz im Ist-Zustand

In Abbildung 9 ist dargestellt, wie sich der Endenergiebedarf auf die betrachteten Verbrauchergruppen Private Haushalte, Kommunale Liegenschaften, Gewerbe/Industrie und Verkehr verteilt. Den höchsten Energieverbrauch weist im Vergleich die Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ auf, gefolgt von den Verbrauchergruppen „Mobilität“, „Wirtschaft“ und den „Kommunalen Liegenschaften“.

Die Kommunalen Liegenschaften spielen hinsichtlich des Gesamt-Endenergiebedarfs im Vergleich eine eher untergeordnete Rolle. Jedoch kommt dieser Verbrauchergruppe ein besonderes Augenmerk zu, da für die Kommune die Handlungsmöglichkeiten am unmittelbarsten gegeben sind und mit konkreten Maßnahmen gegenüber den Bürgern und Unternehmen eine Vorbildfunktion ausgeübt werden kann.



**Abbildung 9: Endenergieeinsatz aufgeschlüsselt nach den Verbrauchergruppen**

Um auf Basis des ermittelten Strom- und Wärmebedarfes sowie der Anteile der jeweiligen Energieträger am Endenergiebedarf die CO<sub>2</sub>-Bilanz bilden zu können wird jedem Energieträger ein spezifischer CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor zugewiesen, das sogenannte CO<sub>2</sub>-Äquivalent. Dieses beinhaltet neben den direkten Emissionen (z.B. aus der Verbrennung von Heizöl) auch die vorgelagerten Bereitstellungsketten (Gewinnung und Transport des Energieträgers). Im CO<sub>2</sub>-Äquivalent sind also alle klimawirksamen Emissionen enthalten, die für die Bereitstellung und Nutzung eines Energieträgers anfallen. Dies beinhaltet auch die Emissionen an weiteren klimawirksamen Gasen, wie z. B. Methan, die auf die Klimawirksamkeit von Kohlendioxid normiert und im CO<sub>2</sub>-Äquivalent verrechnet werden.

Die verwendeten CO<sub>2</sub>-Äquivalente wurden mit Hilfe des Lebenszyklus- und Stoffstromanalyse-Modells GEMIS in der Version 4.9 ermittelt und sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Die absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen für die einzelnen Energieträger ergeben sich dann aus der eingesetzten Energiemenge multipliziert mit dem jeweiligen CO<sub>2</sub>-Äquivalent. Für die Erzeugung elektrischer Energie aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung innerhalb des Betrachtungsgebiets, wird eine CO<sub>2</sub>-Gutschrift in Höhe des CO<sub>2</sub>-Äquivalents für den deutschen Strommix auf Verteilnetzebene angesetzt. Dahinter steht die Annahme, dass diese Strommenge in gleicher Höhe Strom aus dem deutschen Kraftwerkspark verdrängt. Durch diese Betrachtungsweise können sich bilanziell negative CO<sub>2</sub>-Emissionen ergeben. Dies wäre in diesem Fall so zu interpretieren, dass gegenüber der durchschnittlichen Stromerzeugung in Deutschland anderorts, außerhalb des Bilanzgebiets, CO<sub>2</sub>-Emissionen kompensiert werden.

**Tabelle 2: Die CO<sub>2</sub>-Äquivalente der jeweiligen Energieträger [GEMIS 4.9; KEA; Berechnungen IfE]**

Energieträger		2022 [g/kWh]
Fossile Brennstoffe	Heizöl	310,0
	Erdgas	240,0
	Sonstiges	230,0
	Mobilität fossil	300,0
Wärme	holzartige Biomasse	20,0
	Abwärme Biomasse-KWK	40,0
	Solarthermie	0,0
Strom	Strommix Deutschland	499,1
	Gutschrift Einspeiser	-499,1

Aus dem Gesamtendenergieverbrauch und der Stromeinspeisung erneuerbarer Energien und KWK resultiert ein Ausstoß von rund 32.378 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr (inkl. Verkehr). Dies entspricht einem jährlichen Ausstoß klimawirksamer Gase von rund 4,74 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Einwohner.

## 4 Potenzialanalyse

### 4.1 Grundannahmen

**Betrachtungszeitraum:** Der angenommene Betrachtungszeitraum zur Ermittlung der Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz erstreckt sich bis zum Zieljahr 2040. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich stets auf den Endzustand im Jahr 2040 (Ausbauziel) im Vergleich zum Ausgangszustand im Bilanzjahr 2022. Als Normierungsbasis dient der Zeitraum eines Jahres, d. h. alle Ergebnisse sind als Jahreswerte nach Umsetzung der Ausbauziele angegeben (z. B. jährlicher Energieverbrauch in MWh/a und jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen in t/a).

**Demographie / Struktur der Wirtschaft:** Prinzipiell korreliert der Endenergiebedarf u. a. mit der Bevölkerungszahl, der Anzahl an Wohngebäuden oder der Anzahl und Art der Wirtschaftsbetriebe. Die prognostizierte Änderung des Bevölkerungsstandes oder der Betriebe im Betrachtungsgebiet liegt jedoch außerhalb der erzielbaren Genauigkeit der in diesem Gesamtenergiekonzept errechneten Bilanzen. Folglich kann nicht ausgeschlossen werden, dass die unvermeidbare Abweichung der errechneten Ergebnisse von den tatsächlichen zukünftigen Werten, die Effekte der demographischen Entwicklung egalisiert. Für die Ausarbeitung der Potenzialanalyse in den nachfolgenden Kapiteln wird ein gleichbleibender Bevölkerungsstand und eine gleichbleibende Anzahl und Art der Wirtschaftsbetriebe wie im Ist-Zustand angenommen.

### 4.2 Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz

#### 4.2.1 Private Haushalte

Für die Sanierungsvarianten im Wohngebäudebestand wurden die Berechnungen mit der Maßgabe einer ambitionierten, aber realistischen Sanierungsrate der Wohngebäudefläche von 2 % pro Jahr durchgeführt (aktuelle Sanierungsrate in Deutschland rund 1 % pro Jahr [Mittelwert verschiedener Studien]). Durch die Einsparmaßnahmen soll in diesem Szenario ein energetischer Stand von im Mittel rund 100 kWh/m<sup>2</sup> erzielt werden. Insgesamt könnten

somit rund 9,28 % des Wärmeverbrauchs der Wohngebäude bis 2040 eingespart werden, was einer Reduktion von derzeit ca. 64.905 MWh/a auf etwa 58.884 MWh/a entspricht.

Der Einsatz von stromsparenden Haushaltsgeräten trägt zu einer Reduzierung des Stromverbrauchs und somit auch zu einer Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bei. Für die Ermittlung der Einsparpotenziale in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ wird angenommen, dass bis zum Zieljahr 2040 jährlich 1,5 % des Strombedarfs eingespart werden können. In Summe kann der Stromverbrauch in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ bis zum Jahr 2040 von derzeit 8.201 MWh pro Jahr auf 6.247 MWh gesenkt werden (rund 23,8 %). Nicht enthalten ist hierbei der künftig zusätzlich notwendige Strombedarf für Transformationsprozesse (z. B. verstärkter Einsatz von Wärmepumpen). Dieser zusätzliche Strombedarf wird in Kapitel 4.3 betrachtet.

#### **4.2.2 Kommunale Liegenschaften**

Aus Sicht des Bundes kommt den Städten und Kommunen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen zu. Die Motivation zur eigenen Zielsetzung und Mitwirkung bei der Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Städte und Kommunen kann dabei in mehrere Ebenen untergliedert werden:

- Die Selbstverpflichtung aus Überzeugung von der Notwendigkeit des Handelns
- Die Vorbildfunktion für alle Bürger
- Die wirtschaftliche Motivation

Es wird angenommen, dass bis zum Zieljahr 2040 jährlich

- 1,5 % des Strombedarfs
- 1,5 % des thermischen Endenergiebedarfs

eingespart werden können.

Als Ergebnis kann bei Ausschöpfen der Energieeinsparpotenziale im Bereich der kommunalen Liegenschaften der Stromverbrauch von derzeit 561 MWh/a auf rund 427 MWh/a jährlich und der Wärmebedarf von rund 1.043 MWh/a auf ca. 794 MWh/a gesenkt werden. Nicht

enthalten ist hierbei der künftig zusätzlich notwendige Strombedarf für Transformationsprozesse (z. B. verstärkter Einsatz von Wärmepumpen). Dieser zusätzliche Strombedarf wird in Kapitel 4.3 betrachtet.

#### **4.2.3 Gewerbe und Industrie**

Da Unternehmen je nach Betrieb und Branche sehr unterschiedlichen Nutzungen unterliegen, kann eine genaue Analyse der Energieeinsparpotenziale nur durch eine ausführliche Begehung der Betriebe sowie der damit verbundenen, umfangreichen Datenerhebung erfolgen. Um dennoch die Effizienzsteigerung in dieser Verbrauchergruppe zu berücksichtigen, wird angenommen, dass, bezogen auf den Ist-Zustand, bis zum Zieljahr 2040 jährlich

- 1,5 % des Strombedarfs
- 1,5 % des thermischen Endenergiebedarfs

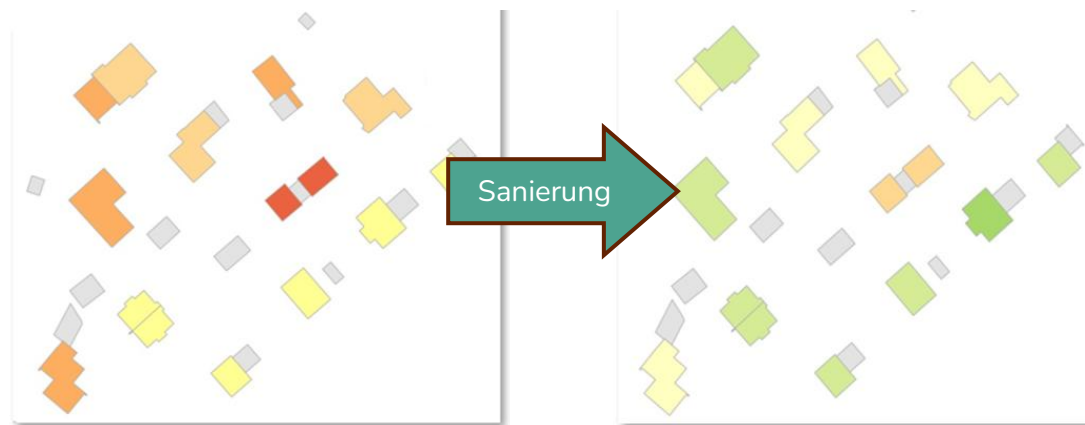
eingespart werden können. Mit dieser Zielstellung könnten bis zum Zieljahr 2040 der thermische Energiebedarf von 7.484 MWh pro Jahr im Ist-Zustand auf rund 5.701 MWh jährlich reduziert werden. Der Strombedarf könnte von 6.336 MWh/a auf 4.827 MWh/a reduziert werden. Nicht enthalten ist hierbei der künftig zusätzlich notwendige Strombedarf für Transformationsprozesse (z. B. verstärkter Einsatz von Wärmepumpen). Dieser zusätzliche Strombedarf wird in Kapitel 4.3 betrachtet.

#### **4.2.4 Gebäudescharfes Sanierungskataster**

Für die Entwicklung von Zukunftsstrategien für Sanierungsmaßnahmen und die Wärmeversorgungsstruktur bildet das Sanierungskataster Szenarien des künftigen Wärmebedarfs ab. Hierbei wurden die in den Verbrauchergruppen beschriebenen Einsparpotenziale kartografisch dargestellt.

Das Sanierungskataster bietet damit eine strategisch-technische Entscheidungsgrundlage für Netzausbaustrategien in Kommunen. Weiterhin bietet das Sanierungskataster Informationen zum Sanierungspotenzial einzelner Gebäude, die als Grundlage für die Identifikation

städtebaulicher Sanierungsgebiete mit energetischen Missständen dienen können. Maßnahmen, wie etwa die Erstellung von Quartierskonzepten, lassen sich daraus ableiten. Die Informationen zum Sanierungspotenzial können darüber hinaus in Aktivitäten zur Energie-Erstberatung einfließen und die Gestaltung kommunaler Förderprogramme stützen.



**Abbildung 10: Anonymisierter Ausschnitt eines Sanierungskatasters vor und nach der Sanierung (Szenario: 1,5% Sanierungsrate bis zum Jahr 2040)**

### 4.3 Transformationsprozesse

Für das Erreichen der Klimaneutralität (Dekarbonisierung des Energiesystems) ist es erforderlich, bestimmte Bereiche zu elektrifizieren und damit die Verbrennung fossiler Energieträger zu substituieren. Dies betrifft zum einen den Sektor Mobilität und zum anderen den Sektor Wärme.

#### 4.3.1 Elektrifizierung im Sektor Mobilität

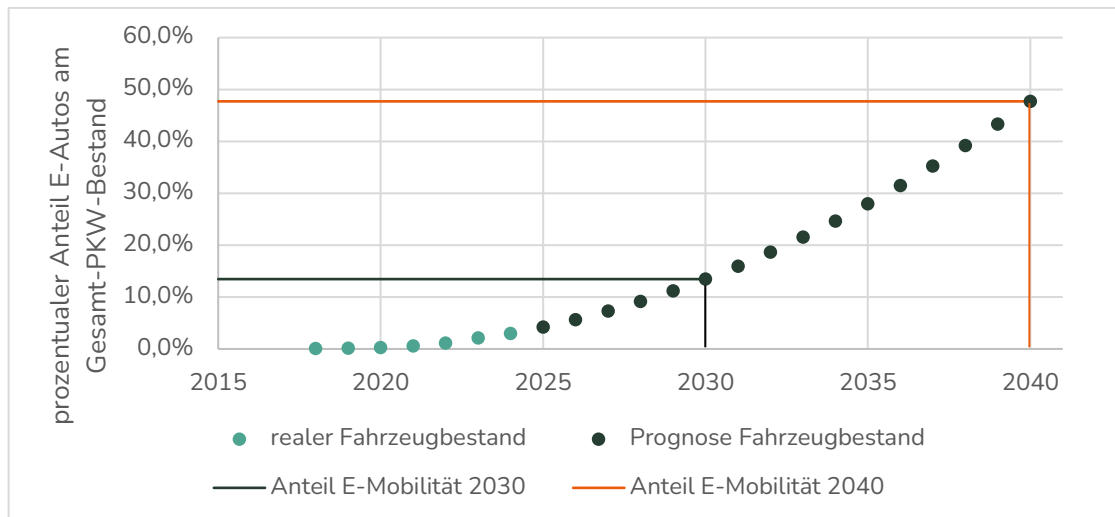
Im Bereich Mobilität beinhaltet die Transformation eine entweder direkte Elektrifizierung der Antriebstechnologien (batterieelektrisch) oder eine Elektrifizierung der Antriebe über eine Zwischenstufe (z. B. Wasserstoff). In Abstimmung mit der Kommune wurden für die Elektrifizierung im Sektor Mobilität zwei verschiedene Varianten berechnet.

Die erste Variante berechnet sich über die Zulassungszahlen des Landkreises Passau. Die Entwicklung der Zulassungszahlen ist in Abbildung 11 dargestellt. Aus einer Fortführung der

Entwicklung der letzten sieben Jahren ergibt sich ein Anteil batterieelektrischer und wasserstoffbetriebener Transportmittel von in etwa 13,5 % im Jahr 2030 und auf rund 47,7 % im Jahr 2040 beziffert.

Die zweite Variante wird in Anlehnung an die im Auftrag des Bundesverbands der Deutschen Industrie e.V. erstellte Studie „Klimapfade für Deutschland“ [BDI, Berechnung IfE] berechnet. Der Anteil batterieelektrischer und wasserstoffbetriebener Transportmittel wird für das Aufstellen eines möglichen Transformationsszenarios auf in etwa 30 % im Jahr 2030 und auf rund 88 % im Jahr 2040 beziffert.

Da elektrische Antriebe (gemäß Endenergiebedarf) energieeffizienter arbeiten als konventionelle Verbrennungsmotoren, geht mit dem Transformationsschritt auch eine direkte Energieeinsparung einher. So benötigt der Elektromotor im Vergleich nur noch rund ein Drittel dessen, was ein klassischer Benzin- oder Dieselmotor benötigt [Berechnung IfE]. Parallel dazu muss die dafür erforderliche elektrische Energie entweder unmittelbar aus erneuerbaren Stromquellen oder indirekt aus erneuerbaren Quellen mit einem Zwischenschritt (z. B. Wasserstoff) zur Verfügung gestellt werden. Der Strombedarf steigt also insgesamt an (siehe Abbildung 16).



**Abbildung 11: Entwicklung des Anteils der E-Mobilität am gesamten Fahrzeugbestand im Landkreis Passau mit Prognose bis 2040 (Datenquelle: Kraffahrt-Bundesamt, eigene Ergänzung)**

#### 4.3.2 Elektrifizierung durch den Einsatz von Wärmepumpen (Power-to-Heat)

Unter Power-to-Heat wird die Erzeugung von Wärme unter dem Einsatz elektrischer Energie verstanden. Insbesondere der Einsatz von Wärmepumpen (mit denen je nach Typ Jahresarbeitszahlen  $> 4$  erreicht werden können) wird zukünftig eine steigende Bedeutung in der Wärmeversorgungsstruktur in Deutschland bekommen. Das Bundeswirtschaftsministerium hat im Jahr 2021 das Ziel formuliert, dass bis zum Jahr 2030 insgesamt 6 Millionen Wärmepumpen in Deutschland installiert sein sollen [BMWi]. Bei einem Wohngebäudebestand in Höhe von rund 19 Millionen Wohngebäuden in Deutschland [statista] entspricht dies rund einem Drittel aller Gebäude. → Dieses Ziel wird für das Entwicklungsszenario im Rahmen dieses Energienutzungsplans übernommen.

Für das Zieljahr 2040 wird das Szenario angenommen, dass der Anteil von Wärmepumpen/Power-to-Heat-Lösungen sich nochmals auf 50% erhöht. Der zusätzliche erforderliche Strombedarf ist in Abbildung 16 dargestellt.

## 4.4 Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien

### 4.4.1 Potenzialbegriff

Basis für die Ausarbeitung der Potenzialanalyse erneuerbarer Energien ist zunächst die Festlegung auf einen Potenzialbegriff. Nachfolgende Potenzialbegriffe werden im Rahmen des Energienutzungsplans definiert:

#### **Das theoretische Potenzial**

*Das theoretische Potenzial ist als das physikalisch vorhandene Energieangebot einer bestimmten Region in einem bestimmten Zeitraum definiert. Das theoretische Potenzial ist demnach z. B. die Sonneneinstrahlung innerhalb eines Jahres, die nachwachsende Biomasse einer bestimmten Fläche in einem Jahr oder die kinetische Energie des Windes im Jahresverlauf. Dieses Potenzial kann als eine physikalisch abgeleitete Obergrenze aufgefasst werden, da aufgrund verschiedener Restriktionen in der Regel nur ein deutlich geringerer Teil nutzbar ist.*

#### **Das technische Potenzial**

*Das technische Potenzial umfasst den Teil des theoretischen Potenzials, der unter den gegebenen Energieumwandlungstechnologien und unter Beachtung der aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen erschlossen werden kann. Im Gegensatz zum theoretischen Potenzial ist das technische Potenzial veränderlich (z. B. durch Neu- und Weiterentwicklungen) und vom aktuellen Stand der Technik abhängig.*

#### **Das wirtschaftliche Potenzial**

*Das wirtschaftliche Potenzial ist der Teil des technischen Potenzials, der „unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen interessant ist“.*

Der vorliegende Energienutzungsplan orientiert sich bei der Potenzialbetrachtung am **technisch-wirtschaftlichen Potenzial**. Dabei wird zwischen bereits genutztem und noch ungenutztem Potenzial differenziert. Das genutzte Potenzial verdeutlicht, welchen Beitrag die bereits in Nutzung befindlichen erneuerbaren Energieträger liefern. Das noch ungenutzte Potenzial zeigt, welchen zusätzlichen Beitrag erneuerbare Energiequellen leisten können.

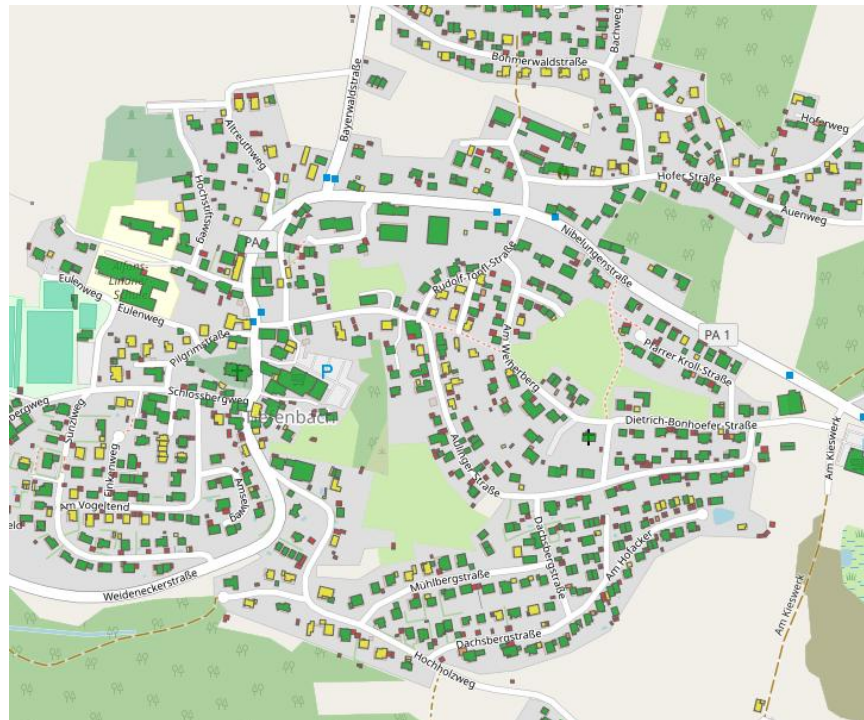
**Hinweis zu Post-EEG-Anlagen:**

*Ab dem Jahr 2021 endete für die ersten EE-Anlagen der frühen 2000er-Jahre die EEG-Förderung. Dies setzt sich entsprechend fort, sodass eine jährlich zunehmende Zahl an EE-Anlagen-Betreibern keine feste EEG-Vergütung mehr erhalten wird. Sollte dann kein wirtschaftlicher Weiterbetrieb der Anlagen mehr möglich sein, müsste von deren Rückbau ausgegangen werden, was das Erreichen der Klimaneutralität in Bayern bis 2040 deutlich erschweren würde. Daher wird für die Potenzialanalyse angenommen, dass Rahmenbedingungen für einen wirtschaftlichen Weiterbetrieb der Post-EEG-Anlagen geschaffen werden. → Es wird kein Rückbau von EE-Anlagen einkalkuliert.*

**4.4.2 Solarthermie und Photovoltaik**

Die Nutzung der direkten Sonneneinstrahlung ist auf verschiedene Arten möglich. Zum einen stehen Möglichkeiten der passiven Nutzung von Sonnenlicht und -wärme zur Verfügung, die vor allem in der baulichen Umsetzung bzw. Gebäudearchitektur Anwendung finden (z. B. solare Gewinne über großzügig verglaste Fassaden). Zum anderen kann die Sonnenstrahlung aktiv zur Energieerzeugung genutzt werden, in erster Linie zur Warmwasserbereitung (Solarthermie) und Stromerzeugung (Photovoltaik).

Zur Analyse der Photovoltaik- und Solarthermiefpotenziale auf Dachflächen wurde auf das gebäudescharfe Solarkataster der Gemeinde Tiefenbach zurückgegriffen (<https://www.solare-stadt.de/gemeinde-tiefenbach/>). Grundlage für die Solarpotenzialanalyse sind Laserscandaten, die beim Überfliegen des jeweiligen Untersuchungsgebietes generiert wurden. Aus diesen Informationen wird ein vereinfachtes Modell der Häuser und der umgebenden Objekte (z. B. Bäume) erstellt. Dabei werden Einstrahlung und Verschattung berechnet. Stark verschattete Bereiche werden als nicht geeignet identifiziert. Für die übrigen Dachflächen wird die Einstrahlung für den Verlauf eines ganzen Jahres bestimmt. Somit können alle Dachflächen auf Grundlage der Einstrahlungssimulation kategorisiert werden, inwieweit diese zur Installation von Solarthermie- oder Photovoltaikmodulen geeignet sind. Das Solarkataster dient als Basis der Potenzialanalyse für Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen im Gemeindegebiet Tiefenbach.



**Abbildung 12: Auszug des Solarkatasters für die Gemeinde Tiefenbach**

#### 4.4.2.1 Solarthermie auf Dachflächen

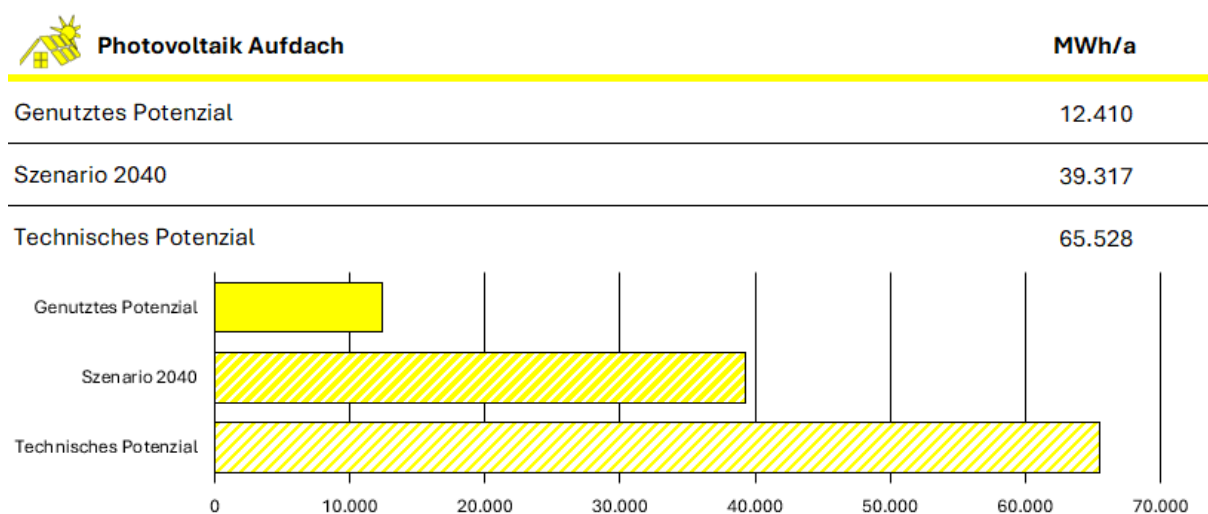
Viele der für solare Nutzung geeigneten Dachflächen (siehe Solarkataster) können sowohl für die Installation von Solarthermieanlagen als auch für die Installation von Photovoltaikanlagen für die Stromproduktion genutzt werden. Aufgrund der direkten Standortkonkurrenz der beiden Techniken muss dabei eine prozentuale Verteilung berücksichtigt werden. Um ein praxisbezogenes Ausbausoll an Solarthermiefläche vorgeben zu können, wird als Randbedingung ein Deckungsziel des Warmwasserbedarfs in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ anvisiert. Ausgehend von einem spezifischen Energiebedarf für die Brauchwassererwärmung von  $12,5 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2_{\text{WF}} \cdot \text{a}$  [EnEV] ergibt sich für das Betrachtungsgebiet ein jährlicher Gesamt-Energiebedarf von rund  $5.012 \text{ MWh}_{\text{th}}$  für die Wassererwärmung. Das angestrebte Deckungsziel wird auf 50 % festgelegt.

