ebök GmbH
Schellingstraße 4/2
72072 Tübingen

Tel. 0 70 71 93 94 0
mail@eboek.de
www.eboek.de

Kommunale Wärmeplanung für die Gemeinde Seitingen-Oberflacht

Bericht

Erstellt am:	19.08.2024
im Auftrag von:	Gemeinde Seitingen-Oberflacht
Projektleitung:	B. Sc. Marc-André Claus
Inhaltliche Bearbeitung:	B. Sc. Sebastian Gallery, B. Sc. Rico la Verde M. Sc. Holger Zimmermann, B. Sc. Marc-André Claus

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG 1

1 Einleitung und Aufgabenstellung 12

2 Grundlagen und Methodik 13

2.1 Datenschutz 13

2.2 Randbedingungen für die Umsetzung 13

2.3 Datenquellen und Datenqualität 15

2.4 Methodik der Bestandsanalyse 17

2.4.1 Struktur der Wärmeversorgung 17

2.4.2 Angaben zum Wärmeverbrauch 17

2.4.3 Kennwerte für Bedarfsermittlung 18

2.5 Erhebungen Potenziale 19

2.5.1 Ermittlung des Einsparpotenzials der energetischen Sanierung 19

2.5.2 Potenziale erneuerbare Energien und Abwärmenutzung 21

2.6 Modellierung des Zielszenarios 26

2.6.1 Entwicklung des Wärmebedarfs 26

2.6.2 Allgemeine Rahmenbedingungen für die Energieversorgung der Zukunft 26

2.6.3 Entwicklung von Eignungsgebieten 28

2.6.4 Bildung des Energieträgermix im Zielzustand 30

3 Projektablauf, Akteure und Beteiligung 32

4 Bestandsanalyse 34

4.1 Gemeindestruktur 34

4.2 Wärmeversorgungsstruktur 35

4.2.1 Energieträgerverteilung 35

4.2.2 Struktur der Wärmeerzeugung 36

4.2.3 Bestehende Wärmenetze 38

4.2.4 Verteilnetz Erdgas 38

4.3 Stromerzeugende Anlagen und Speicher 39

4.4 Wärmebedarf und Wärmedichte 39

4.5 Energiebilanz 42

4.6 Treibhausgasbilanz 44

5 Potenziale 45

5.1 Einsparpotenzial durch energetische Sanierung 45
5.2 Solarenergie auf Freiflächen 46
5.3 Solarenergie auf Dachflächen 47
5.4 Abwasserwärmenutzung 48
5.4.1 Abwasserwärme im Kanal 48
5.4.2 Abwasserwärme nach Kläranlage 48
5.5 Feste Biomasse / Holz 49
5.6 Flusswasserwärme 50
5.7 Grundwasser 51
5.8 Geothermie mit Erdwärmesonden 52
5.8.1 Nutzung Erdwärmesonden in Wärmenetzen 53
5.8.2 Nutzung Erdwärmesonden für einzelne Liegenschaften 53
5.9 Geothermie mit Erdkollektoren / Agrothermie 54
5.10 Außenluft in Verbindung mit Wärmepumpen 55
5.11 Abwärme aus industriellen Prozessen 55
5.12 Biogas 56
5.13 Power to Gas 56
5.14 Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen 57
5.14.1 Windkraftanlagen 58
5.14.2 Wasserkraftanlagen 59
5.14.3 Stromerzeugung aus Photovoltaik 59
5.15 Rolle der Gasnetze 60
5.16 Rolle Kraft-Wärme-Kopplung 61
5.17 Fazit / Zusammenfassung Potenziale 61

6 Szenarienbildung und Zielbild 64

6.1 Allgemeine Voraussetzungen und Annahmen 64
6.2 Entwicklung des Wärmebedarfs 65
6.3 Entwicklung des Strombedarfs zur Wärmeerzeugung 66
6.4 Eignungsgebiete 67
6.5 Zwischenstand 2030 69
6.6 Zielbild 2040 71

6.7 Entwicklung der Treibhausgasemissionen 73

7 Maßnahmenkatalog 74

7.1 Übergeordnete / administrative Maßnahmen 75

7.2 Beteiligung Öffentlichkeit und Akteure 77

7.3 Energieeinsparung / Effizienzsteigerung in Gebäuden 78

7.4 Transformation dezentrale Wärmeerzeugung 79

7.5 Neubau von Wärmenetzen 81

8 Monitoring und Controlling 82

9 Verstetigung und Fortschreibung 84

10 Literatur- und Quellenverzeichnis 85

11 ANHANG 87

11.1 Bezeichnungen für Energie und Wärme 87

11.2 Anhang Karten 88

11.3 THG-Faktoren nach KEA-Technikkatalog 88

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Bilanzierung des Wärmebedarfs im Ist-Zustand nach Gebäudetypen, Energieträgern und Nutzungssektor 2