Dies entspricht einem Energiebedarf von rund  $2.506 \text{ MWh}_{\text{th}}$ , der durch Solarthermie gedeckt werden soll. Um dies zu erreichen, werden insgesamt rund  $5.012 \text{ m}^2$  an Kollektorfläche benötigt. Diese Fläche wird im Rahmen des Energienutzungsplans gleichzeitig als technisches Potenzial der Solarthermie definiert. Derzeit sind im Betrachtungsgebiet bereits Solarthermieanlagen mit einer Gesamtfläche von rund  $3.906 \text{ m}^2$  installiert, sodass noch ein Ausbaupotenzial von rund  $1.105 \text{ m}^2$  besteht. Das Ausbaupotenzial für Solarthermie auf Dachflächen beträgt somit  $748 \text{ MWh}$ .

#### 4.4.2.2 Photovoltaik auf Dachflächen

Berücksichtigt man einen Vorrang von Solarthermie zur Warmwassererzeugung auf Wohngebäuden, so ergibt sich, ausgehend von der Annahme, dass das verbleibende Potenzial voll ausgeschöpft wird, ein technisches Gesamtpotenzial von 95.029 MWh/a. In Absprache mit den beteiligten Akteuren wurde ein Abzugsfaktor von rund 30 % gewählt, welcher potenzielle Hemmnisse in der praktischen Umsetzung (z. B. aus statischen Gründen) berücksichtigt. Somit steht ein Gesamtpotenzial in Höhe von 65.528 MWh Stromerzeugung pro Jahr beziehungsweise einer Leistung von 68.977 kW<sub>p</sub> zur Verfügung. Im Bilanzjahr 2022 waren bereits Module mit einer Gesamtleistung von rund 12.057 kW<sub>p</sub> installiert, sodass unter den beschriebenen Annahmen noch ein Ausbaupotenzial von rund 56.920 kW<sub>p</sub> besteht.

Für das Zieljahr 2040 wird davon ausgegangen, dass rund 60 % des Ausbaupotenzials realisiert werden kann. Dies entspricht einer Gesamtstromerzeugung in Höhe von rund 39.317 MWh im Jahr 2040 und stellt ein ambitioniertes Ziel dar.

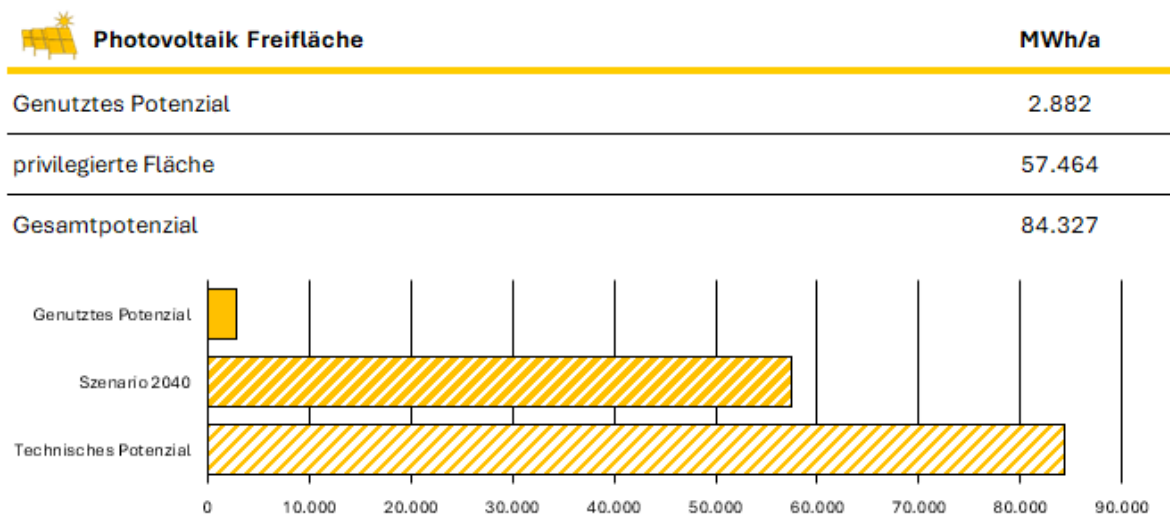


**Abbildung 13: Potenzial Aufdach-Photovoltaik**

### 4.4.3 Photovoltaik auf Freiflächen

Für die Prüfung von Potenzialflächen für Freiflächen-PV-Anlagen wurde ein Standardkriterienkatalog hinterlegt. Tabelle 3 führt die Kriterien für die Analyse auf. Außerdem wurde der Beschluss des Gemeinderates berücksichtigt, die Flächen 500m rechts und links der Autobahn für PV-Freiflächen vorzusehen. Insgesamt ergeben sich ca. 84 ha an geeigneten Flächen. 57 ha davon befinden sich entlang der Autobahn. Für die Szenarien im Zieljahr wird angenommen, dass ausschließlich die Potenzialflächen an der Autobahn für Freiflächen-Photovoltaik genutzt werden, diese jedoch vollständig.

Hieraus resultiert eine gesamte Stromerzeugung im Jahr 2040 aus Freiflächen-Photovoltaik in Höhe von rund 57.464 MWh pro Jahr.



**Abbildung 14: PV-Freiflächenpotential**

**Tabelle 3: Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen - Kriterien**

Nicht geeignete Flächen für PV-Freiflächenanlagen	Mindestabstand
Siedlungsflächen (Maßgebend ist das letzte Wohnhaus einer Ortschaft, hierzu zählen auch Weiler und Einzelgehöfte)	300 m
Gewässer	60 m
Straßen	40 m
Wälder und Gehölze	30 m
Schienen und anderweitig bebautes Gebiet	15 m
Sumpfbereiche und Moorböden	10 m
Wege	5 m
Nationalparke	
Nationale Naturmonumente	
Naturschutzgebiete	
Kernzonen der Biosphärenreservate	
Naturdenkmäler	
Gesetzlich geschützte Biotop	
Natura 2000 Gebiete (FFH- und Vogelschutzgebiete)	
Flächen der Zone C im Alpenplan	
Wasserschutzgebiete und Heilquellenschutzgebiete	
Überschwemmungsgebiete	
RAMSAR Gebiete	
Geofahren	

#### 4.4.4 Wasserkraft

In der Gemeinde Tiefenbach sind acht Wasserkraftanlagen mit insgesamt 504 kW installiert. Diese speisten im Jahr 2022 1.462 MWh an elektrischer Energie in das öffentliche Stromnetz ein. Diese Menge stellt die tatsächliche Stromproduktion der Anlage im betrachteten Zeitraum dar. Es ist zu berücksichtigen, dass eine der Anlagen aktuell nicht in Betrieb ist. Bei einer Wiederinbetriebnahme könnten zusätzlich in etwa 210 MWh produziert werden. Da nicht

abgeschätzt werden kann, ob die Anlage wieder in Betrieb genommen wird, wird das Ausbaupotenzial im Szenario für das Zieljahr nicht berücksichtigt.

#### **4.4.5 Biomasse**

##### **4.4.5.1 Holz für energetische Nutzung**

Die Gemeinde Tiefenbach weist eine Waldfläche von rund 1.760 ha auf. [Statistik kommunal Bayern]

Über die aus den Auswertungen von Referenz-Kaminkehrerdaten abgeleiteten Kennwerte und Fragebögen kann errechnet werden, dass im Jahr 2022 in etwa 18.358 MWh Endenergie aus Biomasse bereitgestellt wurden (vergleiche Kapitel 3.4.2).

Zur Analyse des technischen Gesamtpotenzials an Holz für die energetische Nutzung wurde die Expertise des zuständigen Amtes für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, der Waldbesitzervereinigungen Passau und Deggendorf sowie der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) hinzugezogen. Insbesondere aktuelle Berechnungen der LWF stellen eine wesentliche Grundlage für die Potenzialanalyse im Bereich der holzartigen Biomasse dar.

Im Wesentlichen sind drei Quellen in diesem Zusammenhang von Bedeutung: Waldderbholz, Flur- und Siedlungsholz sowie Altholz. Während die LWF detaillierte Betrachtungen zu den Punkten Waldderbholz und Flur- und Siedlungsholz angestellt und veröffentlicht hat, konnte das Aufkommen an Altholz mit Hilfe der vorliegenden Abfallstatistiken ermittelt werden.

##### **Energieholz aus Forstwirtschaft**

Die Betrachtungen der LWF in Bezug auf Waldderbholz geben die jährlich anfallende Energiemenge aus Holz oberhalb der Derbholzgrenze (>7 cm Durchmesser) an. Das potenzielle Holzaufkommen wurde auf Basis von Stichprobenflächen der dritten Bundeswaldinventur und unter Berücksichtigung von LWF-eigener Studien zum Waldumbau (im Zusammenhang mit der Anpassung der Wälder an den Klimawandel) ermittelt. Der energetisch nutzbare Anteil am Holzaufkommen wurde aus bekannten Holzeinschlagserhebungen, aus welchen die

unterschiedliche Sortierungspraxis von Kleinprivatwald und größeren Forstbetrieben ersichtlich ist, abgeleitet. Der Anteil des Energieholzes in Privatwäldern ist beispielsweise größer als in von großen Forstbetrieben bewirtschafteten Wäldern. Die Flächen der Besitzarten und -größen konnten über das automatisierte Liegenschaftsbuch ermittelt werden. Nach Analysen der LFW beläuft sich das energetische Potenzial somit auf 18.694 MWh.

### **Flur- und Siedlungsholz**

Auch bei der Analyse des Aufkommens an Flur- und Siedlungsholz wurde auf Berechnungen der LWF zurückgegriffen. Es handelt sich dabei um eine Potenzialberechnung unter Verwendung unterschiedlicher Fernerkundungs-, Modellierungs- und Inventurdatensätze. Es gibt die erzielbare Energiemenge aus Gehölzen, Hecken und Bäumen im Offenland an. Basis sind unter anderem Flächendaten aus dem Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) und dem normalisierten digitalen Oberflächenmodellen (nDOM). Zudem wird sich auch hier auf Daten aus der dritten Bundeswaldinventur und die damit in Verbindung stehende Analyse von Stichprobenflächen gestützt.

Die LWF merkt an, dass es sich dabei um das theoretisch vorhandene Energiepotenzial handelt und nicht final abgeleitet werden kann, zu welchem Grad diese theoretischen Potenziale in der Praxis tatsächlich nutzbar gemacht werden können.

In Summe beträgt das theoretische Potenzial 2.611 MWh. Letztlich werden (unter anderem aufgrund der Funktion der Wälder als CO<sub>2</sub>-Senke und möglicher klimatischer Einflüsse) nicht 100 % des theoretischen Potenzials technisch nutzbar sein. Dies wird später mit einem Abschlagsfaktor berücksichtigt. Somit kann das hier angegeben theoretische Potenzial als legitime Größe für das spätere Ausweisen eines technischen Potenzials betrachtet werden.

### **Altholz**

Laut Abfallbilanz fielen im Jahr 2022 im Betrachtungsgebiet pro Einwohner 20,5 kg Altholz an [LfU Alt-holz]. Ähnlich wie zuvor beim Aufkommen an Landschaftspflegeholz, steht auch diese Menge nur theoretisch vollständig zur Verfügung. In der Praxis wird diese Fraktion allerdings nur zu etwa 42% einer energetischen Verwertung zugeführt. Der Rest erfährt eine stoffliche Verwertung. Unter Berücksichtigung der Einwohnerzahl im Betrachtungsgebiet

steht somit eine Altholz-Menge von rund 140 t zur energetischen Nutzung zur Verfügung, was einer Energiemenge von rund 259 MWh/a entspricht.

## Zusammenfassung feste Biomasse

In Tabelle 4 ist das technische Potenzial zur Energiebereitstellung aus holzartiger Biomasse zusammenfassend aufgelistet.

**Tabelle 4: Zusammenfassung des rechnerischen, territorialen Gesamtpotenzials im Bereich fester Biomasse**

Energiebereitstellung		
Energieholz aus Waldbeständen	MWh/a	18.694
<u>zusätzlich:</u>		
Flur- und Siedlungsholz	MWh/a	2.611
Altholz	MWh/a	259
<b>Rechnerisches Gesamtpotenzial</b>	<b>MWh/a</b>	<b>21.564</b>

In Summe beträgt das rechnerische Gesamtpotenzial an fester Biomasse in der Gemeinde Tiefenbach rund 21.563 MWh, wovon aktuell rund 18.358 MWh genutzt werden. Das Ausbaupotenzial beträgt rechnerisch also 3.206 MWh. Nach Abstimmung mit den Experten (AELF, Waldbesitzervereinigungen) wird für das Zieljahr 2040 kein Ausbaupotenzial für holzartige Biomasse angenommen. Der hohe Anteil an Privatwald erschwert die vollständige Nutzung des Potenzials. Bei der Planung von Projekten, die eine höhere Abnahme von holzartiger Biomasse mit sich bringen (beispielsweise den Aufbau eines Wärmenetzes) sollte dennoch eine Zusammenarbeit mit den Waldbesitzern vor Ort angestrebt werden.

Allerdings ist zu berücksichtigen, dass das Potenzial für holzartige Biomasse durch den Waldumbau und den Fortschritt des Klimawandels in den nächsten 10 – 20 Jahren sinken wird. Dies sollte zum Beispiel beim Aufbau eines Wärmenetzes auf Basis von Hackschnitzeln berücksichtigt werden.

#### 4.4.5.2 Biogasanlagen / Kraft-Wärme-Kopplung

Der Begriff Biomasse-KWK beinhaltet nicht nur die klassischen Biogasanlagen, sondern vereint sämtliche Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, die auf der Basis von Biomasse Strom und Wärme generieren. Zumeist ist jedoch der Hauptanteil von Biomasse-KWK-Systemen auf der Basis von Biogas betrieben. Häufig sind noch (meist kleinere) Anlagen mit enthalten, die entweder auf der Basis von Biomethan oder Pflanzenöl betrieben werden sowie auch kleinere Holzvergaser-Anlagen. Auch Klärgas-BHKWs sind in dieser Kategorie miteingeschlossen.

Aktuell beträgt der Anteil von Energiepflanzen an der Anbaufläche in Deutschland rund 20 %. Auf Pflanzen zur Biogasgewinnung entfallen rund 13 % [BMUV]. Um dem Aspekt der Nachhaltigkeit und die Belange der Nahrungsmittelproduktion zu berücksichtigen, wird an der Stelle angenommen, dass dieser Anteil in Zukunft auf dem Niveau bleibt. Hierzu kommen außerdem Potenziale aus der energetischen Verwertung von Gülle, Klärschlamm und biogenen Abfallstoffen. So ergibt sich ein rechnerisches Gesamtpotenzial zum Betrieb von Biomasse-KWK-Anlagen mit einer jährlichen Stromerzeugung von ca. 5.291 MWh. Dabei würden in etwa 3.759 MWh an Abwärme anfallen. Diese Abwärme könnte insbesondere bei einer Nutzung in Wärmenetzen einen wertvollen Beitrag leisten, fossile Energieträger wie Öl und Gas zu ersetzen.

Holzvergaser-Anlagen bzw. Heizkraftwerke auf der Basis von holzartiger Biomasse sind im Ausbaupotenzial zu Biomasse-KWK nicht mit enthalten. Es ist anzunehmen, dass der Hauptteil, der zur Verfügung stehenden Biomasse Holz (wie bisher) in klassischen Verbrennungsprozessen und nicht in Kraft-Wärme-Kopplungs-Prozessen verwendet wird. Somit sind die diesbezüglich analysierten Stoff- und Energiemengen in der Kategorie Energieholz enthalten (Kapitel 4.4.5.1).

Im aktuellen Ist-Zustand existieren in der Gemeinde Tiefenbach keine Biomasse-KWK-Anlagen. Als Szenario im Rahmen des ENP wird deshalb in Rücksprache mit der Kommune

keine Energieerzeugung mit Biomasse-KWK-Anlagen angenommen. Im Hinblick auf die derzeitige Förderkulisse erscheint es sehr unwahrscheinlich, dass eine neue Anlage auf dem Gemeindegebiet gebaut wird.

#### **4.4.6 Abwärme**

Abwärme im Sinne des hier betrachteten energetischen Potenzials schließt explizit nicht die bereits zuvor betrachtete Wärmekomponente aus Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen ein. Sie bezieht sich hier insbesondere auf Abwärme aus industriellen Prozessen. Ein klassisches Beispiel für häufig ungenutzte Abwärme-Potenziale liegt zum Beispiel im Bereich der Druckluftbereitstellung oder im Zusammenhang mit der Bereitstellung und Nutzung von Prozessdampf. Über Wärmetauscher können ansonsten über entsprechende Kühler abgeführte Wärmemengen abgegriffen und diese zum Beispiel der Gebäudeheizung oder wiederum anderen industriellen Prozessen zugeführt werden.

In der Praxis stellen vor allem die häufig niedrigen Temperaturniveaus und die jährliche Benutzungsdauer eine Hürde dar. Zudem wird vielerorts in Unternehmen mit entsprechendem Abwärmepotenzial, dieses insbesondere in den Wintermonaten bereits zur Wärmeversorgung des Unternehmens selbst eingesetzt. So würden die Potenziale für mögliche weitere, externe Abnehmer zum Großteil lediglich in den warmen Monaten mit ohnehin allgemein wenig Heizwärmebedarf zur Verfügung stehen. Dennoch kann das „Abfallprodukt“ Abwärme vor allem in sinnvoller Kombination mit weiteren Wärmeerzeugern einen wertvollen Beitrag zum Energiesystem leisten.

Im Rahmen des Energienutzungsplans können Abwärmepotenziale vor allem auf Basis von Rückläufern aus der durchgeführten Befragung großer Industriebetriebe mittels eines Fragebogens identifiziert werden (aus datenschutzrechtlichen Gründen darf eine Benennung im Rahmen dieses Abschlussberichts nicht erfolgen). Hierbei zeigt sich, dass es in Tiefenbach keine größeren Abwärmepotenziale gibt.

#### **4.4.7 Windkraft**

Das „Wind-an-Land-Gesetz“ weist Quoten für die einzelnen Bundesländer auf, welcher prozentuale Anteil der Landesfläche für die Errichtung von Windkraftanlagen auszuweisen

ist. Für Bayern lautet dieser 1,1 Prozent der Landesfläche bis 2027 und 1,8 Prozent der Fläche bis Ende 2032. Zuständig hierfür sind die 18 regionalen Planungsverbände in Bayern. Sollten diese Ziele nicht erreicht werden, hält sich der Bund eine vollständige Privilegierung von Windkraftanlagen nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) vor.

Um den deutlich gestiegenen Ausbauzielen des Bundes nachzukommen, wurde im Jahr 2022 die Bayerische Bauordnung (BayBO) mit einigen Ausnahmefällen für die 10-H-Regel versehen. So wird beispielsweise in Waldgebieten, entlang von Autobahnen und Bahnlinien oder auch rund um Industriegebiete der Mindestabstand von 10-H (entspricht i.e. 2.000 – 2.500 m) auf 1.000 m reduziert.

Im Gemeindegebiet Tiefenbach erschließen sich keine Windpotenziale.

#### **4.4.8 Geothermie**

Die Geothermie oder Erdwärme ist die im derzeit zugänglichen Teil der Erdkruste gespeicherte Wärme. Sie umfasst die in der Erde gespeicherte Energie, soweit sie entzogen werden kann. Sie kann sowohl direkt genutzt werden, etwa zum Heizen und Kühlen, als auch zur Erzeugung von elektrischem Strom.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten der Geothermienutzung:

- oberflächennahe Geothermie bis ca. 400 Meter Tiefe zur Wärme- und Kältengewinnung
- tiefe Geothermie ab 400 Meter Tiefe. In diesen Tiefen kann neben der Wärmeproduktion auch die Produktion von Strom interessant sein

Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Nutzung der Erdwärme in bis zu 400 Metern Tiefe. Durch Sonden oder Erdwärmekollektoren wird dem Erdreich Wärme auf niedrigem Temperaturniveau entzogen und diese Wärme mithilfe von Wärmepumpen und dem Einsatz elektrischer Energie auf eine für die Beheizung von Gebäuden nutzbare Temperatur angehoben.

Die Tiefengeothermie nutzt Erdwärme auf hohem Temperaturniveau in Tiefen ab 400 Metern. Eine nähere Betrachtung sowie eine Quantifizierung des Potenzials im Rahmen des Energienutzungsplans wurden nicht vorgenommen.

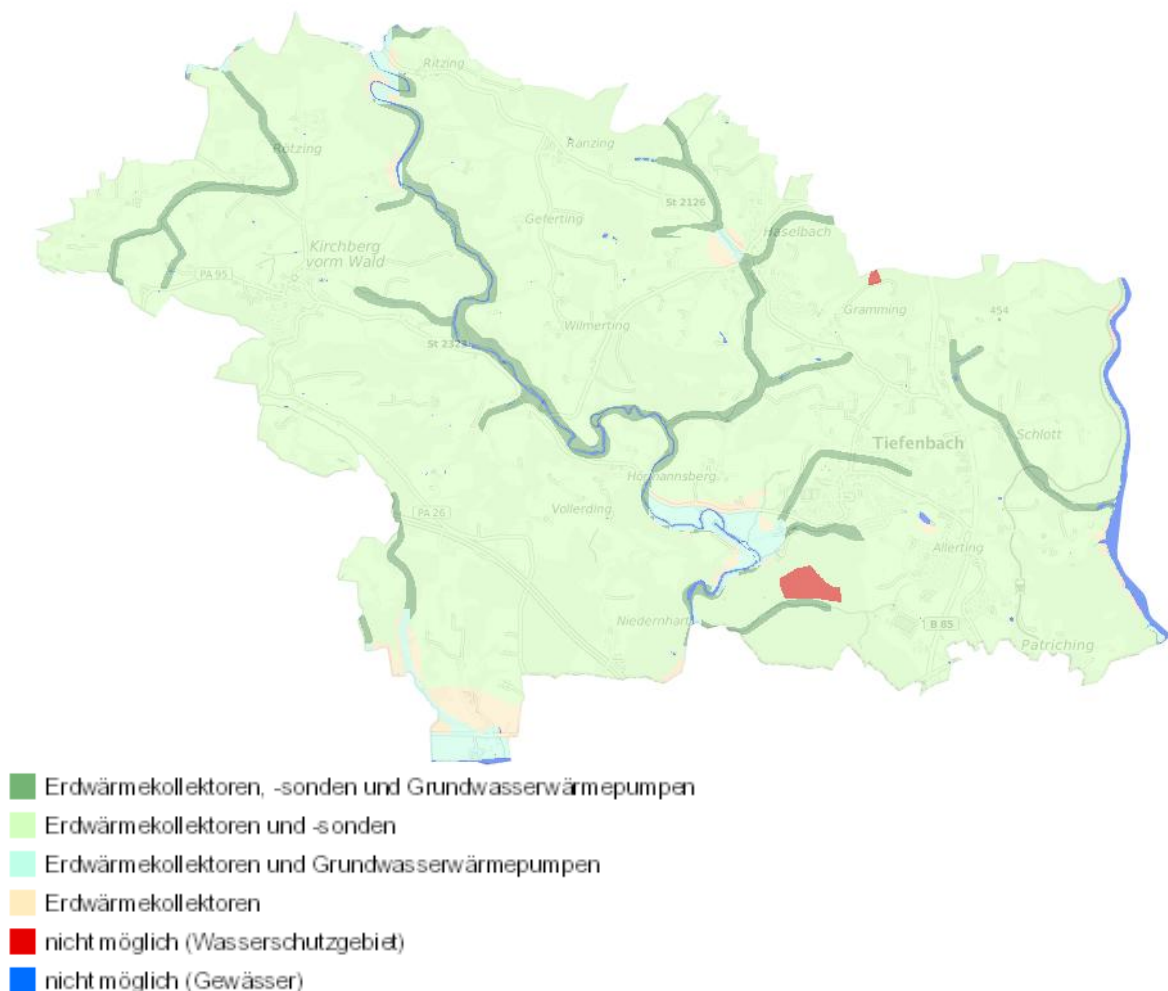
### **Potenzialermittlung oberflächennahe Geothermie**

Zur Ermittlung der Potenziale oberflächennaher Geothermie wurde auf hydrogeologische Daten des Geologischen Dienstes des Landesamtes für Umwelt zurückgegriffen. In

Abbildung 15 ist die Standorteignung für Geothermie im Gemeindegebiet Tiefenbach dargestellt [LfU Bayern]. Es zeigt sich, dass viele Gebiete grundsätzlich für die Nutzung oberflächennaher Geothermie geeignet erscheinen. Der Großteil des Gemeindegebietes ist grundsätzlich für die Nutzung von Erdwärmekollektoren und -sonden geeignet. *(Wichtig: Die Übersicht dient lediglich als Erstinformation. Die Umsetzung einer Anlage mit Nutzung oberflächennaher Geothermie bedarf zwingend einer detaillierten Einzelfalluntersuchung).*

Neben der hydrologischen Eignung und den bohrrechtlichen Rahmenbedingungen sind jedoch zudem der energetische Zustand des Gebäudes sowie das im Gebäude zum Einsatz kommende Wärmeabgabesystem ausschlaggebend für die Nutzung oberflächennaher Geothermie. Hinzu kommen noch andere Einflussfaktoren wie zum Beispiel die Beeinflussung anderer Anlagen auf den Nachbargrundstücken. Deshalb wurde auf die Ausweisung bzw. Quantifizierung eines Gesamtausbaupotenzials verzichtet, da für den Einsatz oberflächennaher Geothermie immer eine Einzelfallprüfung auf Basis der tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort notwendig ist.

Geothermie ist eine Form der Umweltwärme, die für den Betrieb von Wärmepumpen genutzt werden kann. Der Einsatz von Wärmepumpen kann künftig einen wesentlichen Beitrag zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten, wenn der für den Betrieb der Wärmepumpen notwendige Stromeinsatz aus regenerativen Energieformen erfolgt. Aus diesem Grund ist der weitere Ausbau der regenerativen Stromerzeugung wichtig, um diese Stromüberschüsse durch den Einsatz von Wärmepumpen regional nutzen zu können und den Bedarf an Heizöl und Erdgas zu mindern (Sektorenkopplung, Power-to-Heat, siehe Abbildung 17). Der weitere Ausbau von Wärmepumpensystemen könnte z. B. über Informationskampagnen forciert werden.