Abb. 2: Verteilung der THG-Emissionen (CO_2-Äquivalente) nach Energieträgern im Ist-Zustand 3

Abb. 3: Kartenausschnitt: Eignungsgebiete Wärmenetze und effiziente WP bis 2040 6

Abb. 4: Entwicklung THG-Emissionen (CO_2-Äquivalente) nach Energieträger bis 2040 7

Abb. 5: Der Potenzialbegriff am Beispiel von Solarertrag oder Effizienzsteigerung im Gebäudebestand 19

Abb. 6: Abwasserwärmetauscher im Kanal (Quelle: Fa. Uhrig) 22

Abb. 7: schematische Zuweisung von Versorgungsoptionen im Zielszenario 30

Abb. 8: Projektphasen der KWP-Erstellung 32

Abb. 9: Gebäude mit Wärmenutzung nach Anzahl, Fläche, Sektor und Nutzungsart 34

Abb. 10: Baublöcke nach Ortsteilen in Seitingen-Oberflacht, ALKIS-Daten-Stand 2021 35

Abb. 11: Energieträgerverteilung im Ist-Zustand nach Erzeugernutzwärmeabgabe der Gebäude 36
Abb. 12: Verteilung der Feuerstätten nach ihrem Baualter 36
Abb. 13: Verteilung der Feuerstätten nach Energieträger, Anzahl und Leistung 37
Abb. 14: Verteilung der Feuerstätten nach Art, Anzahl und Leistung 37
Abb. 15: Erzeugernutzwärmeabgabe nach Gebäudetyp, Energieträger, Anwendung und Nutzungssektor 39
Abb. 16: Absoluter Wärmebedarf (Erzeugernutzwärmeabgabe) pro Baublock 40
Abb. 17: Spezifischer Wärmebedarf (Erzeugernutzwärmeabgabe) pro Baublock 41
Abb. 18: Blockweise Wärmedichte (Erzeugernutzwärmeabgabe) 42
Abb. 19: Bilanzierung des Endenergiebedarfs für Wärmeerzeugung im Ist-Zustand 43
Abb. 20: Endenergieanteile nach Energieträgern 43
Abb. 21: THG-Bilanz im Ist-Zustand 44
Abb. 22: THG-Emissionen nach Energieträger 44
Abb. 23: Einsparpotenziale durch Effizienzsteigerung im Bestand in Abhängigkeit der Sanierungsrate 45
Abb. 24: Freiflächen mit solarer Eignung nach [LUBW FF Solar] 46
Abb. 25: Potenzial zur solaren Wärmeerzeugung je Baublock (mit Angaben aus [LUBW DF 2022]) 47
Abb. 26: Ablaufmengen nach Kläranlage im Jahresverlauf (Referenzjahr 2022) 48
Abb. 27: Potenzial Abwasserwärme: lieferbare Wärmemenge Wärmepumpe nach Klärwerk 49
Abb. 28: Potenzial Abwasserwärme: thermische Gesamtleistung Wärmepumpe nach Kläranlage 49
Abb. 29: Potenzial Flusswasserwärme: lieferbare Wärmemenge Wärmepumpe 51
Abb. 30: Potenzial Flusswasserwärme: thermische Gesamtleistung Wärmepumpe 51
Abb. 31: Hydrogeologische Übersichtskarte mit Schutzgebieten nach [ISONG] 52
Abb. 32 Geothermiepotenzial für Erdwärmesonden im Bestandsgebiet nach [KEA EWS 2022] 53
Abb. 33 Beispielhafte Darstellung Agrothermie, © Doppelacker GmbH [BMWI-09/2019] 54
Abb. 34 Beispielhafte Darstellung Agrothermie, © Doppelacker GmbH [BMWI-09/2019] 58
Abb. 35 Beispielhafte Darstellung Agrothermie, © Doppelacker GmbH [BMWI-09/2019] 59

Abb. 36: Eignungsgebiete / Prüfgebiete / Untersuchungsgebiete 67
Abb. 37: Energieträgerverteilung für die Erzeugernutzwärme 2030 69
Abb. 38: Energieträgerverteilung für die Endenergie 2030 70
Abb. 39: Treibhausgasemissionen aus der Wärmenutzung 2030 70
Abb. 40: Energieträgerverteilung für die Erzeugernutzwärme 2040 71
Abb. 41: Energieträgerverteilung für die Endenergie 2040 72
Abb. 42: Treibhausgasemissionen aus der Wärmenutzung 2040 72
Abb. 43: prognostizierter Verlauf der THG-Emissionen bis 2040 73
Abb. 44: PDCA-Zyklus der Umsetzung, „rollierende Planung" 83
Abb. 45: Bilanzgrenzen und Bezeichnungen im Energiefluss bis zur Nutzwärme im Gebäude 87