**Abbildung 15: Wärmeleitfähigkeit des Bodens im Gemeindegebiet Tiefenbach (Energieatlas Bayern)**

## 5 Energieszenario 2040

Basierend auf der Analyse der energetischen Ausgangssituation (siehe Kapitel 3) und der Potenzialanalysen (siehe Kapitel 4) wurden strategische Szenarien für Strom, Wärme und Mobilität erarbeitet, aus denen Handlungsoptionen und der Entwicklungspfad zur Senkung des Energieverbrauchs und für den Ausbau erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2040 abgeleitet werden können. Die Szenarien stellen zugleich die Zusammenfassung der Ergebnisse aus den vorangegangenen Kapiteln dar. Anhand der Analyse und Zielsetzung können konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

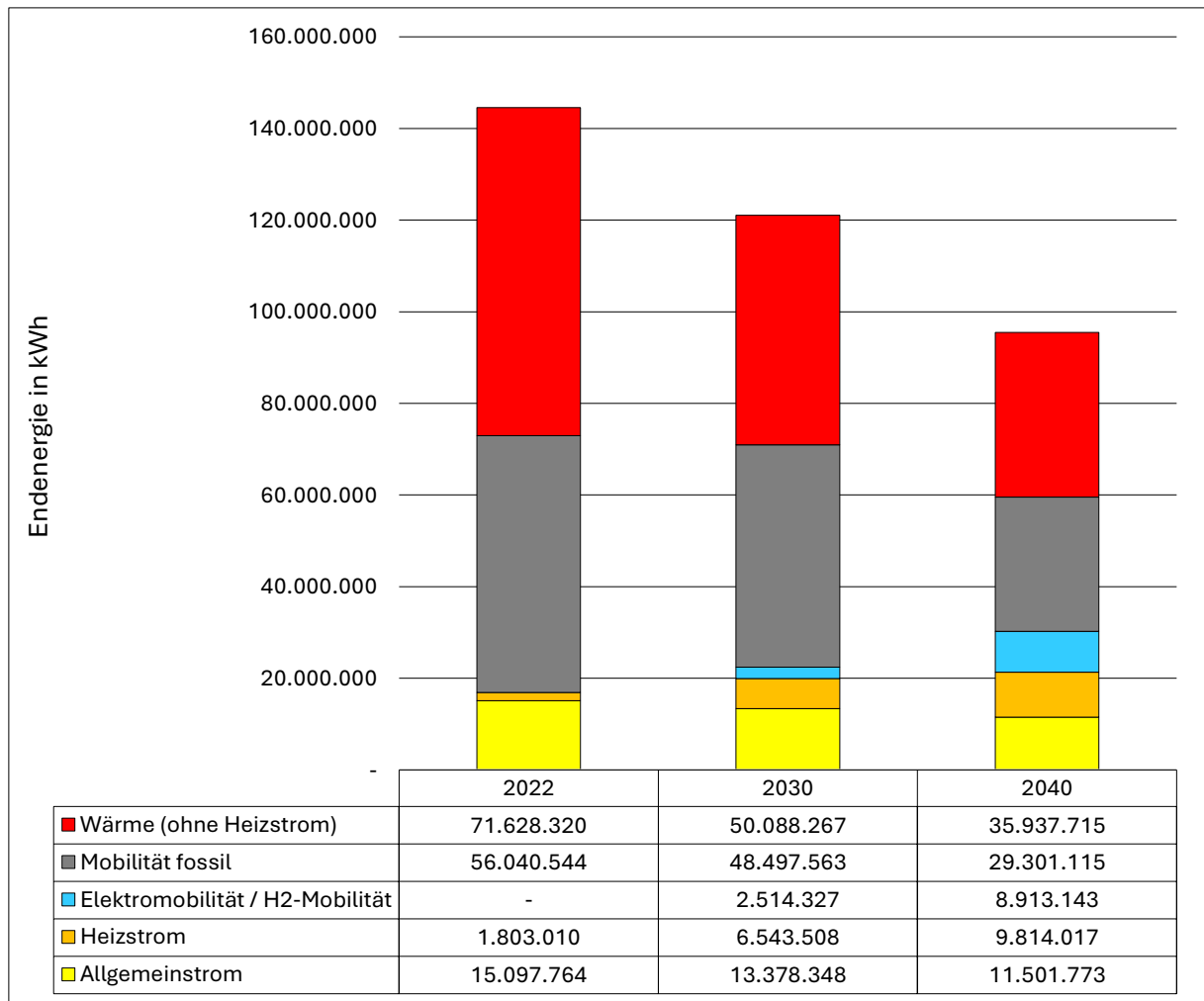
### **Hinweise:**

- *Es muss erwähnt werden, dass es sich hierbei um eine rein bilanzielle Betrachtung handelt, keine Autarkiebetrachtung. Der tatsächliche Autarkiegrad könnte jedoch auf verschiedene Wege erhöht werden. So ist es ggf. möglich, Verbraucher nach der aktuellen Erzeugung auszurichten, bspw. wenn ein hohes Angebot an Sonne und Wind vorliegt (Lastmanagement). Alternativ können verschiedene Formen von Stromspeichern dazu dienen, Überkapazitäten zu puffern und bei Bedarf freizugeben. Darüber hinaus wäre ein Speichern von Strom über Zwischenstufen (wie z. B. das Medium Wasserstoff) denkbar.*
- *Der Ausbau erneuerbarer Energien ist stark von den Möglichkeiten zur Einspeisung des Stroms in die Netze abhängig. Insbesondere auf der Mittelspannungs- und Hochspannungsebene zeigen sich häufig Kapazitätsengpässe, die den zügigen Ausbau erneuerbarer Energien verzögern.*

### 5.1 Konservative Entwicklung E-Mobilität

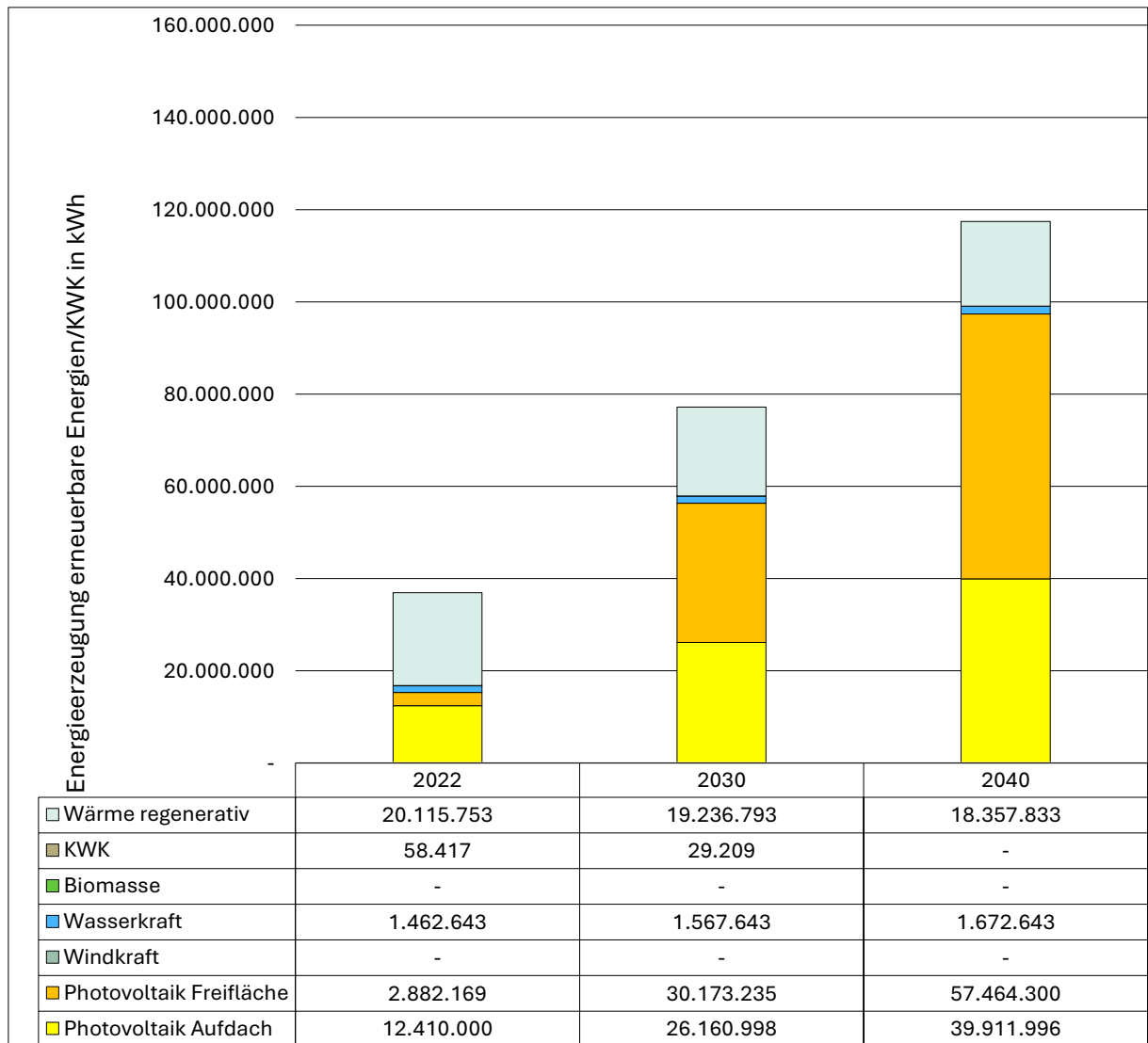
Abbildung 16 zeigt die Energiebedarfs-Seite sowie die Auswirkung der in Kapitel 4 geschilderten Einspar- und Transformationsprozesse vom Ist-Zustand im Jahr 2022 (linker Balken) über das Jahr 2030 (mittlerer Balken) bis hin zum Zieljahr 2040 (rechter Balken) unter der Annahme einer konservativen Entwicklung der E-Mobilität. Die resultierende Einsparung ba-

siert zum einen auf den berechneten Energieeinsparpotenzialen (z. B. durch Gebäudesanierungen) und zum anderen auf den beschriebenen Transformationsprozessen (E-Mobilität, Power-to-Heat). Für die Prognose der Elektrifizierung des Verkehrssektors wurden die Zulassungszahlen des Landkreises Passau seit 2018 herangezogen. Daraus ergibt sich ein Anteil an Elektromobilität von 13,5% im Jahr 2030 und 47,7% im Jahr 2040. Durch die verstärkte Elektrifizierung der Sektoren steigt jedoch der künftige Strombedarf (wertvollste Energieform!).



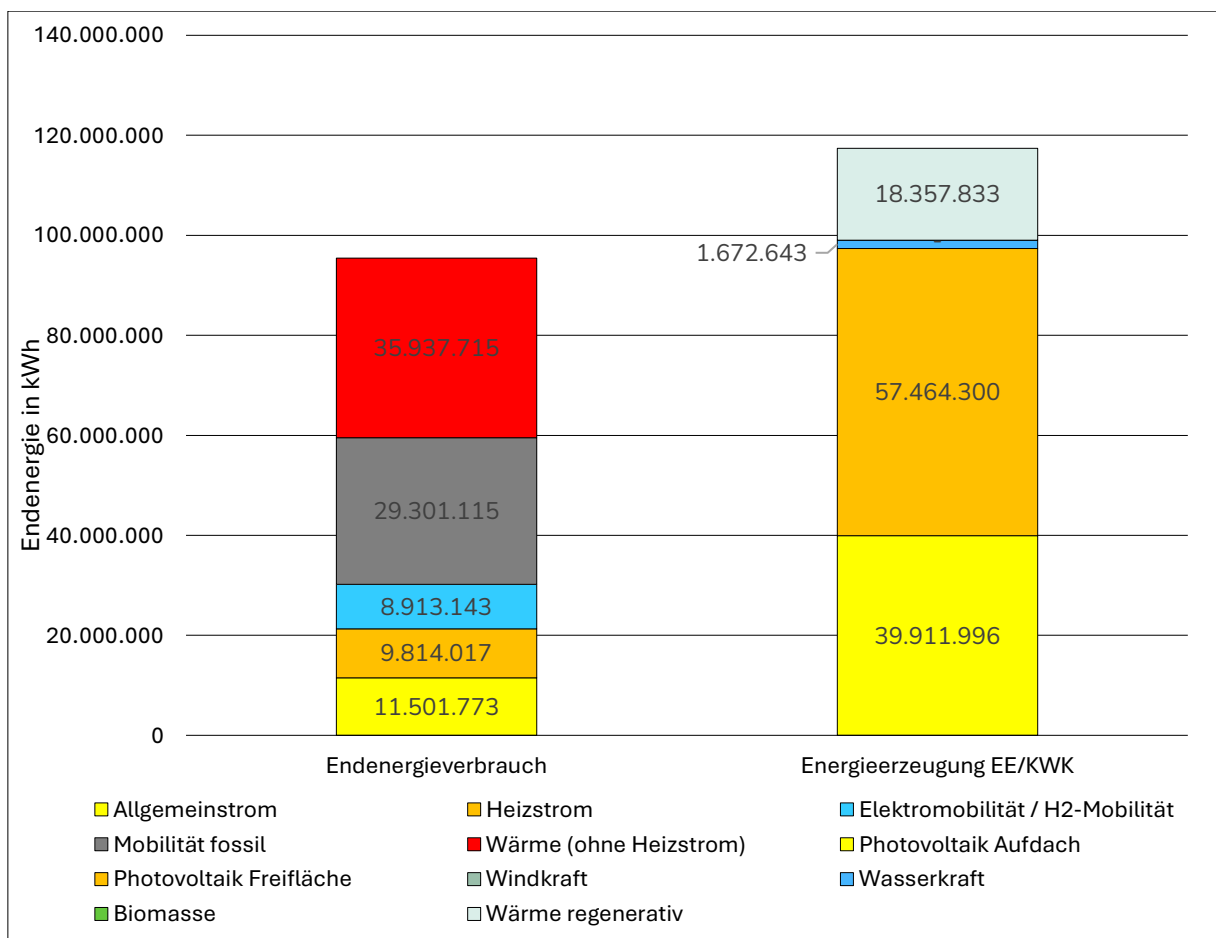
**Abbildung 16: Energieszenario 2022 bis 2040 – Auswirkungen der Energieeinsparung und Transformation durch Elektrifizierung unter der Annahme einer konservativen Entwicklung der E-Mobilität**

Zum Erreichen einer bilanziellen Eigenversorgung aus regenerativen Energien bis zum Jahr 2040 gilt es, den aufgezeigten Bedarf im Jahr 2040 vollständig durch Erschließung der Potenziale zu decken. In Abbildung 17 ist dementsprechend der Ausbau der in Kapitel 4 ermittelten Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien dargestellt. Es ist ersichtlich das, gemäß diesem Entwicklungsszenario, eine Zunahme von rund 36.929 MWh im Ist-Zustand auf rund 119.318 MWh im Jahr 2040 erfolgen würde. Dies ist zum Großteil auf den Einsatz von PV-Aufdächanlagen und PV-Freiflächenanlagen zurückzuführen.



**Abbildung 17: Energieszenario 2022 bis 2040 - Ausbauszenario erneuerbarer Energien**

Den Bedarf (Abbildung 16) und die Erzeugung (Abbildung 17) im Jahr 2040 herausgegriffen und gegenübergestellt, ergibt sich das in Abbildung 18 dargestellte Verhältnis aus den jeweiligen Verbrauchssektoren und den regenerativ, regional bereitgestellten erneuerbaren Energie-Mengen. Unter der Annahme, dass Überschussstrom zusätzlich zur Wärmebereitstellung genutzt wird und das Potenzial an erneuerbaren Energien (rechte Säule) vollständig ausgeschöpft wird, ergibt sich eine bilanzielle Deckung des Energieverbrauchs (linke Säule) von rund 125 %.

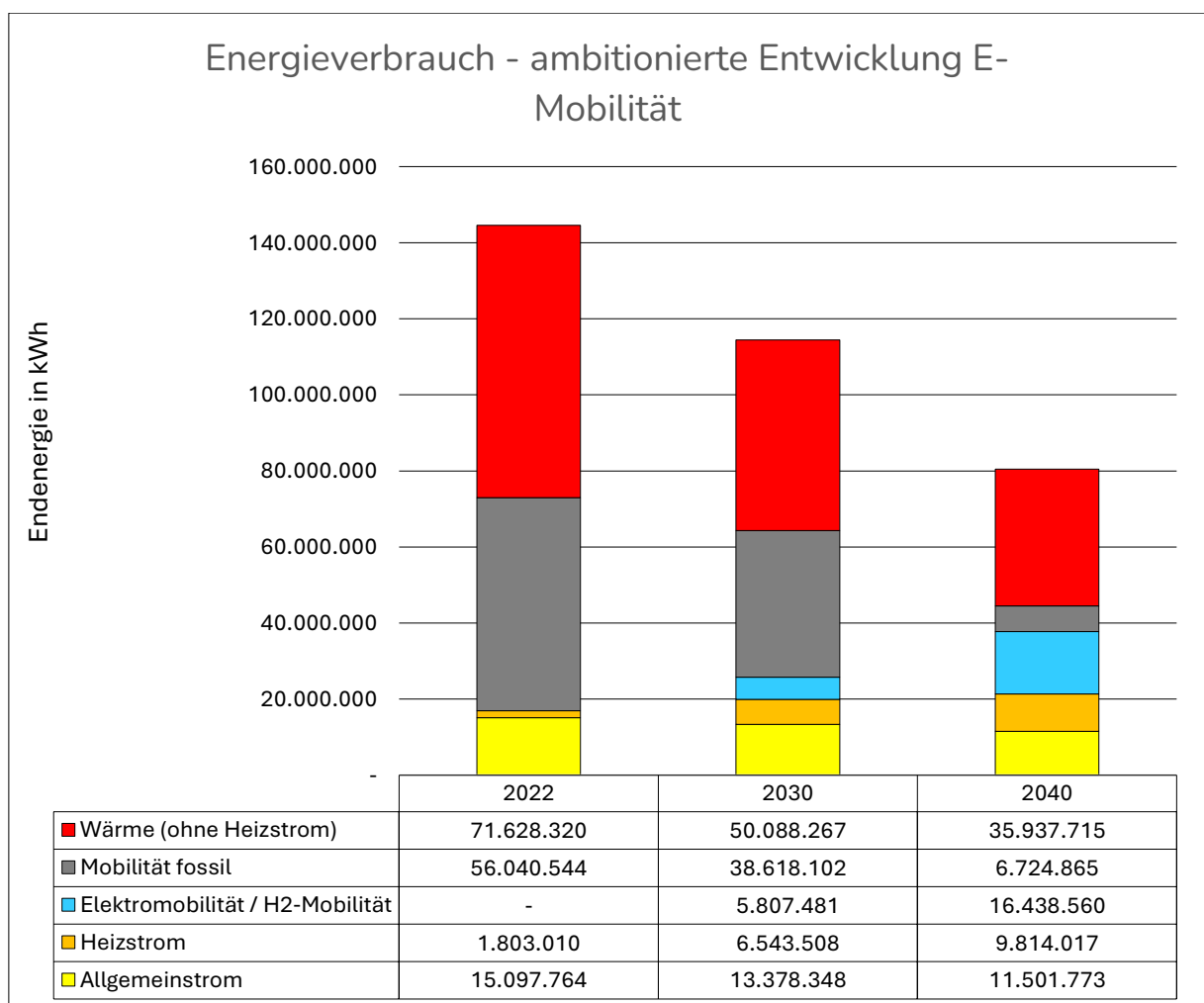


**Abbildung 18: Energieszenario im Jahr 2040 – Gegenüberstellung des Energiebedarfs und der erneuerbaren Energien unter der Annahme einer konservativen Entwicklung der E-Mobilität**

## 5.2 Ambitionierte Entwicklung der E-Mobilität

Um die Bedeutung einer schnellen Umstellung des Verkehrs auf Elektroantriebe darzustellen, wird noch ein zweites Szenario betrachtet, bei dem von einer Steigerung der E-Mobilität auf 31,3 % im Jahr 2030 und 88% im Jahr 2040 ausgegangen wird.

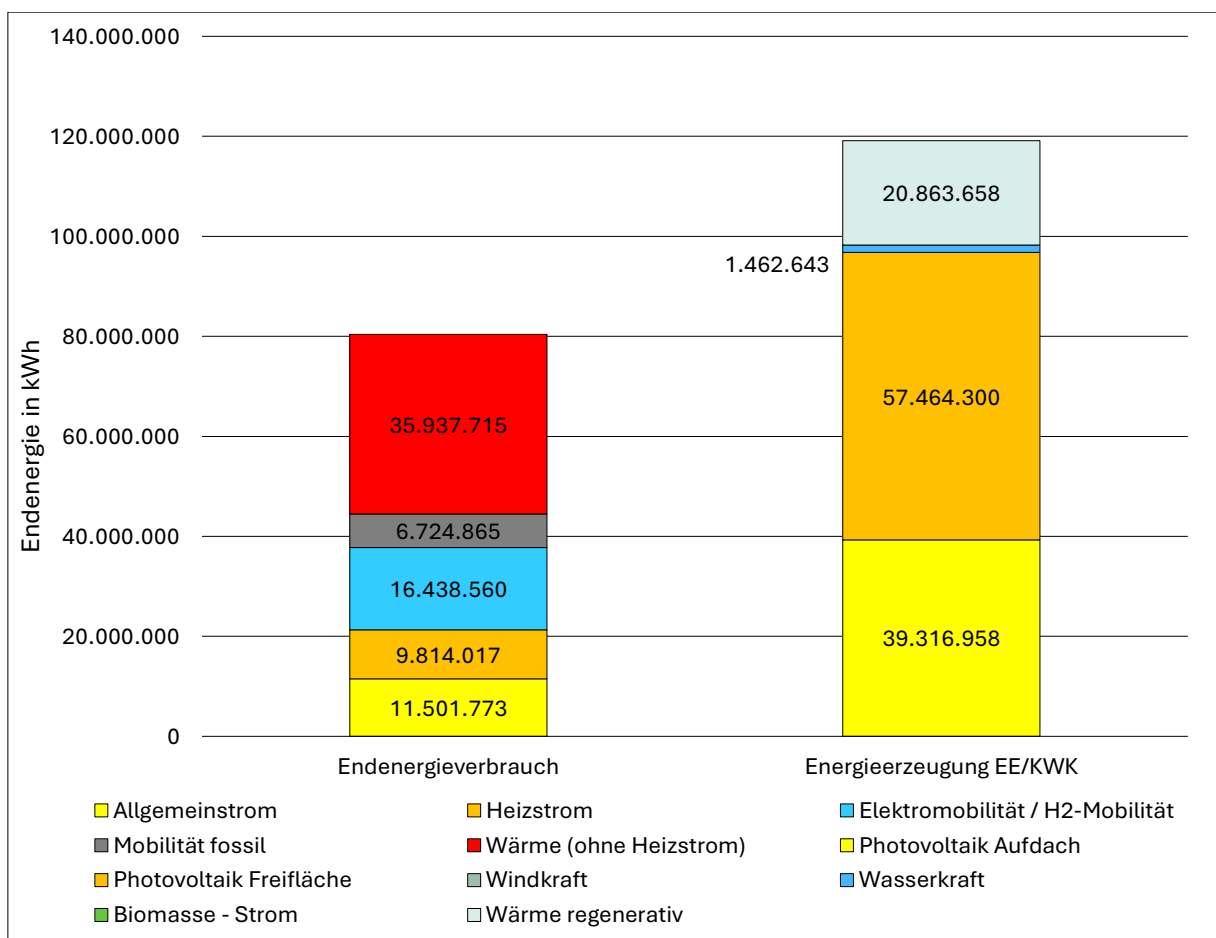
Durch die höhere Elektrifizierung ist der Energiebedarf im Zieljahr niedriger, jedoch steigt der Strombedarf an. Diese Effekte sind in Abbildung 19 dargestellt. Die Energieerzeugung unterscheidet sich nicht zu der in Kapitel 5.2 dargestellten.



**Abbildung 19: Entwicklung des Energiebedarfs von 2022 bis 2040 unter der Annahme einer ambitionierten Entwicklung der E-Mobilität**

Wird nun der Energieverbrauch im Jahr 2040 unter der Annahme einer ambitionierten Entwicklung der E-Mobilität herausgegriffen und mit der Energieerzeugung im Jahr 2040

(Abbildung 17) verglichen, ergibt sich das in Abbildung 20 dargestellte Verhältnis aus den jeweiligen Verbrauchssektoren und den regenerativ, regional bereitgestellten erneuerbaren Energie-Mengen. Unter der Annahme, dass Überschussstrom zusätzlich zur Wärmebereitstellung genutzt wird und das Potenzial an erneuerbaren Energien (rechte Säule) vollständig ausgeschöpft wird, ergibt sich eine bilanzielle Deckung des Energieverbrauchs (linke Säule) von rund 148 %.



**Abbildung 20: Gegenüberstellung von Energieerzeugung und Energieverbrauch unter der Annahme einer ambitionierten Entwicklung von E-Mobilität**

Grundsätzlich verfolgt der Energienutzungsplan das Ziel, einen Entwicklungspfad aufzuzeigen, der zur vollständigen Bilanzdeckung des Energiebedarfs führt. Das Energieszenario

2040 verdeutlicht, dass die Gemeinde Tiefenbach dieses Ziel deutlich übertreffen kann. Generell gilt, dass ländlichere Kommunen in der Regel mehr Potenziale aufweisen und ihnen dadurch eine immer größer werdende Bedeutung zukommt. Dieser können beispielsweise Großstädte aufgrund der Infrastruktur in diesem Bezug nicht gerecht werden, weshalb es wichtig ist, dass ländlichere Kommunen die großen Ballungszentren in Zukunft zum Teil mitversorgen.

## 6 Maßnahmenkatalog und Bürgerworkshop

### 6.1 Bürgerworkshop

Im Rahmen des Energienutzungsplans wurde ein Bürgerworkshop veranstaltet, um die Bürger an der Konzepterstellung zu beteiligen. Es wurde über folgende drei Themenblöcke diskutiert:

- Gebäudesanierung und Heizungstausch
- Mobilität
- Ausbau erneuerbarer Energien

#### Themenkomplex Gebäude

Aus den Ergebnissen der Potenzialanalyse ergibt sich, dass Gebäudesanierungen und der Tausch von fossil betriebenen Heizungen einen großen Hebel zur Energieeinsparung darstellen. Die im Energienutzungsplan angenommene Sanierungsquote von 2% liegt über dem Bundesdurchschnitt. Um die Sanierungsquote zu erhöhen, sollten die Gebäudeeigentümer unterstützt werden, beispielsweise durch Informationen zu Förderungen und andere Beratungsangebote.

Von der ILE Passauer Oberland gibt es bereits einige Beratungsangebote, die Mieter oder Gebäudeeigentümer bei einem effizienten Betrieb ihrer Heizungsanlagen unterstützen oder Energieeinsparmöglichkeiten aufzeigen sollen. Dazu zählen beispielsweise der Gebäude-Check, Heiz-Check oder der Detail-Check. Diese Beratungsangebote können gegen einen geringen Eigenanteil in Anspruch genommen werden. In der Diskussion ergab sich, dass diese Möglichkeiten jedoch eher unbekannt sind. Die Popularität könnte durch geeignete Werbemaßnahmen verstärkt werden.

#### Themenkomplex Mobilität

Im Rahmen des Energienutzungsplans wurden zur Auswertung der Energieeinsparpotenziale zwei verschiedene Entwicklungen der E-Mobilität ausgearbeitet. Der Vergleich dieser Varianten zeigt auf, dass die verstärkte Nutzung von E-Mobilität einen großen Einfluss auf den

Energiebedarf im Zieljahr hat. Somit kommt ihr eine bedeutende Rolle bei der Erreichung der Klimaneutralität zu.

Aus diesem Grund wurde das Thema auch im Bürgerworkshop behandelt. Als aktuelle Hemmnisse für die Nutzung von E-Autos wurden geringe Reichweiten und fehlende Schnellademöglichkeiten benannt. Außerdem ist es nicht immer möglich in Mehrfamilienhäusern eine geeignete Lademöglichkeit zu nutzen.

Als Idee von Seiten der Bürger wurde vorgeschlagen, möglicherweise die Verpflichtung zum Aufbau einer geeigneten Ladeinfrastruktur beim Neubau von Mehrfamilienhäusern in die Bauleitplanung aufzunehmen. Außerdem wurde im Rahmen eines Schwerpunktprojektes die Ladeinfrastruktur in der Gemeinde analysiert und geeignete Standorte für neue Ladepunkte identifiziert. Diese Betrachtungen könnten beim Ausbau durch die Gemeinde genutzt werden.

### **Themenkomplex erneuerbare Energien**

Die bedeutendste Rolle beim Ausbau erneuerbarer Energien spielt in der Gemeinde Tiefenbach die Photovoltaik. Sowohl bei Aufdach- als auch bei Freiflächen-Anlagen gibt es noch große Ausbaupotenziale. Bei Freiflächenanlagen ist es wichtig, die Akzeptanz der Bevölkerung zu steigern. Im Gespräch mit den Bürgern ergab sich die Sorge vor der Konkurrenz zwischen Landwirtschaft und Photovoltaik und der Wunsch zur Berücksichtigung von landwirtschaftlich gut geeigneten Flächen bei der Genehmigung von neuen Anlagen.

Außerdem wurde darauf hingewiesen Freiflächenanlagen möglichst landschaftsschonend umzusetzen und zur besseren Netzverträglichkeit zu prüfen, ob die Gemeinde die Installation eines Speichers vorschreiben kann.

Im Bereich Aufdach-Photovoltaik wird von Seiten der Bürger kein großer Handlungsdruck gesehen. Der Zubau von Aufdächanlagen befindet sich aktuell schon auf einem guten Niveau und die Möglichkeiten zur Installation solcher Anlagen sind hinreichend bekannt. Das im Rahmen des Energienutzungsplans erstellte Solarpotenzialkataster kann Gebäudeeigentümern jedoch darüber hinaus als Hilfestellung bei der Bewertung ihrer Dächer dienen. Deshalb ist es sinnvoll, dieses Beratungsangebot über geeignete Medien zu bewerben.

Der Gemeinderat hat in einem Beschluss das Deckungsziel im Sektor Strom durch erneuerbare Energien auf 120% festgelegt. Im Hinblick auf den starken Ausbau von erneuerbaren Energien und dem Ziel der bilanziellen Klimaneutralität sollte gegebenenfalls darüber gesprochen werden, dieses Ziel anzuheben.

## **6.2 Maßnahmenkatalog**

Das Kernziel des digitalen Energienutzungsplans ist die Erstellung eines konkreten Maßnahmenkatalogs in Form eines Energieszenarios, der konkrete Handlungsempfehlungen für die Kommune zum Erreichen der Klimaschutzpolitischen Ziele im Jahr 2040 aufzeigt. Dieses Energieszenario wurde in enger Abstimmung mit den kommunalen Akteuren ausgearbeitet und während der Konzepterstellung stetig an die aktuellen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen angepasst und konkretisiert.

Nr.	Projekttitle	Beschreibung und nächste Schritte	Verantwortliche Akteure	Zeitraum der Umsetzung	Fördermöglichkeiten
<b>Kategorie A</b> - Die Kommune hat direkten Einfluss. -					
1	Wärmekataster als Grundlage für die Kommunale Wärmeplanung	Das Kommunale Wärmeplanungsgesetz wurde auf Bundesebene beschlossen und zum 02.01.2025 in bayerisches Landesrecht umgesetzt. Jede Kommune wird verpflichtet die Kommunale Wärmeplanung durchzuführen. Das gebäudescharfe Wärmekataster im Energienutzungsplan kann als Basis dienen.	Gemeinde Tiefenbach	Mittelfristig	teilweise Kosten-erstattung über den Freistaat Bayern
2	Bedeutung der Umweltwärme transparent kommunizieren	Da Holz nur begrenzt zur Verfügung steht, wird in der Zukunft Umweltwärme (z.B. über Wärmepumpensysteme) einen immer wichtigeren Beitrag liefern. Hierfür ist es zwingend erforderlich, grünen Überschussstrom zu nutzen (Sektorkopplung). Es sollte die Bedeutung klar und transparent über entsprechende Medien kommuniziert werden.	Gemeinde Tiefenbach	kurzfristig fortlaufender Prozess	
3	Bestehende Beratungsangebote für Bürger regelmäßig bewerben	Es wird empfohlen, die bestehenden Beratungsangebote der ILE Passauer Oberland regelmäßig und gezielt über Printmedien, Homepage und soziale Medien zu bewerben.	Gemeinde Tiefenbach	laufender Prozess	

Nr.	Projekttitle	Beschreibung und nächste Schritte	Verantwortliche Akteure	Zeitraum der Umsetzung	Fördermöglichkeiten
4	Monitoring des CO <sub>2</sub> -Budgets und der Treibhausgas-minderungsquote	Die Umsetzung der Maßnahmen und der insgesamt zur Verfügung stehenden CO <sub>2</sub> -Budgets sollen anhand eines regelmäßigen Monitorings überprüft werden. Dies ermöglicht ein frühzeitiges Eingreifen und Gegensteuern bei Nicht-Realisierung der Umsetzungsziele.	Gemeinde Tiefenbach	Mittel- fristig  fortlaufen- der Prozess	
5	Fortschreibung ENP	Es wird empfohlen den Energienutzungsplan in regelmäßigen Abständen zu aktualisieren. So kann die Entwicklung von Energiebedarf und -erzeugung im Blick behalten werden. Sollten festgelegte Ziele nicht erreicht werden, kann so frühzeitig gegengesteuert werden.	Gemeinde Tiefenbach	Mittel- fristig	
6	Integrales Versorgungskonzept für Neubaugebiete und neue Gewerbeflächen	Bei der Ausweisung von neuen Baugebieten und/oder Gewerbeflächen wird empfohlen, frühzeitig ein integrales Versorgungskonzept auszuarbeiten. Dabei sollten u. a. Möglichkeiten zum Aufbau von gemeinsamen Wärmeverbundlösungen bzw. Arealversorgungen geprüft werden. Hierfür könnten ggf. auch Best Practice Projekte aufgezeigt werden.	Gemeinde Tiefenbach	Mittel- fristig	
7	Klimaschutzfreundliche Bauleitplanung	Die Kommune könnte durch Vorgaben in ihrer Bauleitplanung Einfluss auf die Nutzung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz von Neubauten nehmen. Beim Ausweisen von Bau- oder Gewerbegebieten (insofern erforderlich) sollte geprüft werden, ob und inwieweit Vorgaben in diesen Bereichen möglich und sinnvoll sind.	Gemeinde Tiefenbach	Mittel- fristig	

Nr.	Projekttitle	Beschreibung und nächste Schritte	Verantwortliche Akteure	Zeitraum der Umsetzung	Fördermöglichkeiten
8	Energiemanagement für kommunale Gebäude fortführen	Im Rahmen des Energienutzungsplans wurde eine Übersicht der Energieverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften ausgearbeitet. Es wird empfohlen, diese Übersicht mindestens jährlich zu aktualisieren und als Basis eines kommunalen Verbrauchsmonitorings zu nutzen. So können zwischenzeitlich durchgeführte energetische Maßnahmen bewertet und weiterer Handlungsbedarf sowie weitere Ansatzpunkte identifiziert werden. Darauf aufbauend können auch vorhandene Prioritäten und Budgets verteilt werden.	Gemeinde Tiefenbach	laufender Prozess	
9	Beleuchtungstausch kommunale Liegenschaften	Erfahrungsgemäß bestehen nach wie vor vielerorts hohe Einsparpotenziale im Austausch alter Leuchtstoffröhren gegen LEDs. Ein Austausch ist häufig auch ohne Tausch des gesamten Leuchtkörpers, sondern über einen reinen Leuchtmittel-Tausch zu bewerkstelligen (im Vergleich relativ günstig und meist technisch unkompliziert umsetzbar). Die Beleuchtungen der kommunalen Liegenschaften sollen weiterhin auf effiziente LED Technik umgerüstet werden.	Gemeinde Tiefenbach	Mittelfristig	
10	Heizungstausch kommunale Liegenschaften	Die Schule in Haselbach sowie der Bauhof und die Feuerwehr Tiefenbach besitzen alte Gasheizungen. Mittelfristig sollten diese durch energieeffizientere, emissionsärmere Lösungen ersetzt werden.	Gemeinde Tiefenbach	Mittelfristig	
11	Wärmenetz Schwaiberg	Aus dem Wärmekataster und Abstimmungen mit der Kommune ergab sich ein Gebietsumgriff um den Ortsteil Schwaiberg, der für ein Wärmenetz geeignet erscheint. Es wird empfohlen eine BEW Studie durchzuführen, um ein mögliches Wärmenetz genauer zu untersuchen. Eine erste Betrachtung findet im Rahmen eines Schwerpunktprojektes statt.	Gemeinde Tiefenbach	Mittelfristig	BEW

Nr.	Projekttitle	Beschreibung und nächste Schritte	Verantwortliche Akteure	Zeitraum der Umsetzung	Fördermöglichkeiten
12	Wärmenetz	Ausbaumöglichkeiten des bestehenden Wärmenetzes prüfen	Gemeinde Tiefenbach	Mittelfristig	BEW
13	Entwicklung eines Ladeinfrastrukturkonzepts	Die stark wachsende Bedeutung der Elektromobilität stellt große Herausforderungen an die Netz- und Ladeinfrastruktur in den Kommunen. Es wird empfohlen, eine flächendeckende Analyse auszuarbeiten und somit das Mobilitätsaufkommen und den entsprechend zu erwartenden Bedarf an Ladeinfrastruktur räumlich aufgelöst darzustellen (siehe Detailbetrachtung).	Gemeinde Tiefenbach/externe Betreiber	Mittelfristig	
14	Ideenwerkstätte	Um die Bürger an dem Prozess der Energiewende zu beteiligen und für die Gemeinde geeignete Projekte zu finden, könnte eine Ideenwerkstätte eingerichtet werden. Hier könnten sich die Bürger Gemeinde einbringen und Projektideen zusammen mit verschiedenen Interessensgruppen diskutiert werden.	Gemeinde Tiefenbach		

Nr.	Projekttitle	Beschreibung und nächste Schritte	Verantwortliche Akteure	Zeitraum der Umsetzung	Fördermöglichkeiten
<b>Kategorie B</b> - Die Kommune hat indirekten Einfluss. Die Entscheidung über die Umsetzung des Projektes wird jedoch nicht (primär) von der Kommune getroffen. -					
15	Netzausbau und Speichertechnologien	Um weitere Projekte zur Strombereitstellung aus Erneuerbaren Energien (insbesondere Freiflächen Photovoltaik) vor Ort realisieren zu können, ist eine ausreichende Netzkapazität die Basis um zu lange Leitungswege zu vermeiden. Es wird empfohlen, frühzeitig mit den Netzbetreibern Kontakt aufzunehmen. Die Abstimmung mit dem Netzbetreiber zum geplanten/notwendigen Netzausbau kann auch über den regionalen Planungsverband erfolgen. Anschließend sollten definierten Ausbauziele an die Netzbetreiber und Übertragungsnetzbetreiber übergeben und mit diesen die zukünftige Netzentwicklung darauf abgestimmt werden.	Gemeinde Tiefenbach/ Stromnetzbetreiber	mittelfristig	
16	Prüfung verschiedener Möglichkeiten zum Aufbau einer Gesellschafts-/Beteiligungsstruktur zur Umsetzung von Maßnahmen im Bereich erneuerbarer Energien	Während der Erarbeitung des Energienutzungsplan zeigte sich eine Vielzahl potenzieller Projektideen zum Ausbau regionaler erneuerbarer Energien. Eine Beteiligung der Bürger oder der lokalen Unternehmen bei der Umsetzung dieser Projekte kann dazu beitragen, die Akzeptanz der Projekte und die Wertschöpfung in der Kommune zu erhöhen.	Gemeinde Tiefenbach/ Unternehmen/Bürger	kurzfristig	

Nr.	Projekttitle	Beschreibung und nächste Schritte	Verantwortliche Akteure	Zeitraum der Umsetzung	Fördermöglichkeiten
17	Umsetzung von Maßnahmen im Bereich Freiflächen-Photovoltaik	<p>Es wurden bereits mögliche Flächen für die Nutzung für Freiflächen-Photovoltaik identifiziert. Besonders entlang der Autobahn gibt es einige geeignete Flächen.</p> <p>Diese Flächen sollten z.B. anhand möglicher Netzverknüpfungspunkte näher geprüft werden. Nächster Schritte wären Flächensicherung, Bauleitplanung, Bürgerinformation; ggf. Betreibergesellschaft gründen. Auch Projekte z.B. in Form von Agri-Photovoltaik, wären ggf. denkbar.</p> <p>Die Umsetzung der Projekte kann mit der Maßnahme "Prüfung verschiedener Möglichkeiten zum Aufbau einer Gesellschafts-/Beteiligungsstruktur zur Umsetzung von Maßnahmen im Bereich erneuerbarer Energien" verknüpft werden.</p>	Gemeinde Tiefenbach/ externe Betreiber	mittelfristig	
18	Prüfung zum Aufbau von Nachbarschafts-Wärmeverbundlösungen	<p>Ergänzend zur Prüfung von Möglichkeiten zum Ausbau des bestehenden Wärmenetzes, könnte der Aufbau von kleinen Nachbarschafts-Wärmeverbundlösungen eine Möglichkeit zur Minderung des fossilen Energiebedarfs darstellen. Hierunter ist der Aufbau von Wärmeverbundlösungen zwischen wenigen Gebäuden in einem begrenzten Gebietsumgriff zu verstehen, die von einer Heizzentrale aus (z. B. bestehende Scheune) mit Nahwärme versorgt werden.</p>	Gemeinde Tiefenbach/externer Betreiber/Bürger	mittelfristig	BEW

**Abbildung 21: Maßnahmenkatalog für den Gemeinde Tiefenbach**

## 7 Schwerpunktprojekte

### 7.1 Schwerpunktprojekt Ladeinfrastruktur

Die Gemeinde Tiefenbach hat sich frühzeitig unter den Aspekten Klimawandel, Emissionsvermeidung und Steigerung der Unabhängigkeit gegenüber fossilen Primärenergieträger wie beispielsweise Erdgas oder Erdölprodukten mit der Thematik Elektromobilität beschäftigt.

Hierfür sind im Rahmen des vorliegenden Energienutzungsplans Faktoren und Potentiale für den Aufbau von Ladeinfrastruktur untersucht worden. Es wurde eine GIS-basierte Grundlagenanalyse zur Erfassung des Ist-Stands sowie zur Identifikation von potenziellen Standorten für Ladeinfrastruktur unter Berücksichtigung allgemeiner und örtlicher Rahmenbedingungen und Vorgaben, durchgeführt. Wichtige Benchmarks, welche eine Vergleichsebene unter anderem zu Vorgaben oder bspw. angrenzende Kommunen schaffen, dienen zur eigenen Einschätzung. Ferner bilden sie eine Grundlage für die zukünftige Ausrichtung der Gemeinde zur Thematik Ladeinfrastruktur und Elektromobilität.

Die Gemeinde Tiefenbach geht hierdurch mit gutem Beispiel voran und möchte regionale Signalwirkung aussenden, um weitere Kommunen zu ermutigen die Causa Elektromobilität und Schaffung öffentlicher Ladeinfrastruktur anzugehen.

#### 7.1.1 Motivation und Ziele der Mobilitätswende

Angesichts der fortschreitenden klimatischen Veränderungen und der daraus resultierenden Herausforderungen wurden auf verschiedenen politischen Ebenen Klimaschutzziele und Maßnahmenprogramme festgelegt, um die Energiewende voranzutreiben und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß nachhaltig zu reduzieren.

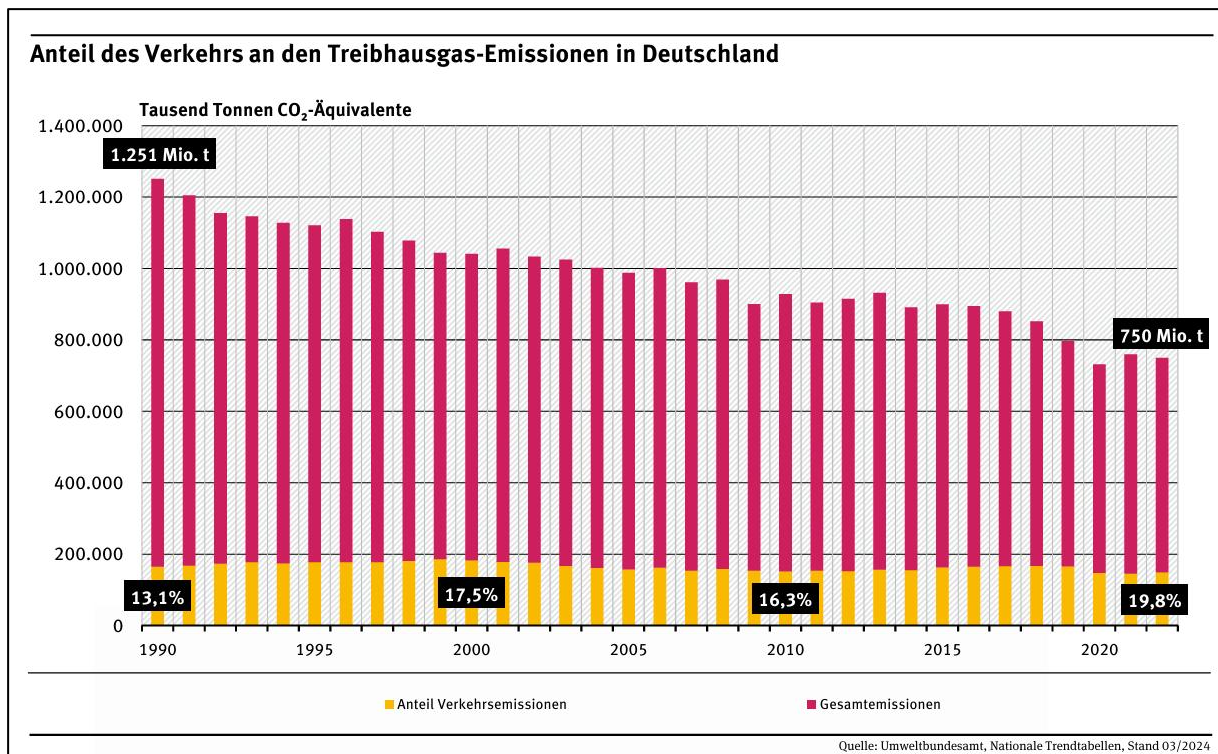
Auf europäischer Ebene setzen zwei zentrale Initiativen den Rahmen für diese Bestrebungen: Das „Fit für 55“-Programm verfolgt das Ziel, die Netto-Treibhausgasemissionen bis 2030, um mindestens 55 % gegenüber dem Niveau von 1990 zu senken. Ergänzend dazu ist im „Green Deal“ verankert, dass Europa bis 2050 klimaneutral sein möchte, indem die Netto-Treibhausgasemissionen vollständig auf null reduziert werden. Diese übergeordneten Vorgaben bilden die Leitplanken für nationale Strategien und Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels.

Daher wurden diese Ziele im Zuge des Klimaschutzgesetzes auf Bundesebene übertragen und zugleich verschärft. So strebt Deutschland an, seine CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 um 65 % gegenüber 1990 zu senken, um bis 2045 die Treibhausgasneutralität zu erreichen. Der Verkehrssektor stellt dabei, trotz langjähriger Klimaschutzbemühungen, eine besondere Herausforderung dar: Bisher zeigen sich hier nur geringe Emissionsreduktionen. Seit 1990 sanken die verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen lediglich um etwa 15 Millionen Tonnen auf aktuell rund 149 Millionen Tonnen. Zwar haben strengere Abgasvorschriften, effizientere Motoren und die Förderung alternativer Antriebe die spezifischen Emissionen pro Kilometer gesenkt, doch dieser Fortschritt wird durch ein kontinuierlich wachsendes Verkehrsaufkommen relativiert. Zwischen 1995 und 2019 stieg die Fahrleistung um 21 %, und auch 2022 lag sie weiterhin über dem Niveau von 1995.<sup>2</sup>

Hinzu kommt der Trend zu größeren und schwereren Fahrzeugen, der die Effizienzgewinne teilweise aufhebt. Die Folge: Trotz technologischer Fortschritte sind die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Pkw-Verkehrs bis 2019 gestiegen. Um die Emissionsziele zu erreichen – bis 2030 soll der Ausstoß auf 85 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent reduziert werden – sind daher weitreichendere Maßnahmen erforderlich.

---

<sup>2</sup><https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#verkehr-belastet-luft-und-klima-minderungsziele-der-bundesregierung>



**Abbildung 22: Anteil des Verkehrs an den Treibhausgasemissionen in Deutschland (Umweltbundesamt<sup>3</sup>)**

Um die übergeordneten Klimaziele zu erreichen – insbesondere im Verkehrssektor – soll eine umfassende Mobilitätswende hin zu CO<sub>2</sub>-neutraleren Verkehrslösungen, der verstärkte Einsatz nachhaltiger Energieträger sowie der Wandel hin zur Elektromobilität entscheidende Einsparpotenziale erschließen.

<sup>3</sup>[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/2\\_abb\\_anteil\\_verkehrsemissionen\\_thg\\_2024-03-28.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/2_abb_anteil_verkehrsemissionen_thg_2024-03-28.pdf)

### 7.1.1.1 Besondere Aspekte der Elektromobilität

Nachfolgend wird ein kurzer Einblick in wichtige Aspekte und Leitplanken zur Ausgestaltung der Thematik Elektromobilität als Orientierungshilfe gegeben.

Fest verankertes Ziel auf Bundesebene ist es bis 2030 1 Mio. öffentliche Ladepunkte für die Elektromobilität zu errichten, um hierdurch ausreichend Motivation und Anreize zu schaffen, dass bis 2030 15 Mio. Elektro-PKW zugelassen sind und herkömmliche Verbrennerfahrzeuge verdrängen. Aktuell sind ca. 1,8 Mio. Elektrofahrzeuge zugelassen, dies entspricht ca. 3,6 % am PKW-Bestand (Stand: Jan. 2025).

#### Masterplan Ladeinfrastruktur II

Der im Oktober 2022 von der vorherigen Bundesregierung („Ampel-Koalition“) verabschiedete Masterplan Ladeinfrastruktur II bekräftigt das Bekenntnis der Großen Koalition für die Umsetzung und den Markthochlauf der E-Mobilität in Deutschland. Übergeordnetes Ziel ist es, Deutschland als globalen Leitmarkt für Elektromobilität zu etablieren. In diesem Kontext ist eine flächendeckende, bedarfsgerechte und nutzerfreundliche Ladeinfrastruktur erforderlich. Mit dem Masterplan Ladeinfrastruktur II hat die Bundesregierung eine neue Gesamtstrategie erarbeitet, welche mit insgesamt 68 Maßnahmen den zukünftigen Weg für den Ausbau der Ladeinfrastruktur vorgibt und als Fahrplan für die Aufgaben der nächsten Jahre dient.

Wichtige Themenfelder sind hierbei die Bereiche Förderung, Befähigung von Kommunen, Flächenverfügbarkeit, Stromnetzintegration, Laden an Gebäuden sowie schwere Nutzfahrzeuge. Sie adressieren unter anderem die Politik auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene sowie Investoren, Betreiber und Ladeinfrastrukturanbieter. Zudem soll die Privatwirtschaft mobilisiert werden, um das gemeinsame Zielbild, ein Viertel aller Mitarbeiterparkplätze bis Ende 2025 mit Ladeinfrastruktur auszustatten, zu erreichen.

## Zulassungsverbot neuer fossiler Verbrennerfahrzeuge ab 2035 auf europäischer Ebene

Im März 2023 haben die EU-Mitgliedsstaaten und das Europäische Parlament beschlossen, dass ab dem Jahr 2035 keine Neuwagen mit fossilem Verbrennungsmotor zugelassen und verkauft werden dürfen, Bestandsfahrzeuge (gebrauchte Diesel und Benziner) sind vom Verbot nicht betroffen. Zur Reduktion der Pkw-Emissionen sollen ab 2035 nur noch emissionsfreie klimaneutrale Neufahrzeuge in der EU zugelassen werden dürfen. Für Verbrennungsmotoren bedeutet dies, dass diese mit synthetisch hergestellten Kraftstoffen (E-Fuels) zu betreiben sind. Die sogenannten Flottengrenzwerte für Autos sollen bis 2035 auf null sinken. Zwischenziel bis 2030 ist eine Reduktion der Pkw-Emissionen um 55 %. Inwieweit E-Fuels für Neuwagen zulässig sind, ist abschließend noch nicht final bewertet. Jedoch ist davon auszugehen, dass E-Fuels nur eine untergeordnete Rolle für Kleinserien oder Sonderfahrzeuge spielen. Der Hauptfokus richtet sich auf den Ausbau der Elektromobilität. Die Gesamtentscheidung sollte im Jahr 2026 überprüft und ggf. angepasst werden. Auf Grund der aktuellen weltpolitischen Geschehnisse wird die Überprüfung auf 2025 vorgezogen, wobei im Vorfeld bekräftigt wurde, dass bei dieser Überprüfung keine Technologie von vornherein ausgeschlossen werde.

## Deutscher Mobilitätsgipfel und Autogipfel

Gleiche Tendenzen zeigen die Ergebnisse des Deutschen Mobilitätsgipfels im Januar 2023. Eine Spitzenrunde aus der Politik, der Auto- und Mobilitätsbranche sowie Teilnehmern von Seiten der Arbeitnehmer, der Wissenschaft und Gesellschaft traf sich Anfang Januar 2023 im Kanzleramt, um die aktuellen Ziele und den Handlungspfad der Mobilitätswende als "Strategieplattform Transformation der Automobil- und Mobilitätswirtschaft" zu besprechen. Wichtiges Fokusthema hierbei war unter anderem der Ausbau der E-Ladeinfrastruktur und wie der Markthochlauf der Elektromobilität weiter beschleunigt werden kann. Die Ziele, 15 Mio. zugelassene Elektroautos bis 2030 sowie 1 Mio. öffentlicher Ladepunkte zu errichten, wurden bekräftigt.