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Gegenüberstellung Wärme aus Solarenergie mit PV vs. Solarthermie 21
Tab. 2: Übersicht Beteiligung Akteure und Öffentlichkeit 33
Tab. 3: Anzahl bekannter Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen 37
Tab. 4: Abschätzung Anzahl an Solarthermieanlagen 38
Tab. 5: stromerzeugende Anlagen und Speicher im Gemeindegebiet [MaStr 2024] 39
Tab. 6: Entwicklung des Gesamtwärmebedarfs 65
Tab. 7: Strombedarf für Wärmepumpen 2030 / 2040 66

Abkürzungsverzeichnis

Agri-PV	Mit Photovoltaik überspannte landwirtschaftlich genutzte Flächen
Agrothermie	gleichzeitige Flächennutzung für Erdwärme (Kollektoren) und Landwirtschaft
Ankernutzer	Großer Wärmeabnehmer, der den Aufbau eines Wärmenetzes begünstigt
AWNA	Abwasserwärmenutzungsanlage
BAK	Baualtersklasse (von Gebäuden)
EBF	Energiebezugsfläche
EFH	Einfamilienhaus; Wohngebäude bis zu 2 Wohneinheiten
Eignungsgebiet	Ein Gebiet, das für den beschriebenen Ansatz, z. B. Wärmenetze, grundsätzlich geeignet ist und dahingehend näher untersucht werden sollte
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EWS	Erdwärmesonde
Fernwärme	siehe „Nahwärme, Fernwärme, Wärmenetz“
GHD(I)	Gewerbe, Handel, Dienstleistung, (Industrie)
(G)MFH	(Große) Mehrfamilienhäuser
Kalte Nahwärme	Wärmeverteilung auf niedrigem Temperaturniveau, z. B. 20°C
KlimaG BW	Klimaschutz und Klimafolgenanpassungsgesetz Baden-Württemberg
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
Nahwärme, Fernwärme, Wärmenetz	Verteilnetze für Wärme mit Erzeugung in einer oder mehreren Wärmezentralen (Unterscheidung nicht einheitlich definiert)
NGF	Nettogeschossfläche
Nieder-temperatur	Wärmeverteilung auf Temperaturniveau unter 70°C
PV	Photovoltaik
PVT	Photovoltaik-thermische Kollektoren; Solarkollektoren, die sowohl Strom als auch Wärme liefern können
THG	Treibhausgasemissionen (in CO_2-Äquivalente)

Wärmewende	(Wärmewendestrategie) Umsetzung des Zielkonzepts; zyklischer Prozess der Wärmewende mit Planen, Umsetzen, Überprüfen, Handeln
Wärmenetz	siehe „Nahwärme, Fernwärme, Wärmenetz“
WKA	Wasserkraftanlage / Windkraftanlage
WP	Wärmepumpe

ZUSAMMENFASSUNG

Die Gemeinde Seitingen-Oberflacht hat in einem Konvoi zusammen mit der Stadt Mühlheim an der Donau sowie den Gemeinden Rietheim-Weilheim und Wurmlingen eine freiwillige kommunale Wärmeplanung nach dem Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) durchgeführt. Mit dem vorliegenden Kommunalen Wärmeplan erfüllt Seitingen-Oberflacht vorfristig auch die Vorgabe des Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) bis Juni 2028 einen Wärmeplan aufzustellen.

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) ist eine rechtlich unverbindliche, strategische Fachplanung. Mit der am 01.01.2024 in Kraft getretenen Novelle des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) ist die Wärmeplanung nach dem WPG jedoch mit dem GEG hinsichtlich der Fristen zur Umstellung auf regenerative Versorgungsoptionen, insbesondere Wärmenetze, verknüpft worden. Durch den Beschluss der kommunalen Wärmeplanung durch die Gemeinde entstehen jedoch keine rechtsverbindlichen Auswirkungen für die Bürgerschaft, außer die Kommune beschließt in einem weiteren Schritt explizit formale Vorranggebiete für Wärmenetze gemäß §26 Abs. 1 WPG. Den Kommunen und den Bürgerinnen und Bürgern entstehen somit durch einen frühen Einstieg in die Kommunale Wärmeplanung keine Nachteile oder höhere Anforderungen als denen, in den noch keine KWP vorliegt.