Beim Autogipfel im November 2023 forderte der Verband der Automobilindustrie (VDA) Planungssicherheit und verlässliche Rahmenbedingungen bei der E-Mobilität, um die Ziele erreichen zu können. Hierbei spielen vor allem die Anschaffungskosten von elektrischen Fahrzeugen sowie die Ladeinfrastruktur eine zentrale Rolle.

### 5-Punkte Aktionsplan

Die EU-Kommission will die angeschlagene Autoindustrie mit einem Aktionsplan stärken und wieder auf Kurs bringen. Im in Brüssel im Frühjahr 2025 vorgestellten Plan wurden fünf vorrangige Handlungsfelder definiert: Digitalisierung, Klimaschutz, Wettbewerbsfähigkeit, Arbeitnehmerinteressen und die internationale Ausrichtung der Branche.

#### **7.1.1.2 Rechtliche Rahmenbedingungen**

Das Thema Elektromobilität betreffend gelten in Deutschland eine Vielzahl an Gesetzen sowie einzuhaltende Richtlinien und Vorgaben. Folgende Abschnitte geben einen kurzen Überblick über wichtige Punkte. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit oder Richtigkeit, die Auflistung ersetzt keine juristische oder steuerrechtliche Beratung. Eine weitergehende Übersicht, die regelmäßig aktualisiert wird, ist der Leitfaden Ladeinfrastruktur<sup>4</sup> des Verbands der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE).

### Ladesäulenverordnung

Die Ladesäulenverordnung regelt die technischen Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für elektrisch betriebene Fahrzeuge sowie Aspekte des Betriebes von Ladepunkten wie Authentifizierung, Nutzung und Bezahlung. So muss bspw. jeder Normalladepunkt, an dem das Wechselstromladen möglich ist aus Gründen der Interoperabilität mindestens mit einer

---

<sup>4</sup> <https://www.dke.de/de/arbeitsfelder/mobility/technischer-leitfaden-ladeinfrastruktur-elektromobilitaet>

Steckdose oder Kupplung des Typs 2 ausgestattet sein. Für Gleichstromladepunkte gilt, dass mindestens eine Kupplung des Typs Combo 2 angeschlagen ist.

Wichtige Anzeige-, Melde- und Nachweispflichten für Betreiber von Ladepunkten werden ebenfalls aufgeführt. Betreiber sind verpflichtet der Regulierungsbehörde sowie den zuständigen Netzbetreibern die Inbetriebnahme und die Außerbetriebnahme von Ladepunkten elektronisch anzuzeigen bzw. sich vor Umsetzungsbeginn ab einer Gesamtladeleistung (Summenbemessungsleistung) von größer 12 kVA genehmigen zu lassen.

Sonstige allgemein geltende technische Anforderungen, insbesondere Anforderungen an die technische Sicherheit von Energieanlagen sind dem Energiewirtschaftsgesetz zu entnehmen.

#### Mess- und Eichrecht

Das Gesetz enthält die einzuhaltenden Rahmenbedingungen und Vorgaben an die gewerbliche Abgabe von Verbrauchsgütern, unter anderem Strom. Dies umfasst auch die Abgabe bzw. den Verkauf von Ladestrom für Elektrofahrzeuge.

#### Weitere Gesetze

Des Weiteren sind Aspekte des Elektromobilitätsgesetzes (EmoG), des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG), des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), des Messstellenbetriebsgesetzes (MBG), die Niederspannungsanschlussverordnung, das Gebäudeelektromobilitätsinfrastrukturgesetz (GEIG), sowie der Stromsteuerverordnung und des Stromsteuergesetzes (StromStG) für die Thematik Ladeinfrastruktur relevant.

Zudem ist die bayerische Bauordnung (BayBO) zu berücksichtigen.

#### Bayerische Bauordnung

Gemäß bayrischer Bauordnung – BayBo Art. 57 (1) 16. b) verfahrensfrei sind folgende sonstige Anlagen – Ladestationen für Elektrofahrzeuge einschließlich technischer Nebenanlagen.

### **7.1.2 GIS-basierte Grundlagenanalyse**

Die GIS-basierte Grundlagenanalyse dient zur Lokalisierung von Standorten bzw. Potenzialräumen für die Errichtung von öffentlicher Ladeinfrastruktur unter gewissen Einschränkungen

und Vorgaben. Wichtig zu vermerken ist, dass die Potenzialräume unabhängig von den tatsächlichen Besitzverhältnissen der Flächen und nicht in direkter Abstimmung mit dem Netzbetreiber identifiziert werden. Die rechtlichen Aspekte sowie die Bereitstellung der elektrischen Anschlussleistung mit ggf. notwendigen baulichen Maßnahmen sind gesondert im Nachgang zu bewerten.

Die Analyse ist eine strategische Betrachtung zur ersten Identifizierung möglicher Standorte ohne Ausarbeitung von Details wie bspw. Leitungsführung für die einzelnen Standorte.

Aufbauend auf einer Grundlagenanalyse erfolgen mehrere Analysestufen. Grundlage bilden geografische und infrastrukturelle Bestandsdaten sowie allgemeine öffentliche Daten zum Stand der Mobilität. Überdies fließen Ergebnisse öffentlicher Analysen bezüglich des prognostizierten Ladebedarfs bis 2030 und dem darauf basierenden Bedarf für öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur mit ein. Hierauf aufbauend werden in einem mehrstufigen Verfahren Potenzialräume und potenzielle Ladepunktstandorte lokalisiert.

Alle Analyseergebnisse sind im Online-GIS abrufbar und werden im Folgenden kurz abgefasst.

#### **7.1.2.1 Bestandsanalyse**

Insgesamt gibt es bereits ein Grundangebot öffentlicher Ladeleistung, jedoch kein direktes Ladeangebot in den drei größten Gemeindeteilen – Tiefenbach, Kirchberg und Haselbach. So betreibt der Ladenetzbetreiber City Watt GmbH an zwei Standorten Normalladestationen mit einer Ladeleistung bis maximal 22 kW, diese befinden sich jedoch außerhalb der Gemeindeteile.<sup>5</sup>

Die Bundesnetzagentur veröffentlicht zudem die im Rahmen der Ladesäulenverordnung (LSV) gemeldeten Daten zur öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur in Deutschland. Hier-

---

<sup>5</sup> <https://www.citywatt.de/ladenetz/>

bei sind zwei weitere Standorte im Ortsteil Tiefenbach aufgeführt, jedoch ist davon auszugehen, dass die gemeldeten Ladeangebote nicht vorhanden sind und es sich um fehlerhafte Meldungen handelt.

In den kleineren zugehörigen Gemeindeteilen gibt es aktuell keine öffentlichen Lademöglichkeiten. Jedoch handelt es sich hierbei im Regelfall um kleinere Ansammlungen von Gehöften und/oder Ein- bzw. Mehrfamilienhäuser mit privaten Stellplätzen, welche ausreichend Möglichkeiten bieten private Ladepunkte zu errichten.

### **7.1.2.2 Bedarfsprognose auf Basis des StandortTOOL**

Das Standort-Tool der NOW GmbH ist ein zentrales digitales Instrument zur Erfassung, Analyse und strategischen Planung von Infrastrukturen für alternative Antriebe in Deutschland. Es bietet eine interaktive Kartendarstellung, die bestehende und geplante Standorte von Ladepunkten, Wasserstofftankstellen sowie weiteren alternativen Betankungsmöglichkeiten visualisiert. Durch die Bereitstellung detaillierter Standortdaten unterstützt das Tool gezielt den Ausbau nachhaltiger Mobilitätslösungen und dient Unternehmen, Kommunen sowie Behörden als wertvolle Planungsgrundlage. Zudem erleichtert es die Identifikation geeigneter Standorte für neue Infrastrukturen, indem es für verschiedene Szenarien den Ladebedarf bis 2035 prognostiziert. Hieraus ist die Notwendigkeit zur Errichtung öffentlicher Ladeinfrastruktur ableitbar.

#### 2030

Die Analyseergebnisse zeigen für ein minimales Bedarfsszenario und der Annahme einer hohen Verfügbarkeit nicht öffentlich zugänglicher Ladepunkte einen sehr geringen bis keinen Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur, da der Bedarf über Privatladepunkte gedeckt ist. Im Ortsteil Haselbach wird ein geringer Bedarf, im Ortsteil Tiefenbach selbst ein geringer bis mäßig geringer Bedarf verortet. Im mittleren Bedarfsszenario steigt der prognostizierte Bedarf in beiden Ortsteilen geringfügig an. Zudem wird ein sehr geringer Bedarf im Ortsteil Kirchberg sowie weiteren Ansiedlungen verortet. Unter der Annahme eines maximalen Bedarfsszenarios und einer geringen Verfügbarkeit öffentlicher Ladeleistung steigt der Bedarf öffentlicher Ladeleistung vor allem im Ortsteil Tiefenbach moderat an.

## 2035

Für das Zieljahr 2035 zeigen die Prognosen ähnliche Symptomatik. In einem minimalen Bedarfsszenario ergibt sich ein geringer bis mäßig geringer Bedarf in den Ortsteilen Tiefenbach, Kirchberg und Haselbach sowie ein geringer Bedarf in den kleineren Ortsteilen. Für ein mittleres Referenzszenario steigt der Bedarf für benötigte öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur in den Ortsteilen Tiefenbach und Haselbach. Für ein maximales Bedarfsszenario steigt der Bedarf in den drei größeren Ortsteilen auf einen unteren mittleren Bedarf weiter an, wobei Tiefenbach selbst den höchsten Bedarf verortet.

### **7.1.2.3 Standortanalyse**

Die Standortanalyse ermittelt über ein mehrstufiges Verfahren, basierend auf den bisherigen Ergebnissen Potenzialräume und potenzielle Ladepunktstandorte. Ein Bestandteil ist die Lokalisierung geeigneter freier Flächen, Parkplätze und Parkraum sowie die Definition und Gewichtung verschiedener Points of Interest. Je nach gewähltem Ausbauszenario werden die Standorte angezeigt. Die Grundvoraussetzungen seitens der elektrischen Infrastruktur und Netzsituation sowie Eigentumsverhältnisse werden hierbei nicht berücksichtigt. Welche Standorte bevorzugt aufzubauen sind, muss in Abhängigkeit der durch die Gemeinde Tiefenbach zu entwickelnden Ausbaustrategie beschlossen werden. Ziel ist nicht alle Standorte, sondern gezielt ausgewählte einzelne Standorte aufzubauen. Das Ergebnis zeigt mögliche, gut bis sehr gut geeignete Standorte hierfür an.

Im ersten Ausbauszenario wurden fünf Potenzialräume mit insgesamt sieben Standorten identifiziert. Im weiterentwickelten Szenario sind weitere sieben Potenzialräume bzw. Potenzialraumerweiterungen sowie acht Standorte für den Aufbau von Ladeinfrastruktur lokalisiert worden. Im letzten Szenario ergeben sich fünf weitere Potenzialräume bzw. Potenzialraumerweiterungen, joch keine weiteren direkten Standorte für Ladeinfrastruktur.

Ein Großteil des Potenzials zum Aufbau von Ladeinfrastruktur fokussiert sich auf den Gemeindekern Tiefenbach sowie den Gebietsumgriff bzw. Randbereich um Tiefenbach sowie die Kerngebiete der Ortsteile Kirchberg und Haselbach.

#### **7.1.2.4 Prognose Ladeenergiebedarf**

Basierend auf den Analyseergebnissen sowie eines prognostizierten Fahrzeughochlauf aus einer Studie des Verbands der Automobilindustrie (VDA) lassen sich Ladeenergiebedarfe abschätzen, hierfür nutzt das IfE Planungs- und Berechnungslösungen der Localiser RLI GmbH.

Es ergibt sich für den Ortsteil Tiefenbach eine Ladeenergiebedarfsprognose resultierend aus der Bevölkerung und den POI von ca. 90.000 kWh pro Jahr für das Jahr 2030 sowie ca. 35.000 kWh pro Jahr für den Ortsteil Haselbach und ca. 20.000 kWh pro Jahr für den Ortsteil Kirchberg. Für das Jahr 2035 steigt der prognostizierte Ladeenergiebedarf auf ca. 175.000 kWh/a in Tiefenbach, auf ca. 40.000 kWh/a in Kirchberg und ca. 67.000 kWh/a in Haselbach.

#### **7.1.3 Fazit**

Im Allgemeinen ist festzuhalten, dass die Gemeinde Tiefenbach über ein Grundangebot an öffentlicher Lademöglichkeiten für Elektroautos verfügt, jedoch über keine Angebote in den Ortskernen. Für den bereits vorhandenen sowie einen zukünftig zu erwartenden Ladebedarfsanstieg sind geeignete Standorte lokalisiert und definiert worden. Zur Abdeckung des Bedarfs sowohl für Anwohner und die Bürgerschaft als auch Besucher oder Touristen bieten sich mehrere gut geeignete Parkplätze und Standorte an. Die aktuelle Situation und die Ausbaumöglichkeiten sind als gut zu bewerten.

### **7.2 Schwerpunktprojekt Parkplatz-Photovoltaik**

Im Zuge der Bearbeitung des Energienutzungsplans wurde betrachtet, inwieweit die Realisierung einer Parkplatz-Photovoltaik auf dem öffentlichen Parkplatz im Ortsteil Haselbach in der Sonnenstraße in unmittelbarer Nähe zum Freibad Haselbach zielführend ist. Hierfür wurde eine Grobanalyse durchgeführt, auf Grund der örtlichen Situation wurde auf eine Detailbetrachtung unter Abstimmung mit der Gemeinde Tiefenbach verzichtet.

## 7.2.1 Grundlagen

### 7.2.1.1 Vorteile und Hürden

Parkplatz-Photovoltaik (Parkplatz-PV) bezeichnet die Installation von Solarmodulen über Parkflächen, um erneuerbare Energie zu erzeugen. Nach dem Erneuerbaren Energiegesetz EEG zählen sie zu den sogenannten „besonderen Solaranlagen“ und bieten gegenüber klassischen Solarparks einen zentralen Vorteil: die Lösung ermöglicht eine doppelte Flächennutzung, indem sie Parkplätze nicht nur als Stellflächen, sondern gleichzeitig zur nachhaltigen Energieerzeugung nutzt ohne zusätzliche Flächen zu versiegeln sowie Nutzungskonflikte und Flächenkonkurrenz vermieden wird. Die erzeugte Energie kann für den Eigenverbrauch, die Einspeisung ins Stromnetz oder das Laden von Elektrofahrzeugen verwendet werden.

Eine Parkplatz-Photovoltaikanlage bietet zudem zahlreiche weitere Vorteile, sowohl für Nutzer als auch für Betreiber. Sie dient als effektiver Sonnen- und Witterungsschutz, indem sie Fahrzeuge vor intensiver Sonneneinstrahlung oder Regen abschirmt. Dadurch steigt der Komfort für die Nutzer, da sich Fahrzeuge im Sommer weniger aufheizen und im Winter vor Vereisung geschützt sind. Zudem kann eine integrierte Beleuchtung die Sicherheit und Benutzerfreundlichkeit des Parkplatzes verbessern.

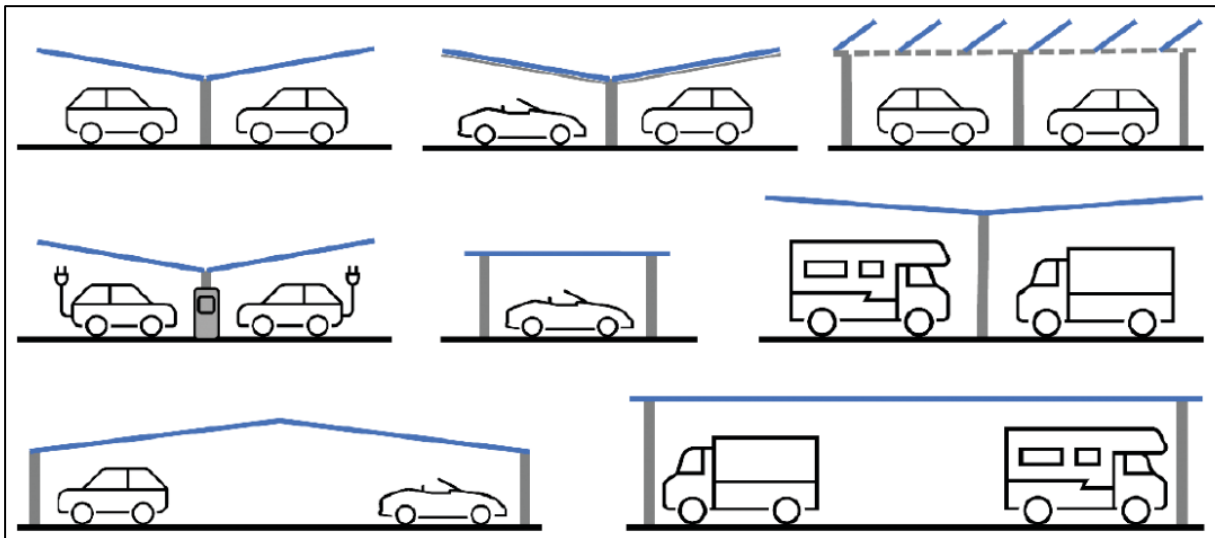
Ein weiterer Vorteil ist die gute Solareignung vieler Parkflächen. Da Parkplätze meist frei von hohen Gebäuden oder Bäumen sind, gibt es nur wenig Verschattung, sodass die Solarmodule eine hohe Energieausbeute erzielen können. Dies macht Parkplatz-PV zu einer besonders effizienten Möglichkeit der erneuerbaren Stromgewinnung.

Darüber hinaus trägt eine solche Anlage zur positiven Imagebildung bei. Unternehmen und Kommunen, die auf nachhaltige Energiequellen setzen, können dies für ihr Umweltmanagement und Öko-Audits nutzen, was ihre ökologische Verantwortung unterstreicht. Gleichzeitig verbessert die Nutzung von Solarenergie die CO<sub>2</sub>-Bilanz, indem sie den Bedarf an fossilen Energieträgern reduziert und somit aktiv zum Klimaschutz beiträgt.

Auch wirtschaftlich sind Parkplatz-PV-Anlagen je nach Anwendungsfall attraktiv: Unternehmen und Kommunen profitieren durch geringere Stromkosten sowie, je nach Förderkulisse

durch verschiedene Förderprogramme bei der Errichtung und der gesetzlichen Einspeisevergütungen gemäß EEG. Darüber hinaus kann die dezentrale Stromproduktion zur Netzstabilität beitragen und durch Batteriespeicher ergänzt werden, um den Eigenverbrauch weiter zu optimieren.

Es ist jedoch anzumerken, dass die Errichtung von Parkplatz-Photovoltaikanlagen mit einigen Hürden einhergeht. So ist mit verhältnismäßig hohen Investitionskosten im Vergleich zu Freiflächen- oder Dachanlagen zu rechnen. Die Kosten setzen sich hierbei zusammen aus den Kosten für die PV-Anlage selbst, der tragenden Unterkonstruktion inklusive Fundament oder Verankerung sowie der Netzverknüpfung inklusive Anschlussleitung und Tiefbau. Die Besonderheit hierbei im Vergleich zu Freiflächenanlagen ist, dass im Regelfall die Anlage nachgerüstet wird und der Untergrund bereits entsprechend aufbereitet wurde bzw. nach der Montage wieder als Parkfläche herzustellen ist. Zudem muss die Konstruktion der Anlagen so ausgelegt sein, dass sie Wind- und Schneelasten standhält. Je nach Anwendungsfall und individueller Vorstellung sind verschiedene Systemdesigns, wie in Abbildung 23 veranschaulicht möglich, ebenso die zum Einsatz kommenden Materialien und Baustoffe für die Unterkonstruktion.



**Abbildung 23: Systemdesign Parkplatz-PV (Fraunhofer ISE - Faktenpapier Photovoltaik-Parkplätze (2022))**

Ein weiteres Hindernis stellt das Genehmigungsverfahren dar, dass je nach Anwendungsfall und Vorschriften komplex und zeitaufwendig sein kann. So ist eine Baugenehmigung und im Außenbereich ein Bebauungsplan notwendig. Wichtige statische und baurechtliche Anforderungen, welche bei der Antragsstellung zu berücksichtigen sind, sind unter anderem die Verwendung von PV-Modulen mit Überkopfzulassung, Erfüllung spezifischer Brand- und Blitzschutzvorgaben, Überprüfung und ggf. Ertüchtigung des bestehenden Parkplatzes auf Tragfähigkeit oder ein Konzept zur Oberflächenentwässerung. Zudem ist der Planungsaufwand nicht zu unterschätzen, gerade unter Aspekten des Bodenunter- und -aufbaus, verschiedener Fundierungstypen sowie dem Gelände bzw. dem Geländere relief. Verkompliziert wird die Thematik hierdurch, dass keine bundeseinheitlichen Regelungen bestehen.

Der Netzanschluss von Parkplatz-Photovoltaikanlagen kann zudem eine wesentliche Herausforderung darstellen, da die Einspeisung großer Energiemengen die Netzstabilität beeinflussen kann. Vor der Installation ist daher eine Netzanschlussprüfung erforderlich, um die Netzkapazität zu bewerten und mögliche Engpässe zu identifizieren. Dabei müssen Faktoren wie die vorhandene Netzbelastung, die Einspeisespannung und eventuelle Verstärkungsmaßnahmen berücksichtigt werden. In einigen Fällen sind Netzoptimierungen oder zusätzliche Transformatoren notwendig, um eine sichere und effiziente Einspeisung des erzeugten Stroms zu gewährleisten.

Auf Grund dieser Tatsachen variieren die spezifischen Investitionskosten sehr stark und sind je nach Anwendungsfall einzeln zu erörtern. Im Regelfall bewegen sich die spezifischen Investitionskosten zwischen 1.500 € bis 2.500 € pro kW je nach Anwendungsfall und Anlagengröße.

### 7.2.1.2 Gesetzliche Pflichten<sup>6 7</sup>

Aktuell haben bereits einigen Bundesländern Solarpflichten für Parkplatz-PV erlassen, unter anderem die bayerischen Nachbarbundesländer Baden-Württemberg und Hessen sowie einige weitere. Grundsätzlich besteht eine Verpflichtung zur Installation von Parkplatz-Photovoltaikanlagen bei neu errichteten Parkplätzen, mit Ausnahme der Regelung in Baden-Württemberg. Die gesetzlichen Vorgaben unterscheiden sich jedoch in verschiedenen Aspekten, insbesondere hinsichtlich der Mindestanzahl an Stellplätzen, ab der die Pflicht greift, sowie der konkreten rechtlichen Umsetzung.

In Bayern existiert keine gesetzliche Verpflichtung.

### 7.2.1.3 Potenziale

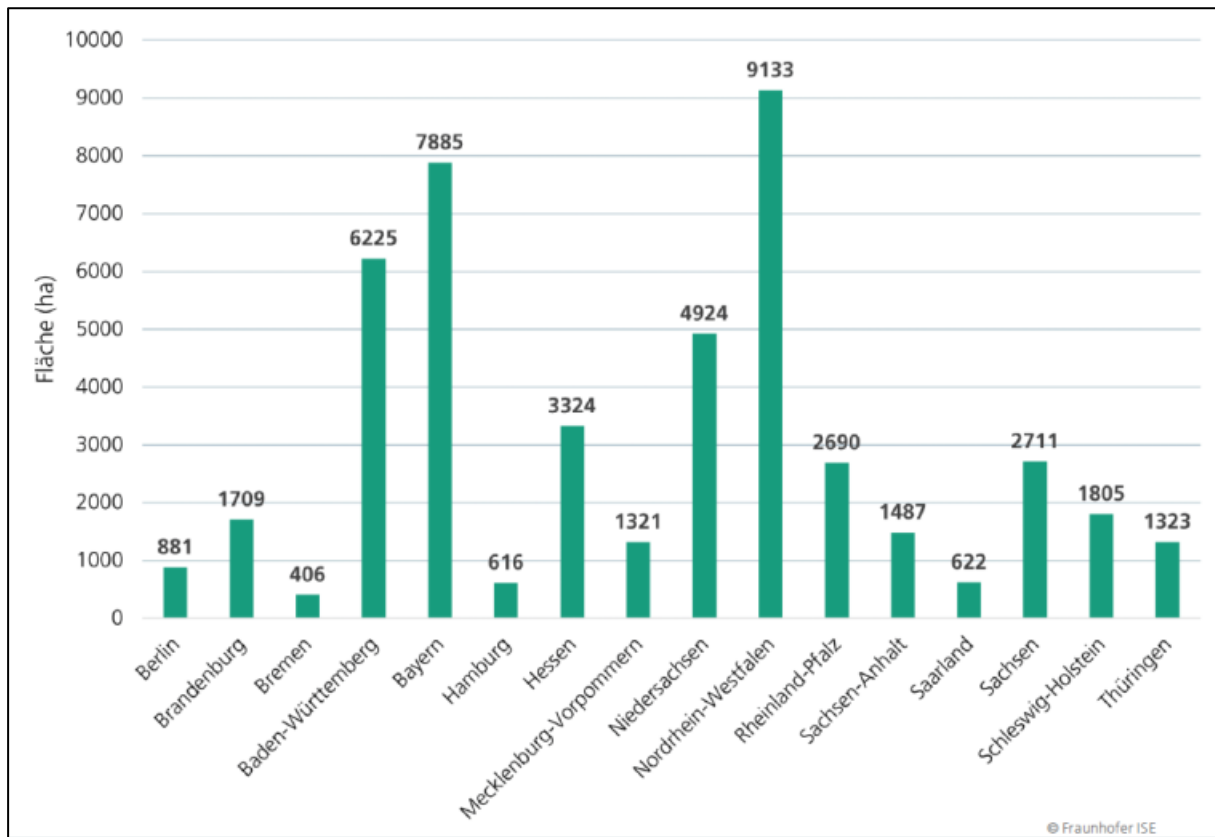
Analysen des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme ISE zufolge gibt es in Deutschland etwa 47.060 Hektar Parkplatzfläche, wobei auf Bayern ca. 7.890 Hektar entfallen- wie Abbildung 24 zeigt. Würden diese vollständig für Photovoltaikanlagen genutzt, könnte ein technisches Flächenpotenzial von ca. 284 Quadratkilometern erschlossen werden, was einer installierbaren Leistung von 59 GW entspricht, hiervon entfallen ca. 8,5 GW als technisches Potenzial auf Bayern. Theoretisch ließe sich damit etwa ein Drittel der für 2030 angestrebten

---

<sup>6</sup> [Photovoltaikpflicht für Dach und Parkplätze: Was gilt wo?](#)

<sup>7</sup> [KNE | Länderspezifische Regelungen für Parkplatz-Photovoltaik | Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende](#)

Photovoltaik-Leistung decken. Eine Auswertung des Marktstammdatenregisters zeigt jedoch, dass bislang nur ein sehr geringer Teil dieses Potenzials genutzt wird.<sup>8</sup> QUELLEN



**Abbildung 24: Gesamtfläche Parkplätze pro Bundesland**

#### 7.2.1.4 Vergütung gemäß EEG

Mit der Novellierung des EEG 2023 sind Parkplatz-Photovoltaikanlagen förderfähig, sofern sie ab dem 1. Januar 2023 in Betrieb genommen wurden. Zusätzlich müssen die Parkflächen die Vorgaben und Richtlinien der Bundesnetzagentur erfüllen. Hierzu zählt beispielsweise, dass die Parkplätze nicht vorrangig zur Errichtung von Solaranlagen erschlossen wurden, die Größe der Parkplätze verhältnismäßig zum Parkbedarf ist und die PV-Anlage die Nutzung

<sup>8</sup> [KNE | Länderspezifische Regelungen für Parkplatz-Photovoltaik | Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende](#)

der Flächen als Parkplatz nicht wesentlich beeinträchtigt. Im Zuge des Solarpaket I 2024 wurde zudem das Untersegment „Besondere Solaranlagen“ mit eigenen Ausschreibungsvolumina und Vergütungssätzen eingeführt, wobei aktuell noch die beihilferechtliche Genehmigung der Europäischen Kommission aussteht.

#### Parkplatz-PV-Anlage > 1 MW

Besondere Solaranlagen, die im Fall der Buchstaben a bis e gemäß § 37 Absatz 1 EEG den Anforderungen entsprechen, die in einer Festlegung der Bundesnetzagentur nach § 85c EEG an sie gestellt werden und auf Parkflächen errichtet werden und größer 1 MW sind, sind zur Ermittlung der Vergütungsansprüche verpflichtet an den Ausschreibungen der Bundesnetzagentur teilzunehmen.

Der Höchstwert beträgt hierbei im Jahr 2024 9,5 Cent pro Kilowattstunde. Der Höchstwert ergibt sich ab dem Jahr 2025 aus dem um 8 Prozent erhöhten Durchschnitt der Gebotswerte des jeweils höchsten im Untersegment für besondere Solaranlagen nach § 37d Absatz 1 Nummer 1 EEG im Verfahren nach § 37d Absatz 2 EEG noch bezuschlagten Gebots der letzten drei Gebotstermine, deren Zuschläge bei der Bekanntmachung des jeweiligen Gebotstermins nach § 29 EEG bereits nach § 35 Absatz 1 EEG bekanntgegeben waren, dabei beträgt er jedoch höchstens 9,5 Cent pro Kilowattstunde.

Die Ausschreibungsvolumen für besondere Solaranlagen wachsen im Rahmen der bestehenden Freiflächenausschreibungen von 300 MW (2024) auf bis zu 2.075 MW (2029) pro Jahr an.

#### Parkplatz-PV-Anlage < 1 MW<sup>9</sup>

Der anzulegende Wert gemäß § 48 EEG erhöht sich für besondere Solaranlagen mit einer lichten Höhe von mindestens 2,10 Metern um die Differenz zwischen dem jeweils im vorangegangenen Kalenderjahr im Untersegment für besondere Solaranlagen nach § 37b Absatz 2

---

<sup>9</sup> [Solar/Photovoltaik im EEG 2023: Förderung der Stromeinspeisung für den Zeitraum Februar 2025 bis Juli 2025](#)

EEG geltenden Höchstwert und dem anzulegenden Wert nach § 48 Absatz 1 EEG. Ab dem Kalenderjahr 2025 entspricht dies einer Vergütung von max. 9,5 Cent pro Kilowattstunde exklusive Direktvermarktungsgebühr.

Für die Berechnung der Vergütungsansprüche gemäß Erneuerbare Energiegesetz ist der Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Anlage entscheidend. Die Systematik zur Berechnung der Vergütungsansprüche ist dem Gesetz zu entnehmen oder bei der Bundesnetzagentur einsehbar.

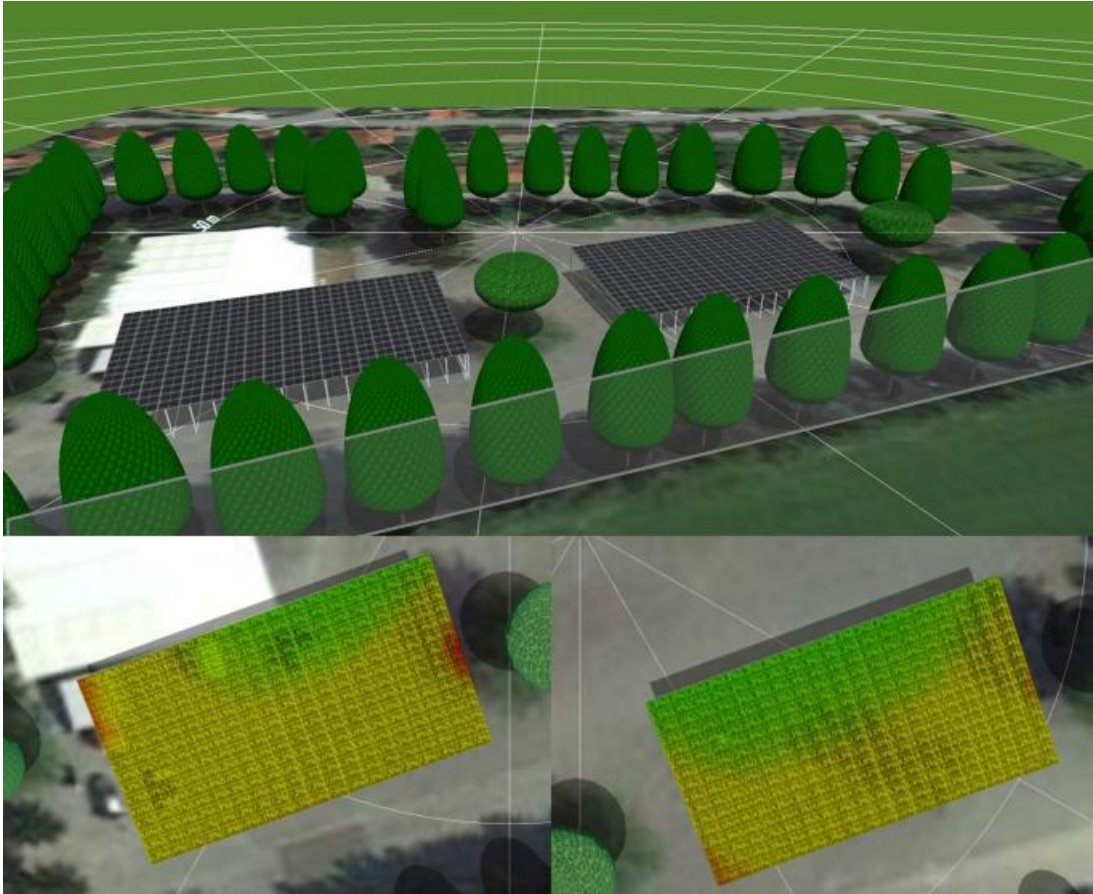
### **7.2.2 Betrachtung Parkplatz-PV-Anlage Haselbach**

Zur Bewertung der PV-Anlage und zur Größenbestimmung wurde eine softwaregestützte Simulation inklusive Verschattungsanalyse durchgeführt. Hierdurch ergeben sich wichtige Kennwerte wie der spezifische Ertrag und der zu erwartende Jahresertrag. Abbildung 25 zeigt den Aufbau des Simulationsmodells sowie erste Ergebnisse der Simulation bzw. der Verschattungsanalyse.

#### **Simulation – Anlagenleistung, spez. Kennwerte und Jahresertrag**

Im ersten Schritt wurden zwei Parkplatzüberdachungen im mittleren Bereich der Parkfläche betrachtet, welche eine Fläche von ca. 1.250 m<sup>2</sup> überspannen. Die Anlagen haben summiert eine PV-Generatorleistung von ca. 265 kWp und erzeugen bei einem spezifischen Jahresertrag von ca. 1.000 kWh/kWp eine zur Verfügung stehende Jahresenergiemenge von ca. 262.000 kWh/a.

Im weiteren Projektfortschritt kristallisierte sich heraus, dass die südliche Baumreihe auf Grund von Beschädigungen entfernt werden muss. Hierdurch ist es möglich, die Positionierung der Parkplatz-PV-Anlagen neu zu überdenken und die PV-Anlage, wie in Abbildung 25 schematisch angedeutet, über der südlichsten Parkreihe zu positionieren. Auf den Aufbau eines weiteren Simulationsmodells sowie der Simulation der leicht abgeänderten Umstände wurde unter Abstimmung mit der Gemeinde aus Kosten-Nutzen-Gründen verzichtet. Unter der Annahme einer ca. 300 kWp großen PV-Anlage und einem höheren spezifischer Ertrag von ca. 1.100 kWh/kWp ergibt sich eine prognostizierte Energiemenge von ca. 326.000 kWh pro Jahr.



**Abbildung 25: Parkplatz-PV-Anlage Haselbach (Quelle: PV-Sol - Valentin Software GmbH)**

#### Wirtschaftliche Skizze

Für eine erste oberflächliche wirtschaftliche Skizzierung, ob die Errichtung einer Parkplatz-PV-Anlage zielführend ist oder nicht, wurden folgende Annahmen getroffen:

- Spez. Investitionskosten 1.500 €-netto/kWp (PV-Anlage & Unterkonstruktion)
- Betriebskosten 1,4 % der Investitionskosten
- Vergütung 9,5 ct/kWh
- Kalkulatorischer Zinssatz 2,0 %
- Betrachtungszeitraum 20 Jahre (angelehnt an EEG-Vergütungszeitraum)
- Stromnutzung Volleinspeiser (kein Abnehmer vor Ort)

Hierdurch ergeben sich Investitionskosten in Höhe von ca. 450.000 € für die Parkplatz-PV-Anlage ohne ggf. zusätzlicher Kosten, welcher für den Netzanschluss anfallen sowie, falls notwendig, für eine Netzverstärkung. Die jährlichen Kosten, Kapitalkosten sowie Wartungs- und Betriebskosten belaufen sich auf ca. 38.000 € jährlich. Dem gegenüber stehen Einnahmen in Folge der EEG-Vergütung von ca. 31.000 € jährlich. In der überschlägigen Berechnung nicht berücksichtigt sind zudem Kosten für die Direktvermarktung des PV-Stroms, Kosten für ggf. notwendige infrastrukturelle Maßnahmen sowie Kosten für den Planungs- und Genehmigungsprozess.

Zudem ergab eine schnelle Netzanschlussprüfung, dass das örtliche Stromnetz aller Voraussicht nach die zusätzliche Einspeiseleistung nicht aufnehmen kann. Auf eine Anfrage, welche genauere Auskunft geben soll, wurde unter Abstimmung mit der Gemeinde verzichtet.

### **7.2.3 Fazit**

Die überschlägige Betrachtung zeigt, dass aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine Umsetzung der Anlage zum aktuellen Zeitpunkt nicht zielführend ist.

### **7.3 Detailprojekt Wärmenetz**

Ein weiteres Schwerpunktprojekt des digitalen Energienutzungsplanes für die Gemeinde Tiefenbach war die Untersuchung des Aufbaus eines Wärmenetzes unter Berücksichtigung aller ökologischen und auch ökonomischen Aspekte. Hauptbeweggründe der Kommune für die Untersuchung eines Wärmenetzgebiets sind die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gemeindegebiet und die Erfüllung der Ziele der Bundesregierung. Zudem sollen in den kommenden Jahren Neubaugebiete entlang der Hauptstraße entstehen, für welche ebenfalls eine klimafreundliche Wärmeversorgung sichergestellt werden sollen. Ziel des Detailprojekts war die Erkundung eines Gebietsumgriffs mit einer gut geeigneten Wärmebelegungsdichte zum Aufbau eines wirtschaftlichen Wärmeverbunds. Für dieses Betrachtungsgebiet soll eine grobe Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt werden, welche sich als Vergleich zu einer dezentralen Wärmeversorgung messen muss.

#### **7.3.1 Rechtliche Vorgaben für Neubauten und Wärmenetze**

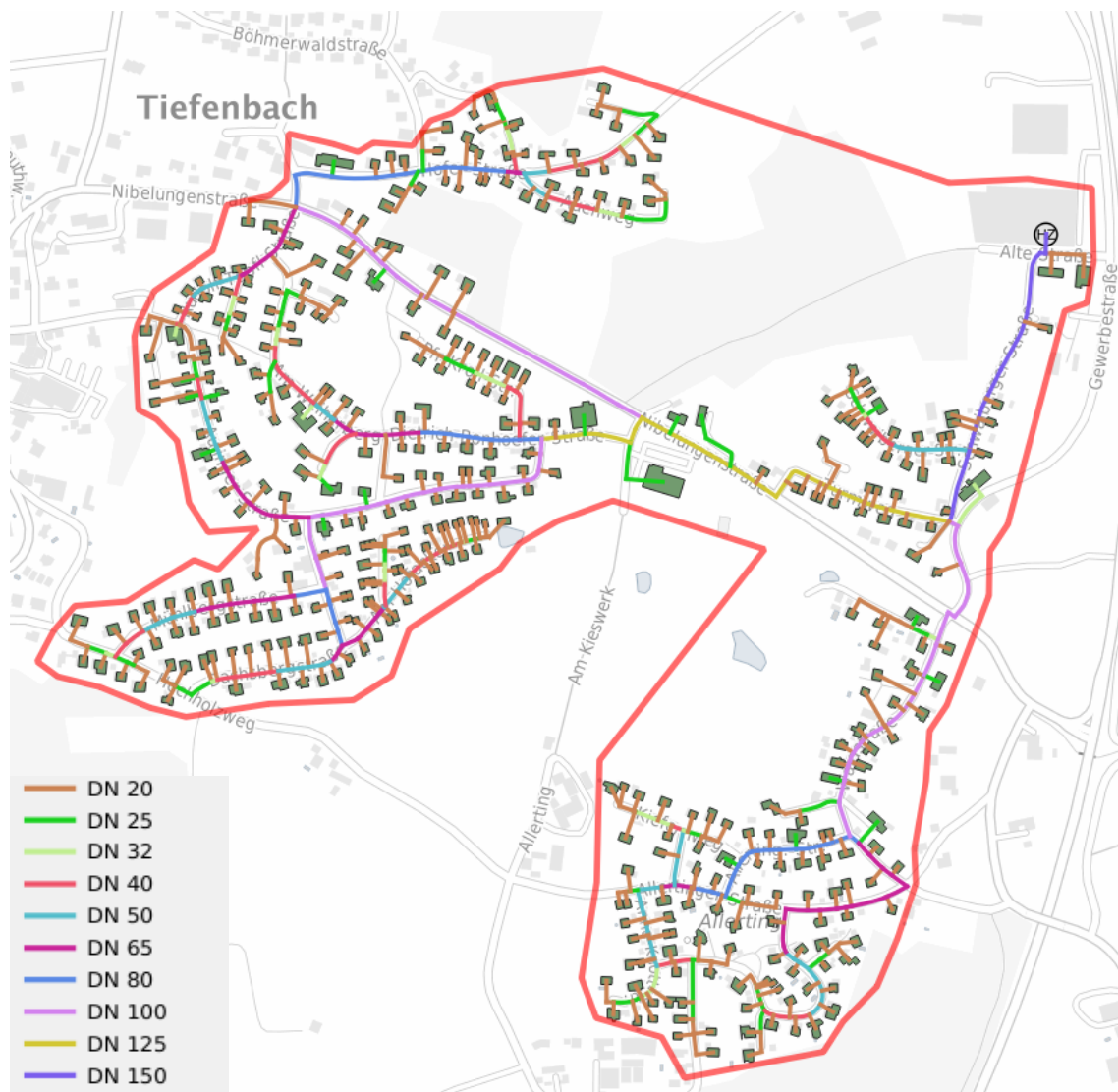
Über das GEG wurden die Vorgaben für Wärmeerzeugungsanlagen hinsichtlich des zu nutzenden Anteils an erneuerbaren Energien verschärft: mindestens 65 % der Wärme für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser für Neubauten in Neubaugebieten muss mit Inkrafttreten des Gesetzes aus erneuerbaren Energien gewonnen werden, für Bestandsbauten und Neubauten in Baulücken gilt diese Vorgabe erst mit Abschluss der kommunalen Wärmeplanung, spätestens ab Ende Juli 2028. Der Nachweis über die Einhaltung der rechtlichen Vorgaben ist entweder rechnerisch über das Berechnungsverfahren nach DIN V18599: 2018-09 zu erbringen oder über den Einbau von vorgeschlagenen Wärmeerzeugerkombinationen erfüllbar. Zusätzlich sind Anforderungen an die verschiedenen Heizungsanlagen in Bezug auf den Brennstoffeinsatz bei Biomasseheizungen sowie zum Gebäudestandard bei Nutzung direktelektrischer Wärmeerzeuger gestellt. An die Nutzung von elektrisch betriebenen Wärmepumpen oder den Anschluss an ein Wärmenetz werden keine rechtlichen Vorgaben an den Gebäudeeigentümer gestellt, die Vorgaben des GEG werden mit Anschluss an ein Wärmenetz automatisch eingehalten und die zugehörigen Pflichten an den Wärmenetzbetreiber übertragen. Diese Anforderungen sind größtenteils im WPG zu finden.

Laut WPG ist in bestehenden Wärmenetzen ab 2030 ein Wärmeanteil von 30 % über erneuerbare Energien oder Abwärme bereitzustellen, 2040 steigt dieser Wert auf 80 % an. Bei Bau von neuen Wärmenetzen ist mit Betriebsbeginn 65 % der Wärmemenge über erneuerbare Energien oder Abwärme sicherzustellen, wobei in großen Netzen mit einer Länge von mehr als 50 km der Wärmeanteil aus Biomasse auf 25 % limitiert ist. Ab 2045 ist von allen Wärmenetzen ein EE- bzw. Abwärme-Anteil von 100 % einzuhalten, wobei bei Wärmenetzen mit einer Trassenlänge von mehr als 50 km der Biomasseanteil auf 15 % beschränkt ist.

Im Hinblick auf die Vielzahl an neuen bzw. teilweise verschärften rechtlichen Anforderungen birgt die dezentrale Wärmeversorgung sowohl technische als auch finanzielle Herausforderungen für die Gebäudeeigentümer. Aus diesem Grund ist der Anschluss an ein bestehendes oder neues Wärmenetz hinsichtlich der Gesetzeskonformität als am unkompliziertesten zu sehen.

### **7.3.2 Ausgangssituation**

Zunächst wurde in der Ortschaft ein geeignetes Kerngebiet für eine Wärmeverbundlösung untersucht. In Abstimmung mit der Gemeinde wurde als Standort für den Aufbau einer potenziellen Heizzentrale das Firmengelände der Firma Gienger im Gewerbegebiet Hof I festgelegt. Ausgehend von diesem Standort wurden zunächst mehrere Trassenverläufe bezüglich ihrer Wärmebelegungsdichte unter Annahme einer 100%-igen Anschlussquote entlang der Trasse untersucht. Die Trassenführung für ein erstes großes Betrachtungsgebiet wurde gemeinsam mit der Kommune festgelegt. Dabei wurde der Westen der Ortschaft nicht berücksichtigt, da dort bereits einige kommunale Liegenschaften durch ein Nahwärmenetz versorgt werden. Der abgestimmte Trassenverlauf ist in Abbildung 26 dargestellt. Dabei ist die rote Umkreisung die Abgrenzung des Betrachtungsgebiets.



**Abbildung 26: Erster Trassenverlaufsentwurf für großes Betrachtungsgebiet (Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung – Daten verändert, Lizenz: CC BY 4.0)**

Zur Bestimmung der Wärmebelegungsichte wurden die Wärmebedarfsdaten der Liegenschaften aus dem erstellten Wärmekataster verwendet. Insgesamt wurden 406 Abnehmer für den ersten Entwurf eines Wärmeverbunds betrachtet, deren Wärmebedarf in Summe rund 10.390 MWh/a beträgt. Um diese Liegenschaften anzubinden, wird eine Rohrleitung mit einer Trassenlänge von etwa 16,23 km benötigt, wodurch sich eine rechnerische Wärmebelegungsichte von etwa 640 kWh/(m\*a) ergibt. Die Trasse ist in einer farblichen Abstufung abgebildet, welche die Dimensionen der jeweiligen Rohrleitungen zeigt. Die zugehörige Legende ist in der Abbildung 26 unten links eingefügt. Die Dimensionierung geschah anhand der für jeden Straßenzug bzw. Teilabschnitt notwendigen thermischen Leistung sowie den

aus den Faktoren Temperatur und Durchflussmenge hervorgehenden, notwendigen Leitungsdurchmessern bei Nennleistung. Die benötigte Wärmeleistung wird näherungsweise für jede Liegenschaft anhand einer mittleren Volllaststundenanzahl pro Jahr berechnet. Diese mittlere Volllaststundenanzahl beträgt für sämtliche Gebäude 1.600 Vollbenutzungsstunden pro Jahr. Dies ersetzt keine detaillierte Heizlastberechnung nach DIN 12831, welche im Zuge einer Umsetzung der Maßnahme eine Rechtsverbindlichkeit schafft. Zusätzlich wurde für die Übertragungsleistung der jeweiligen Rohrabschnitte ein Gleichzeitigkeitsfaktor hinterlegt, welcher berücksichtigt, wie viele Liegenschaften über dieses Rohr noch nachfolgend versorgt werden. Über die Rohrdimensionierung wurden auch die Netzverluste bestimmt. Die auftretenden Wärmeverluste im Netz werden unter der Annahme eines mehrfach gedämmten Leitungsaufbaus mit PEX-Leitungen berechnet, bei welchen in Einzel- und Doppelleitungen differenziert wurde. Bis zu einer Rohrdimension von DN 65 wurden Doppelrohre verwendet und bei allen größeren Leitungen wurden Einzelrohre berücksichtigt. Ebenso ausschlaggebende Faktoren zur Bestimmung der Netzverluste sind die für den ganzjährigen Betrieb des Wärmenetzes vorzusehenden Vor- und Rücklauftemperaturen. Aufgrund der Altersstruktur der Gebäude im Betrachtungsgebiet muss gebäudeintern mindestens mit einem Temperaturniveau des Heizsystems von 75 °C für den Vor- und 55 °C für den Rücklauf gerechnet werden (Ausnahme: Niedertemperaturheizsysteme wie z. B. Fußbodenheizung; Temperaturanpassung erfolgt in der Hausübergabestation der angeschlossenen Gebäude).

Dieses Temperaturniveau und darüber hinaus mindestens 65 °C für die hygienische Warmwasserbereitung führen dazu, dass im Wärmeverbund mit einer maximalen Vorlauftemperatur von bis zu 80 °C kalkuliert wird. Für den Rücklauf werden bei einer angestrebten Spreizung von mindestens 20 K ca. 60 °C festgelegt.

Die rechnerischen Wärmeverluste der Versorgungsleistung betragen über diesen Ansatz etwa 1.242 MWh/a und der Hausanschlussleitungen 585 MWh/a, wodurch insgesamt Wärmeverluste in Höhe von 1.827 MWh/a über den gesamten Trassenverlauf auftreten. Somit müsste die Wärmeerzeugung einen Gesamtwärmebedarf im Wärmenetz von rund 12.217 MWh/a decken. Die Wärmeverluste betragen etwa 15 % des Gesamtwärmebedarfs im Netz.

Über den Ansatz der 1.600 Vollbenutzungsstunden für das Wärmenetz und einen Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,5 für die 406 Abnehmer wird eine rechnerische Leistung von 3.820 kW<sub>th</sub> benötigt.

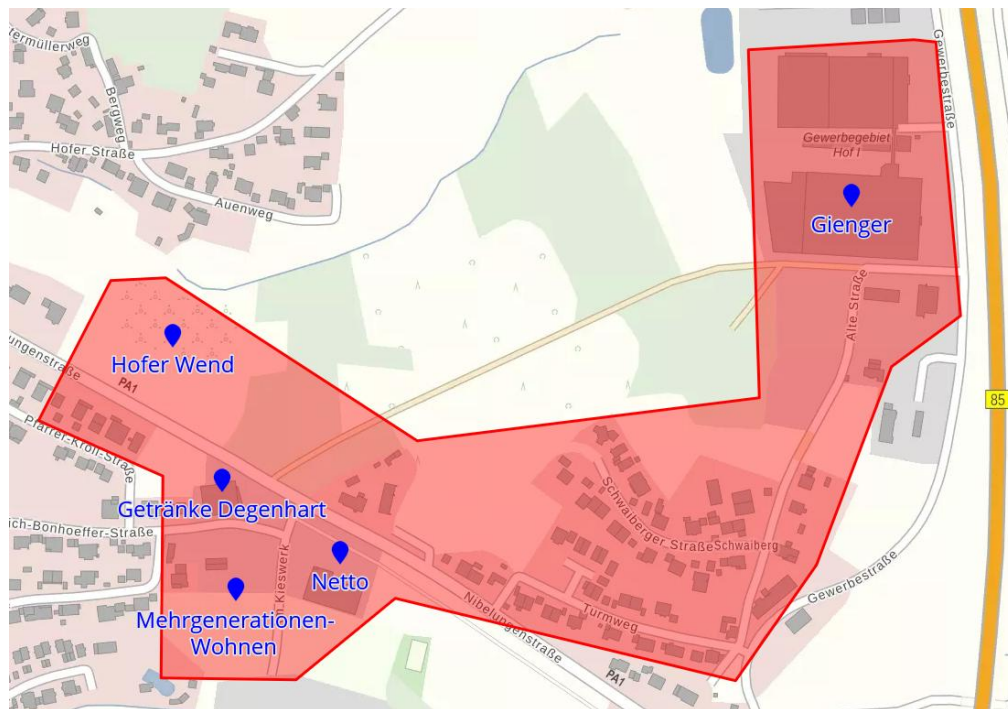
Die wichtigsten Rahmendaten sind nochmals in zusammengefasst.

**Tabelle 5: Daten Wärmeverbund großes Betrachtungsgebiet**

Netzdaten großes Betrachtungsgebiet	
Anzahl Abnehmer	406
Nutzwärmebedarf	10.390 MWh <sub>th</sub> /a
Trassenlänge	16,23 km
Wärmebelegungsichte	<b>640 kWh<sub>th</sub>/(m*a)</b>
Wärmeverluste	1.827 MWh <sub>th</sub> /a (15% des Gesamtenergiebedarfs)
Gesamtwärmebedarf	12.217 MWh <sub>th</sub> /a
Spitzenleistungsbedarf	3.820 kW <sub>th</sub>
Temperaturniveau	VL/RL: 80 °C / 60 °C

Bei einer Umsetzung des Wärmenetzes ist von einer deutlich geringeren Anschlussquote auszugehen, weshalb die ohnehin bereits niedrige Wärmebelegungsichte dieses Gebietsumgriffs von 640 kWh/(m\*a) weiter absinken würde und in einen Bereich kommen würde, bei dem sich das Gebiet in einer Ersteinschätzung bezüglich der Wirtschaftlichkeit nicht für die Erschließung mit einem Wärmenetz eignen würde. Deshalb wurde das Betrachtungsgebiet verkleinert. Der neue Gebietsumgriff soll vom Heizzentralenstandort bis zu den gewerblichen Liegenschaften mit hohem Wärmebedarf an der Hauptstraße reichen. In diesem Bereich sollen auch zwei Neubaugebiete entstehen, welche ebenfalls in Abstimmung mit der Gemeinde in das potenzielle Wärmenetz integriert werden sollen. Die Lage des verkleinerten Betrachtungsgebiets, der Ankerkunden für ein Wärmenetz und der zwei geplanten

Neubaugelbiete „Hofer Wend“ und „Mehrgenerationenwohnen“ ist in Abbildung 27 dargestellt.



**Abbildung 27: Verkleinertes Betrachtungsgebiet mit Markierung der Ankerkunden (Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung – Daten verändert, Lizenz: CC BY 4.0)**

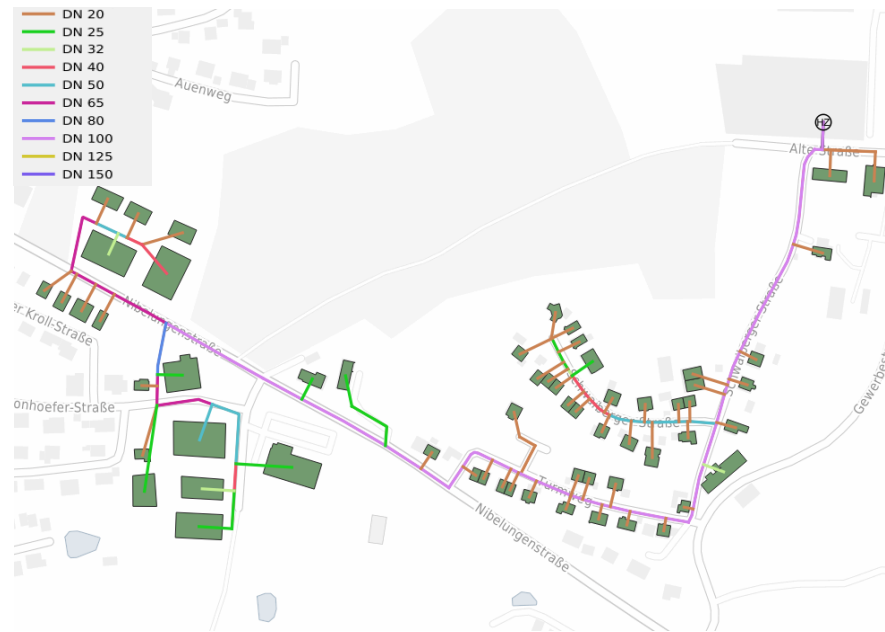
Zur Berechnung der Wärmebelegungsdichte in diesem Gebiet wurden analog zu vorherigem Gebietsumfang die Wärmekatasterdaten verwendet. Die beiden Neubaugelbiete sind im Wärmekataster nicht aufgeführt und wurden deshalb gesondert berechnet. Da einige Planungsgrundlagen für eine detaillierte Berechnung des Wärmebedarfs fehlten, wurde eine grobe Berechnung anhand der geschätzten beheizten Fläche und spezifischer flächenbezogener Wärmebedarfskennwerte vorgenommen. Für die Wohnbauten wurde dabei der spezifische Wert für KfW 55 Effizienzhäuser und für die Gewerbebauten und einen geplanten Kindergarten Richtwerte der VDI 3807 herangezogen. In Abbildung 28 sind die Liegenschaften der beiden Wohngebiete nach aktuellem Planungsstand grob hinterlegt.



**Abbildung 28: Erschließung der Neubaugebiete Hofer Wend (links) und Mehrgenerationenwohnen (rechts) (Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung – Daten verändert, Lizenz: CC BY 4.0)**

Im Baugebiet Hofer Wend sollen neben drei baugleichen Mehrfamilienhäusern mit einem berechneten Wärmebedarf von jeweils ca. 40.000 kWh/a, ein Bürogebäude mit einem Wärmebedarf von rund 180.000 kWh/a und ein Drogeriemarkt mit etwa 104.000 kWh/a gebaut werden. Im Gebiet Mehrgenerationenwohnen soll ein Kindergarten (nördliches Gebäude) mit einem Wärmebedarf von ca. 222.000 kWh/a und drei Mehrfamilienhäuser mit Wärmebedarfen in Höhe von etwa 100.000 kWh/a, 87.000 kWh/a und 56.000 kWh/a gebaut werden.

Im verkleinerten Betrachtungsgebiet wurde mit Einbeziehung der Neubaugebiete daraufhin ein neuer Wärmeverbund analog zur Methodik bzgl. der Rohrdimensionierung des größeren Betrachtungsgebietes ausgelegt. Die Trassenverlaufsführung mit Rohrdimensionen ist in Abbildung 29 dargestellt.



**Abbildung 29: Trassenverlaufsentwurf für verkleinertes Betrachtungsgebiet (Datenquelle: Bayerische Vermessungsverwaltung – Daten verändert, Lizenz: CC BY 4.0)**

Im verkleinerten Betrachtungsgebiet liegen 62 potenzielle Anschlussnehmer mit einem Nutzwärmebedarf von 3.049 MWh/a. Um diese in einem Wärmeverbund zusammenschließen würde eine Trassenlänge von etwa 3,07 km benötigt werden. Daraus resultiert bei Annahme einer 100%igen Anschlussquote eine Wärmebelegungsichte von 993 kWh/(m\*a). Die Wärmeverluste wurden ebenfalls analog zum größeren Betrachtungsgebiet berechnet. Über das Rohrnetz gehen jährlich etwa 416 MWh Wärme verloren, wodurch für die Wärmeversorgung in Summe 3.465 MWh/a Wärme in das Netz eingespeist werden müssen. Die Wärmeverluste entsprechen somit etwa 12 % der eingespeisten Wärme. Zur Berechnung der Spitzenleistung wurden wieder 1.600 Vollbenutzungsstunden angenommen und der Gleichzeitigkeitsfaktor wurde auf 0,7 aufgrund der weniger Abnehmer erhöht. In Tabelle 6 sind die wichtigsten Rahmendaten für das kleine Betrachtungsgebiet eingetragen.

**Tabelle 6: Daten Wärmeverbund kleines Betrachtungsgebiet**

Netzdaten kleines Betrachtungsgebiet	
Anzahl Abnehmer	62
Nutzwärmebedarf	3.049 MWh <sub>th</sub> /a

Trassenlänge	3,07 km
Wärmebelegungsdichte	993 kWh <sub>th</sub> /(m*a)
Wärmeverluste	416 MWh <sub>th</sub> /a (12% des Gesamtenergiebedarfs)
Gesamtwärmebedarf	3.465 MWh <sub>th</sub> /a
Spitzenleistungsbedarf	1.515 kW <sub>th</sub>
Temperaturniveau	VL/RL: 80 °C / 60 °C

Auf Grundlage dieser Rahmenbedingungen lässt sich als Ersteinschätzung für den kleineren Gebietsumfang ein wirtschaftlicher Betrieb des Wärmenetzes bei hoher Anschlussquote voraussichtlich verwirklichen.

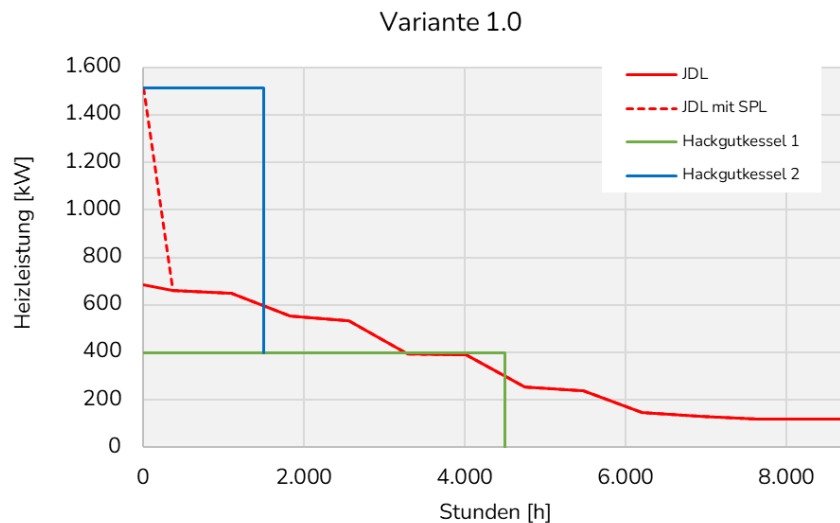
### 7.3.3 Grobe Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Zur ersten Abschätzung der Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes in der Gemeinde Tiefenbach wurde eine grobe Wirtschaftlichkeitsprüfung des kleineren zuvor aufgeführten Gebietsumfangs durchgeführt. Da innerhalb des Projektes keine Abfrage zum Anschlussinteresse der Liegenschaften durchgeführt wurde, wurde zunächst von einer Anschlussquote von 100 % im Betrachtungsgebiet ausgegangen. Ebenfalls wurde in dem Projekt keine Potenzialanalyse zur Wärmeerzeugung mit erneuerbaren Energien durchgeführt, weshalb zunächst für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Biomassevarianten betrachtet wurden. Neben einer reinen Wärmeerzeugung aus Hackgut (Variante 1.0) wurde auch eine Variante mit Hackgutkesseln jeweils zur Deckung der Grund- und Mittellast und Erdgaskessel zur Spitzenlastabdeckung (Variante 1.1) kalkuliert.

#### 7.3.3.1 Jahresdauerlinie und thermische Daten

Aus den jährlichen Wärmeverbräuchen wurden mithilfe der Gradtagszahlen für die Gemeinde Tiefenbach die geordnete thermische Jahresdauerlinie des Leistungsbedarfs erzeugt. Diese beschreibt die Leistungsbedarfe für alle 8.760 Stunden eines Jahres, geordnet vom höchsten bis zum geringsten Leistungsbedarf. Dabei wurden 1.600 Vollbenutzungsstunden

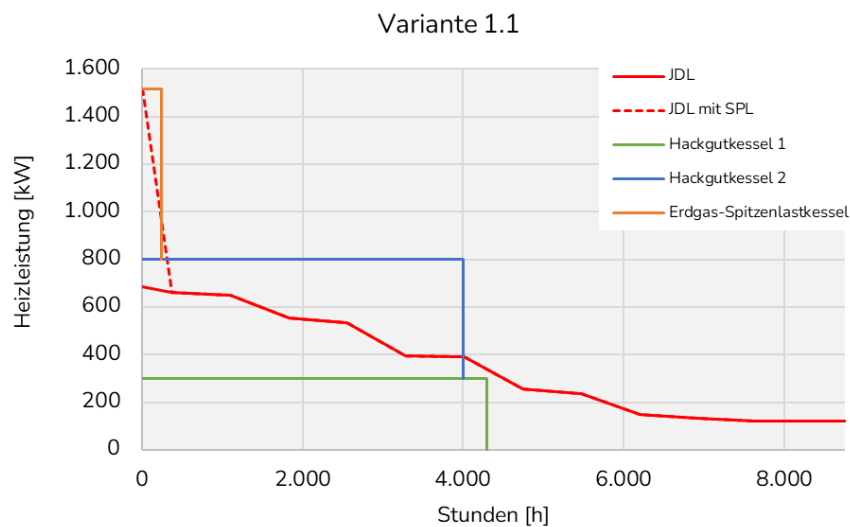
angenommen, das heißt rein rechnerisch gesehen wird zu so vielen Stunden die volle Leistung der Wärmeerzeuger benötigt. In Abbildung 30 ist diese Jahresdauerlinie mit den Wärmeerzeugern der Variante 1.0 dargestellt.



**Abbildung 30: Jahresdauerlinie Variante 1.0 verkleinerter Gebietsumgriff inkl. Wärmeerzeuger**

Zur Deckung der Spitzenlast ergeben sich etwa  $1.515 \text{ kW}_{\text{th}}$ . Im Winter ist eine Leistung von circa  $650 \text{ kW}_{\text{th}}$ , im Sommer eine Leistung von annähernd  $150 \text{ kW}_{\text{th}}$ , zur Grundlastdeckung notwendig. Zur Wärmeerzeugung wird in diesem Szenario eine Hackschnitzelkesselkaskade verwendet, wodurch diese Variante zu 100 % auf erneuerbaren Energien beruht. Der Kessel zur Deckung der Grund- und Mittellast ist in dieser Variante auf  $400 \text{ kW}_{\text{th}}$  ausgelegt und erzeugt in 4.500 Volllaststunden jährlich  $1.800.000 \text{ kWh}$  Wärme. Die restlichen rund  $1.665.000 \text{ kWh}$  Wärme werden vom größeren Kessel der Kaskade gedeckt. Über diese Erzeugerstruktur werden jährlich rund 980 Tonnen Hackschnitzel verbrannt.

In Abbildung 31 ist die Jahresdauerlinie mit den Wärmeerzeugern der Variante 1.1 dargestellt.



**Abbildung 31: Jahresdauerlinie Variante 1.1 verkleinerter Gebietsumgriff inkl. Wärmeerzeuger**

Hierbei wurden die Wärmeerzeuger auf die jahreszeitlichen Schwankungen des Wärmebedarfs ausgelegt. Der kleinere Hackgutkessel mit einer Leistung von  $300 \text{ kW}_{\text{th}}$  soll überwiegend den Wärmebedarf in den Sommermonaten und an wärmeren Tagen in den Übergangsmonaten decken. Dieser erzeugt in diesem Szenario über 4.300 Volllaststunden  $1.290.000 \text{ kWh/a}$ . An den kälteren Tagen soll der Hackschnitzelkessel mit einer thermischen Leistung von  $500 \text{ kW}_{\text{th}}$  zur Wärmeversorgung dienen. In 4.000 Vollbenutzungsstunden soll der Kessel  $2.000.000 \text{ kWh/a}$  Wärme erzeugen. In den kühlen Wintermonaten können die beiden Kessel parallel zur Wärmeerzeugung genutzt werden und bei Bedarf kann an den kältesten Stunden des Jahres der Erdgas-Spitzenlastkessel zugeschalten werden, welcher die restliche Wärme in diesem Szenario abdeckt. Dadurch würde der fossile Wärmeanteil dieser Variante bei 5 % liegen und somit die förderrelevanten Vorschriften einhalten. Bei dieser Variante werden jährlich etwa 930 Tonnen Hackgut und  $204.000 \text{ kWh}_{\text{HS}}$  Erdgas verbraucht.

### 7.3.3.2 Wirtschaftlichkeit

Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit wurde eine Vollkostenrechnung mit Prognose für die durchschnittlichen Wärmegestehungskosten in Anlehnung an die VDI 2067 aufgestellt. Die VDI-Richtlinie unterscheidet dabei in Kapitalkosten, welche die Investitionskosten und

deren Abschreibung unter Berücksichtigung einer Verzinsung beschreiben, Verbrauchskosten, welche für die Beschaffung des Brennstoffs und für den Bezug von Hilfsenergie anfallen, Betriebskosten, welche Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen umgreifen und sonstige Kosten. Alle Preise sind dabei als **Nettopreise** zu verstehen. (exkl. MwSt.) In die Wärmegestehungskosten sind keine **Anschlusskosten, Baukostenzuschüsse** oder potenzielle **Margen** einbezogen, sondern nur der reine Wärmegestehungspreis.

Zur Berechnung der Wärmegestehungskosten mussten einige Annahmen getroffen werden. Diese Annahme sind in Tabelle 7 aufgelistet.

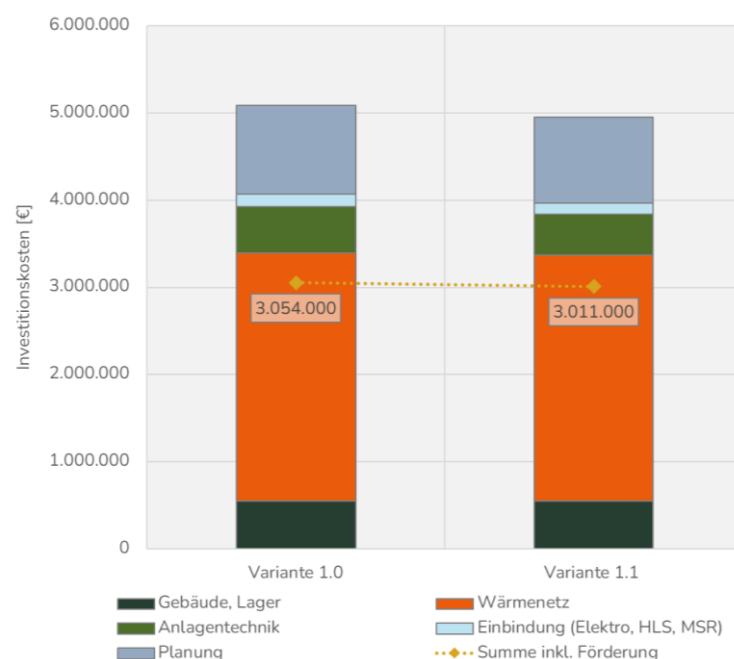
**Tabelle 7: Getroffene Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**

Annahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung			
Eingangsgröße	Einheit	Wert	Bemerkung
Erdgas (Arbeitspreis)	ct/kWh <sub>HS</sub>	4,5	
Erdgas (Arbeitspreis zzgl. Steuern, Konzession und Netzentgelte)	ct/kWh <sub>HS</sub>	16,8	(Sehr hohe Netzentgelte aufgrund des hohen Leistungspreises und der geringen Erdgasbezugsmengen)
Erhöhung CO <sub>2</sub> -Abgabe	€/t <sub>CO2</sub>	10	Annahme einer Erhöhung der CO <sub>2</sub> -Bepreisung von 55 €/t <sub>CO2</sub> auf 65 €/t <sub>CO2</sub>
Hackschnitzel	€/t	140	Durchschnittspreis Hackschnitzel mit WG 20% der letzten 2 Quartale
Strom (Arbeitspreis)	ct/kWh	10	
Strom (Arbeitspreis zzgl. Steuern, Abgaben und Netzentgelte)	ct/kWh	23,3	Zzgl. Konzession, Energiesteuer, Offshore-Umlage, Strom-NEV, KWK-Umlage, AbLaV
Stundensatz	€/h	65	
Kalkulatorischer Zinssatz		4%	
Betrachtungszeitraum	Jahre	20	
Versorgungsleitungen	€/Trm	900	PEX-Rohrsysteme
Hausanschlussleitungen	€/Trm	475	PEX-Rohrsysteme
Kosten für Gebäude, Anlagentechnik und Einbindung	€	pau-schal	Erfahrungswerte anhand Vergleichsprojekte
Projektentwicklung	%	25	Der Investitionskosten
Unvorhergesehenes	%	10	Der Investitionskosten
Fördersatz Investitionen	%	40	Über die BEW-Fördermittel

Zunächst wurden die Investitionskosten überschlagen. Die Kosten sind Einschätzungen, die den aktuellen Markt widerspiegeln und können in konkreten Angeboten für das Projekt abweichen. Einige Kosten können auch grundlegend wegen örtlichen Gegebenheiten deutlich abweichen. Beispielsweise ist der Bau des Heizhauses stark von den Wünschen von sowohl

dem potenziellen Netzbetreiber als auch von der Firma Gienger abhängig. Die Infrastruktur an dem Standort und ggf. nutzbare Gebäude für das Heizhaus können zu großen Abweichungen der Investitionskosten führen. Auch die Gegebenheiten vor Ort und der damit verbundene Verlegungsaufwand und die Tiefbaukosten für das Wärmenetz konnte nur pauschal angenommen werden

In Abbildung 32 sind die Investitionskosten unterteilt in die Gewerke Gebäude/Lager, Wärmenetz, Anlagentechnik, Einbindung und Planung grafisch abgebildet.



**Abbildung 32: Investitionskosten der beiden Varianten**

Variante 1.0 fällt dabei ein wenig teurer aus, da vor allem im Lager eine größere Vorhaltung eingeplant werden muss, um genügend Biomasse in Spitzenlastzeiten vorrätig zu haben. Des Weiteren sind fossile Kessel in größeren Leitungsbereichen günstiger als Biomassekessel mit zugehöriger Peripherie. Weitere Investitionskosten der beiden Varianten weichen kaum voneinander ab. In der Abbildung 32 sind ebenfalls die Investitionskosten abzüglich möglicher Fördermittel aufgezeigt. Dabei wurde zunächst von einer Förderung von 40 % nach BEW-Modul 2 für alle Investitionskosten, abzüglich des fossilen Erdgaskessels und dessen Einbindung ausgegangen.

Die jährlichen Kapitalkosten wurden mit einem konstanten Zinssatz von 4 % und einem Betrachtungszeitraum der Investitionskosten von 20 Jahren berechnet. Alle Kosten wurden linear über verschiedene Zeiträume abgerechnet. Dabei wurden die Kosten für Netzpumpen und Druckhaltung über 12 Jahre abgeschrieben, die Kosten für die Rohrleitungen, deren Verlegung und für den Pufferspeicher über 40 Jahre und Kosten für die Heizzentrale über 50 Jahre abgeschrieben. Die restlichen Kosten, welche hauptsächlich auf die Anlagentechnik bezogen sind, wurden über 20 Jahre abgeschrieben.

Als Nächstes wurden die verbrauchsgebundenen Kosten berechnet. Dafür wurden die Kosten des Verbrauchs an Biomasse und Erdgas zur Feuerung in den Wärmeerzeugern und der Hilfsstrom zum Betrieb der Anlagen und der Wärmeverteilung berücksichtigt.

Folgende Netto-Preise wurden für die Energieträger angesetzt:

- Hackschnitzel: 140 €/t (3,5 ct/kWh)
- Erdgas: 4,5 ct/kWh<sub>HS</sub> (Arbeitspreis exkl. Netzentgelte, Steuern und Abgaben)
- CO<sub>2</sub>-Bepreisung: 65 €/t<sub>CO2</sub>
- Allgmeinstrom: 10 ct/kWh (Arbeitspreis exkl. Netzentgelte, Steuern und Abgaben)

Zu den Preisen für Erdgas und Strom wurden noch Kosten für Netzentgelte und Messstellenbetrieb nach den aktuellen Preisblättern des Bayernwerks berücksichtigt. Zusätzlich wurden alle geltenden Umlagen, Abgaben und Steuern abzüglich der Mehrwertsteuer zu den Arbeitspreisen dazugerechnet.

Bei einer zentralen Versorgung und damit einhergehenden größeren Energiebezugsmengen, darf von kostengünstigeren Bezugspreisen v.a. bei langfristigen Liefervereinbarungen ausgegangen werden.

Die prognostizierten Verbrauchskosten für die verschiedenen Wärmeversorgungszenarien sind in Tabelle 8 aufgelistet.

**Tabelle 8: Verbrauchskosten der Varianten**

		Variante 1.0	Variante 1.1
		Hackschnitzelkesselkaskade	Hackschnitzelkesselkaskade + Erdgaskessel
Hackschnitzel	Wärmeerzeugung Hackschnitzel [kWh/a]	3.464.635	3.290.000
	Hackschnitzelverbrauch [kWh/a]	3.937.085	3.738.636
	Verbrauchskosten Hackschnitzel [€/a]	137.100	130.200
Erdgas	Wärmeerzeugung Erdgas [kWh <sub>HS</sub> /a]		174.635
	Erdgasbedarf [kWh <sub>HS</sub> /a]		204.025
	Verbrauchskosten Erdgas inkl CO <sub>2</sub> -Abgabe [€/a]		34.700
Allgemeinstrom	Hilfsstrombedarf [kWh/a]	33.847	34.401
	Verbrauchskosten Allgemeinstrom [€/a]	7.900	8.000
	Summe Verbrauchskosten [€/a]	145.000	172.900

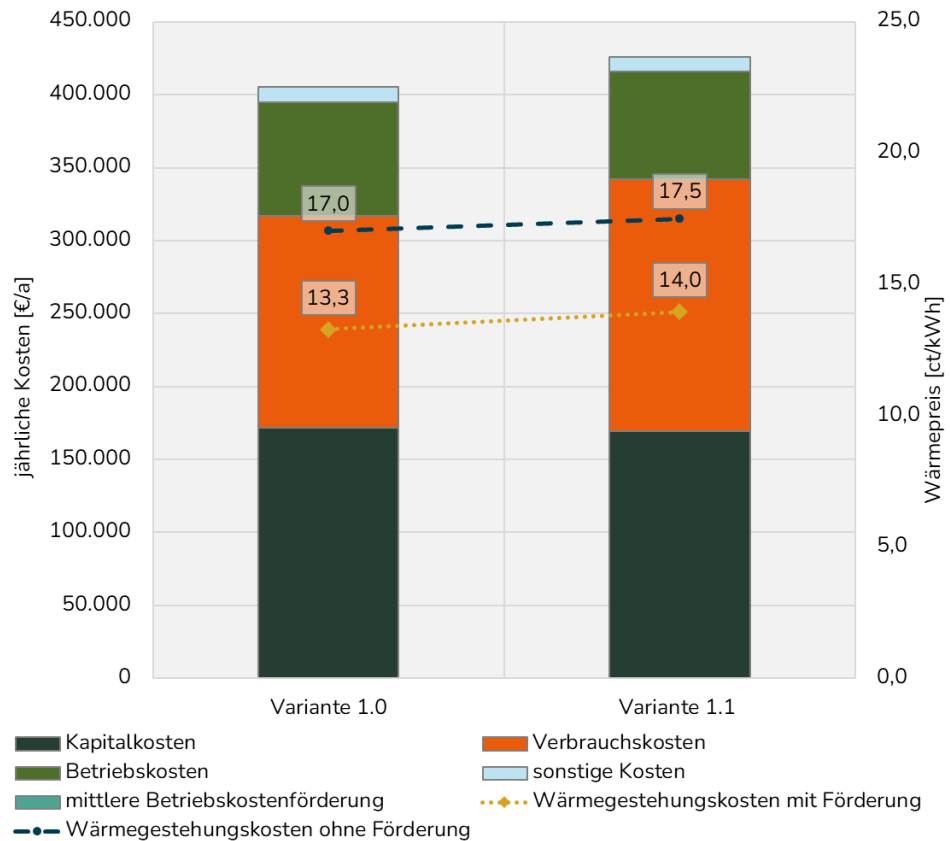
Die Betriebskosten wurden mithilfe von Richtwerten aus der VDI 2067 als prozentualer Ansatz der Investitionskosten berechnet. Darüber hinaus wurden Lohnkosten für den Betrieb des Wärmenetzes berücksichtigt. (z.B. Entaschung und Brennstofflogistik) Für die Personalkosten wurden dabei 65 €/h angesetzt. Eine Übersicht der anfallenden Kosten im laufenden Betrieb ist in Tabelle 9 dargestellt.

**Tabelle 9: Betriebskosten der Varianten**

	Variante 1.0	Variante 1.1
	Hackschnitzelkesselkaskade	Hackschnitzelkesselkaskade + Erdgaskessel
Instandhaltungskosten	51.720 €/a	49.023 €/a
Wartungskosten	22.867 €/a	20.643 €/a
Bedienung/Sonstiges	3.600 €/a	3.925 €/a
Summe	55.320 €/a	52.948 €/a

Zu den sonstigen Kosten gehören beispielsweise Kosten für Versicherung und Verwaltung. Diese Kosten wurden pauschal angesetzt und vor allem die Kosten für Versicherung kann je nach gewünschtem Versicherungsschutz stark abweichen.

Die Jahresgesamtkosten umfassen die vier vorher aufgezählten Kostenblöcke. Die spezifischen Wärmegestehungskosten geben einen transparenten Aufschluss über die anfallenden Kosten pro verkaufter Kilowattstunde Wärme und werden aus den Jahresgesamtkosten und der abgesetzten Wärmemenge gebildet. Bei der Bildung der Wärmegestehungskosten werden keine Marge, Rückstellungen oder ähnliches beachtet. Es handelt sich um **Nettokosten**. Die jeweiligen Jahresgesamtkosten und Wärmegestehungskosten der verschiedenen Szenarien sind in Abbildung 33 ohne und mit Berücksichtigung möglicher Fördermittel gezeigt.



**Abbildung 33: Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten der Wärmeverbundlösungen**

Die Jahresgesamtkosten der reinen Biomassevariante betragen ungefähr 520.000 €/a und der Variante mit Unterstützung durch einen Erdgaskessel rund 534.000 €/a. Durch die Berücksichtigung der Fördermittel nach BEW Modul 2 verringern sich die Kosten um 115.000 €/a bzw. um 108.000 €/a auf 405.000 €/a für die Variante 1.0 und auf 426.000 €/a für die Variante 1.1. Werden die Jahresgesamtkosten durch die verkaufte Wärme geteilt erhält man die Wärmegestehungskosten der jeweiligen Szenarien. Für Variante 1.0 betragen diese 13,3 ct/kWh (exkl. Förderung 17 ct/kWh) und für Variante 1.1 14 ct/kWh (exkl. Förderung 17,5 ct/kWh).

Die Wärmegestehungskosten der zentralen Versorgungsszenarien über Wärmeverbundlösungen müssen sich mit dezentralen Wärmeversorgungsvarianten messen. Diese wurden ebenfalls mit der Methodik in Anlehnung an die VDI 2067 aufgestellt und dienen als Vergleichsbasis. Für die dezentralen Kosten wurden als Rahmenbedingungen analog zum Wärmenetz ein Zinssatz von 4 % und ein Betrachtungszeitraum von 20 Jahren festgelegt. Zur

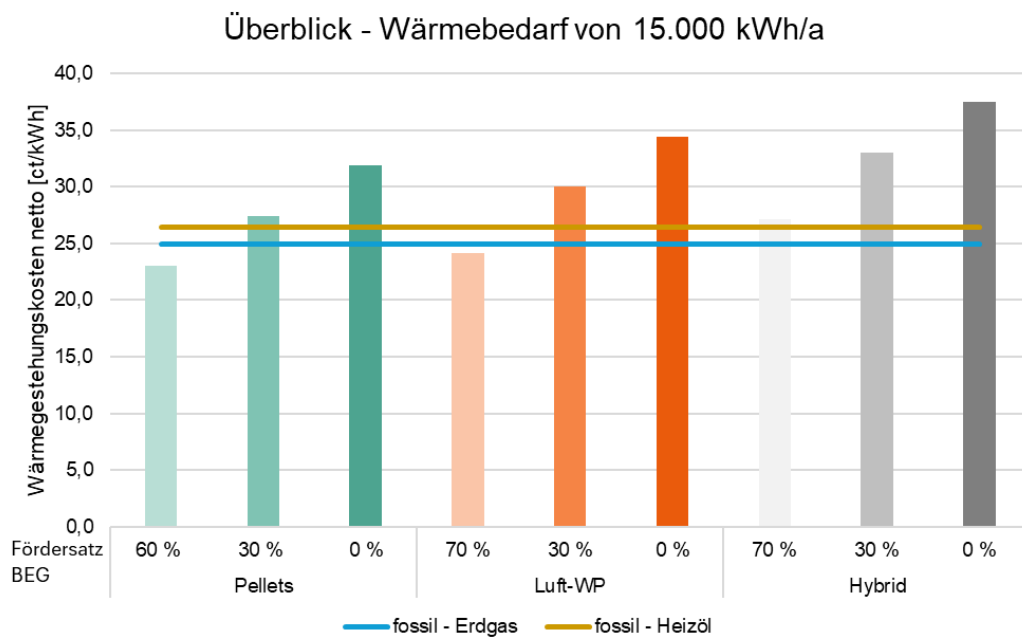
Berechnung der verbrauchsgebundenen Kosten wurden folgende Annahmen für die Energiepreise getroffen:

- Erdgas: 10 ct/kWh<sub>H<sub>2</sub></sub> (inkl. Netzentgelte und Abgaben)
- Heizöl: 1 €/l
- Zukünftige Erhöhung CO<sub>2</sub>-Bepreisung um 10 €/t<sub>CO<sub>2</sub></sub>
- Strom: 30 ct/kWh
- Pellets: 340 €/t

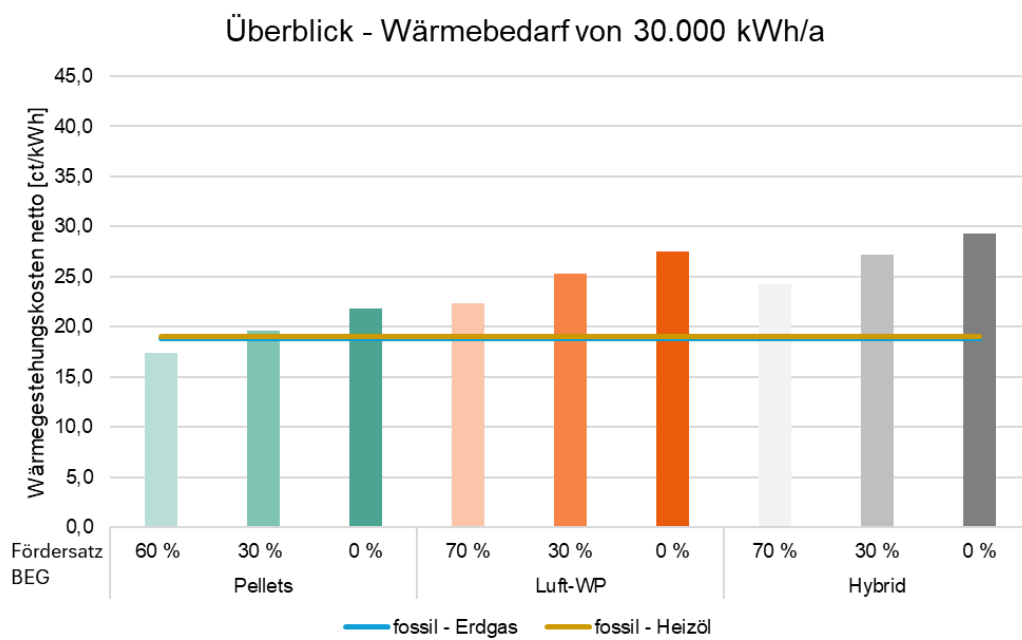
Die zum Vergleich aufgestellten Modellgebäude investieren in einen neuen Wärmeerzeuger und sind in Anlehnung an die Gebäudestruktur in der Gemeinde Tiefenbach aufgeteilt in folgende Kategorien:

- Einfamilienhaus (Wärmebedarf 15.000 kWh/a)
- Mehrfamilienhaus (Wärmebedarf 30.000 kWh/a)
- größeres Gewerbe (Wärmebedarf 100.000 kWh/a)

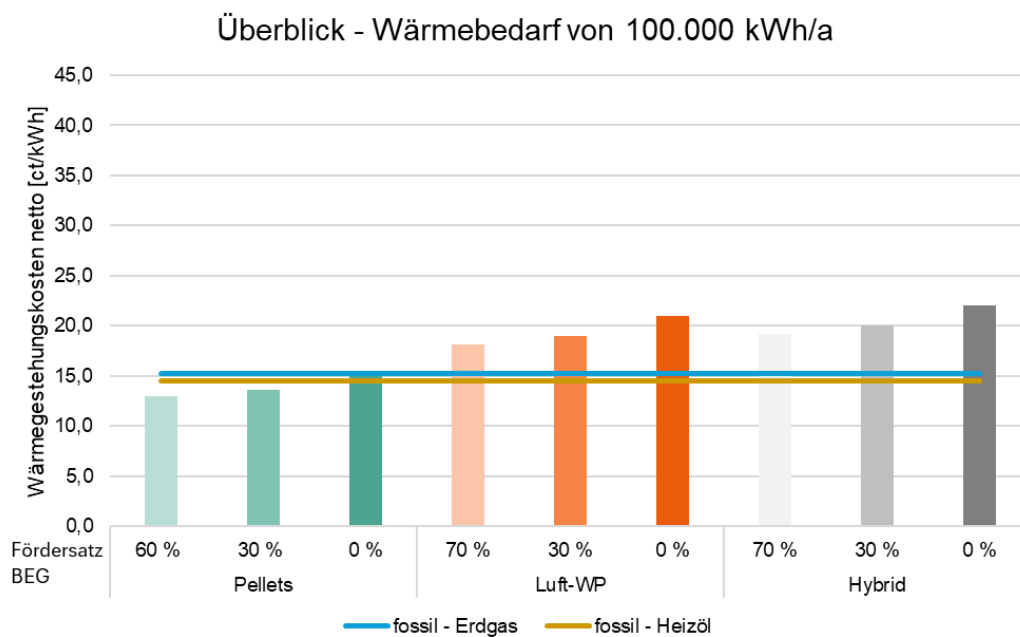
Die dezentralen Wärmegebungskosten der Gebäudekategorien sind unter Einbezug verschiedener Fördersätze in Abbildung 34, Abbildung 35 und Abbildung 36 dargestellt. Wärmeerzeuger, die auf fossilen Energiequellen basieren, können nicht gefördert werden.



**Abbildung 34: Wärmegestehungskosten Referenzgebäude Einfamilienhaus**



**Abbildung 35: Wärmegestehungskosten Referenzgebäude Mehrfamilienhaus**



**Abbildung 36: Wärmegestehungskosten Referenzgebäude Gewerbe**

Beim Vergleich der Wärmegestehungskosten der Wärmeverbundlösungen und der dezentralen Wärmegestehungskosten ist zu beachten, dass die Kosten des Wärmenetzes ohne Marge, Rückstellungen oder ähnliches betrachtet wurden, welche in Abhängigkeit vom Betreibermodell ggf. zusätzlich anfallen würden. Die AVBFernwärmeV regelt die Fernwärmepreisgestaltung und die Versorgungsbedingungen zwischen Fernwärmebetreiber und Fernwärmekunden. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass die dezentralen Wärmegestehungskosten von Haushalt zu Haushalt deutlich abweichen können und dabei Faktoren wie persönliche Nutzerverhalten (Heizgrenztemperatur, gewünschte Raumtemperaturen, etc...) und der vorliegende Gebäudestandard (energetische Hülle, Wärmeabgabesystem, benötigte Vorlauftemperaturen, etc...) eine große Rolle spielen. Vor allem die dezentralen Wärmegestehungskosten der Wärmepumpenvarianten können dadurch weit abweichen, aufgrund der Abhängigkeit des COPs mit den gewünschten Vorlauftemperaturen.

### 7.3.4 Ökologische Betrachtung

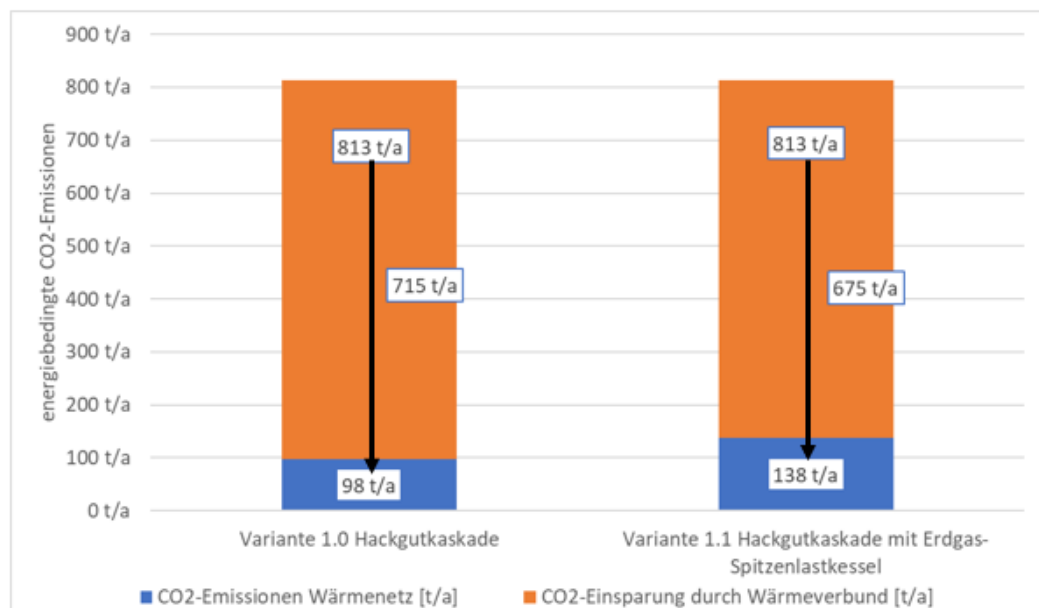
Zur Beurteilung der ökologischen Verträglichkeit wird für die verschiedenen Energieversorgungsvarianten eine Bilanzierung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen durchgeführt. Zur Berechnung wurden die Emissionsfaktoren nach GEG verwendet.

Folgende Faktoren wurden genutzt:

- Biomasse:  $f_{\text{CO}_2\text{eq.}} = 20 \text{ g/kWh}$
- Erdgas:  $f_{\text{CO}_2\text{eq.}} = 240 \text{ g/kWh}$
- Strom (netzbezogen):  $f_{\text{CO}_2\text{eq.}} = 560 \text{ g/kWh}$

Neben der Bilanzierung des Brennstoffs wurde auch der Hilfsstrombedarf berücksichtigt. Als Referenz wurde aufgrund fehlender Verbraucherdaten eine  $\text{CO}_2$ -Bilanz gebildet, bei der davon ausgegangen wurde, dass jeder Anschlussnehmer mit einem dezentralen Erdgaskessel Wärme erzeugen würde. Beim Einbezug des Hilfsstroms wurde mit Strombezug aus dem allgemeinen Versorgungsnetz bilanziert. Sollte „grüner Strom“ genutzt werden könnte der Emissionsfaktor des Stroms auf 0 gesetzt werden.

In Abbildung 37 sind die Ergebnisse der  $\text{CO}_2$ -Bilanzierung und die mögliche Einsparung durch den Aufbau eines Wärmenetzes dargestellt.



**Abbildung 37: CO<sub>2</sub>-Bilanz der Wärmeverbundlösungen**

Mit beiden Varianten können erhebliche  $\text{CO}_2$ -Einsparungen erzielt werden. Die emittierten  $\text{CO}_2$ -Äquivalente im Ist-Zustand betragen mit den zuvor beschriebenen Annahmen 813 t/a

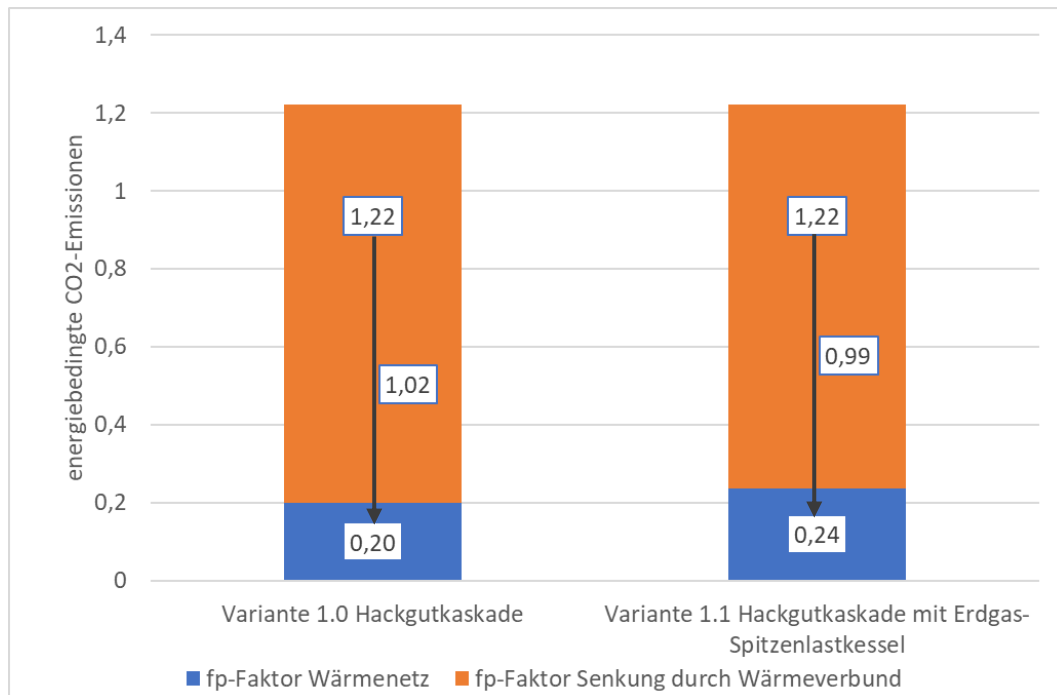
und können mit einer reinen Biomasseversorgung um 715 t/a auf 98 t/a und mit Biomasseversorgung mit Unterstützung durch einen Erdgas-Spitzenlastkessel auf 138 t/a abgesenkt werden.

Abgeleitet aus den ermittelten Primärenergienmengen kann der  $f_p$ -Faktor ermittelt werden.

Für die Berechnung des  $f_p$ -Faktors wurden folgende Faktoren verwendet:

- Biomasse:  $f_p = 0,2$
- Erdgas:  $f_p = 1,1$
- Strom (netzbezogen):  $f_p = 1,8$

Der  $f_p$ -Faktor setzt nach eingangs erwähnten festgelegten GEG-Werten den Einsatz von Primärenergie der benötigten Endenergiemenge ins Verhältnis und ist vor allem für die rechtliche Nachweispflicht von Wärmenetzbetreibern notwendig. Hierfür wäre ein offizielles  $f_p$ -Gutachten nach FW-309 nötig. Die unten aufgeführten Ergebnisse ersetzen das Gutachten nicht. Die berechneten Primärenergiefaktoren sind in Abbildung 38 abgebildet.



**Abbildung 38:  $f_p$ -Faktoren der Wärmeverbundlösungen**

Jedes Szenario zur Umsetzung des Wärmenetzes würde zu erheblicher Primärenergieeinsparung führen.

### 7.3.5 Förderungen

#### 7.3.5.1 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Im September 2022 wurde von der BAFA mit der „**Bundesförderung für effiziente Wärmenetze**“ (**BEW**) das bisher umfangreichste Förderprogramm für leitungsgebundene Wärmeversorgung eingeführt. Darin berücksichtigte Investitionsanreize für die Einbindung von erneuerbaren Energien und Abwärme in Wärmenetze sollen zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen führen und einen Beitrag zum Erreichen der Klimaziele im Bereich der Energie- und Wärmeversorgung leisten. Darüber hinaus soll eine Wirtschaftlichkeit und preisliche Wettbewerbsfähigkeit von Wärmenetzen gegenüber anderen nachhaltigen Wärmeversorgungskonzepten garantiert werden. Ausschließlich Wärmenetze, welche über 16 Gebäude oder über 100 Wohneinheiten versorgen, werden dabei gefördert.

Das Förderprogramm umfasst vier große, teilweise nochmals unterteilbare Module, welche größtenteils aufeinander aufbauen. Zu Beginn erfolgt über **Modul 1** bei neuen, zu planenden

Wärmenetzen die Erstellung einer **Machbarkeitsstudie**, für bestehende Netze ist ein **Transformationsplan** zu erstellen. Darin ist im ersten Schritt eine Ist- sowie Soll-Analyse des Wärmenetz-Gebietsumgriffs durchzuführen, die lokale Verfügbarkeit diverser regenerativer Energiequellen zu prüfen und verschiedene Wärmeversorgungskonzepte ökologisch und ökonomisch zu bewerten. Im zweiten Schritt erfolgt die Bearbeitung der Leistungsphasen 2 – 4 nach HOAI. Im gesamten Modul 1 werden 50 % der Kosten, maximal 2.000.000 € bezuschusst.

**Modul 2** dient zur systemischen Förderung von Neubau- und Bestandsnetzen und kann ausschließlich nach Fertigstellung von Modul 1 bzw. dem Vorliegen einer konformen Machbarkeitsstudie oder eines Transformationsplanes beantragt werden. Neben der gesamten Anlagentechnik im Bereich der Wärmeverteilung und regenerativen Wärmeerzeugung sind auch sogenannte Umfeldmaßnahmen, wie beispielsweise die Errichtung von Anlagenaufstellungsflächen und Heizgebäuden, förderfähig. Über die Berechnung der Wirtschaftlichkeitslücke können bis zu 40 % der Investitionskosten, maximal 100.000.000 €, über Bundesmittel subventioniert werden.

Für kurzfristig umzusetzende investive Maßnahmen in bestehenden Netzen besteht die Möglichkeit, ohne Vorliegen eines fertigen Transformationsplans, eine Subventionierung nach **Modul 3** zu beantragen.

Werden über Modul 2 Investitionskosten für Solarthermie- oder Wärmepumpenanlagen gefördert, kann über **Modul 4**, bei Nachweis der Wirtschaftlichkeitslücke, eine Betriebskostenförderung beantragt werden. Diese wird in den ersten zehn Betriebsjahren gewährt und trägt für solar gewonnene Wärme pauschal 1 ct/kWh<sub>th</sub>. Bei Wärmepumpen ist der Fördersatz vom eingesetzten Strom abhängig: wird eigenerzeugter regenerativer Strom direkt genutzt ergibt sich maximal ein Fördersatz von 3 ct/kWh<sub>th</sub>, wird die Wärmepumpe über netzbezogenen Strom betrieben, beträgt die Förderhöhe maximal 13,95 ct/kWh<sub>el</sub>. Bei Nutzung beider Stromarten wird der gültige Fördersatz anteilmäßig ermittelt.

**Hinweis:**

Angaben zu Fördermittel ohne Gewähr.

Informationen zu weiteren Kriterien und Rahmenbedingungen der Förderung sind den technischen Merkblättern des Fördermittelgebers zu entnehmen:

[https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente\\_Waermenetze/effiziente\\_waermenetze\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html)

**7.3.6 Fazit**

Abschließend ist festzuhalten, dass die Umsetzung eines Wärmenetzes in der Gemeinde Tiefenbach möglich ist. Ausschlaggebender Faktor für den Erfolg einer Wärmeverbundlösung ist ein breites Anschlussinteresse in der Bevölkerung. Sollte eine hohe Anschlussquote entlang der Trasse erreicht werden, kann das Wärmenetz wirtschaftliche Vorteile bringen. Für die Neubaugebiete kann eine erneuerbare und nachhaltige Wärmeversorgung zur Verfügung gestellt werden und auch im restlichen Betrachtungsgebiet können fossile Wärmeerzeuger ersetzt werden und eine Wärmeversorgung gewährleistet werden, welche die aktuellen gesetzlichen Bedingungen erfüllt.

## 8 Zusammenfassung

Mit dem digitalen Energienutzungsplan für die Gemeinde Tiefenbach wurde ein Instrument zur Umsetzung einer nachhaltigen Energieerzeugungs- und Energieversorgungsstruktur erarbeitet. Der Fokus liegt dabei auf der Identifizierung und dem Aufzeigen von konkreten Handlungsmöglichkeiten vor Ort, um die Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen und den Ausbau erneuerbarer Energien zu forcieren.

In einer umfassenden Bestandsaufnahme wurde zunächst detailliert die Energiebilanz für die Sektoren Wärme, Strom und Verkehr im Ist-Zustand (Bilanzjahr 2022) erfasst und der Anteil der erneuerbaren Energien an der Energiebereitstellung ermittelt. Die Berechnungen zeigen, dass bilanziell bereits im Ist-Zustand rund 111 % Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wird. Die Wärmeerzeugung erfolgt noch zu rund 73 % aus fossilen Energiequellen (insbesondere Heizöl und Erdgas).

Sämtliche Energieverbrauchsdaten wurden gebäudescharf erfasst und in ein gebäudescharfes Wärmekataster überführt. Das gebäudescharfe Wärmekataster ist ein Werkzeug der kommunalen Wärmeplanung und beinhaltet zu jedem Gebäude Informationen zu Nutzung, Baustruktur und Wärmebedarf.

Auf Basis der energetischen Ausgangssituation wurde eine umfassende Potenzialanalyse zur Minderung des Energieverbrauchs und zum Ausbau erneuerbarer Energien ausgearbeitet. Für die Potenzialanalyse zur energetischen Sanierung wurde ein gebäudescharfes Sanierungskataster erstellt. Für jedes Gebäude stellt das Sanierungskataster die mögliche Energieeinsparung für definierte Sanierungsvarianten bzw. Sanierungstiefen dar.

Im Bereich der regenerativen Stromerzeugung besteht das größte Ausbaupotenzial aus der solaren Stromerzeugung auf Dachflächen und Freiflächen. Durch den weiteren Ausbau der regenerativen Stromerzeugung könnten die bilanziellen Überschüsse durch den Einsatz von Wärmepumpen zur Wärmebereitstellung genutzt werden und den Bedarf an Heizöl mindern. Zudem könnte ein Stromüberschuss für den künftig ansteigenden Bedarf an Strom für die

Elektromobilität / H<sub>2</sub>-Mobilität genutzt werden. Des Weiteren ergeben sich durch Sektorenkopplung und den gezielten Einsatz von Elektrolyseuren zur Wasserstoffproduktion („Speicher“) zukünftig weitere Potenziale.

Aufbauend auf die Potenzialanalyse erfolgte die Ausarbeitung eines konkreten Energieszenarios für das Jahr 2040. Das Energieszenario zeigt, dass im Gemeindegebiet Tiefenbach gute Voraussetzungen vorliegen, um eine bilanzielle Energieversorgung aus regionalen erneuerbaren Energien (in Verbindung mit klugen Speichertechnologien) zu ermöglichen.

Durch die hohe Detailschärfe ist der digitale Energienutzungsplan nicht nur ein Instrument für die kommunale Energieplanung, sondern auch eine Unterstützung für Wirtschaftsbetriebe und alle Bürgerinnen und Bürger bei der künftigen Identifizierung von Energieeinsparmaßnahmen und der Nutzung erneuerbarer Energie.