Der Wärmeplan ersetzt keine Energieberatung vor Ort. Die Energieberatung pro Liegenschaft kann sich aber an den Ergebnissen des Wärmeplans, insbesondere den lokalen Potenzialen oder Fokus- und Eignungsgebieten für bestimmte Versorgungsoptionen, orientieren. Der Wärmeplan stellt damit ein strategisches Planungsinstrument für die kommunale Verwaltung, lokale Energieversorger, Gebäudenutzer und -betreiber sowie Gewerbe- und Industriebetriebe in Fragen einer zukunftsfähigen Wärmeversorgung dar.

Ist-Zustand der Wärmeerzeugung und Nutzung:

Für die Kommune wurden die Wärmebedarfe nach Gebäudetyp, Energieträger, Anwendung und Nutzungssektor wie folgt erhoben und bilanziert (Datengrundlage 2021):

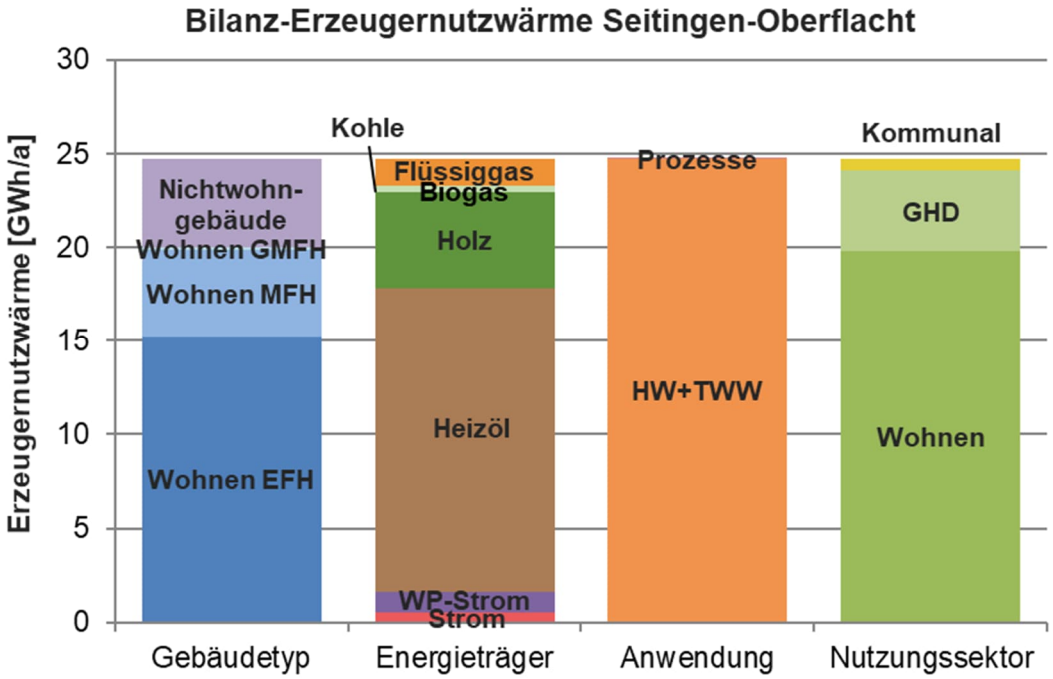


Abb. 1: Bilanzierung des Wärmebedarfs im Ist-Zustand nach Gebäudetypen, Energieträgern und Nutzungssektor

Daraus ergibt sich:

- In rund 860 beheizten Gebäuden wird etwa 24.710 MWh/a zur Wärmebedarfsdeckung benötigt (bezogen auf Erzeugernutzwärmeabgabe – Wärmemenge nach Wärmeerzeuger).
- Hauptsächlich wird diese Wärme zur Deckung des Heizwärmebedarfs (HW) und Trinkwarmwasserbedarfs (TWW) benötigt.
- Der Wärmebedarf der Wohngebäude, insbesondere der Einfamilienhäuser (EFH), dominiert.
- Innerhalb der Nichtwohngebäude dominiert der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD)
- Der Wärmebedarf wird derzeit zum größten Teil aus fossilen Energieträgern, darunter v. a. Heizöl und Flüssiggas, gedeckt.
- Etwa 27 % des Wärmebedarfs werden bereits aus erneuerbaren Energien gedeckt, darunter v. a. Holz als Energieträger mit dem zweitgrößten Deckungsanteil aller Energieträger.

Auf Grundlage der ermittelten Energieträgerverteilung wurde die Bilanz der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) für den Ausgangspunkt der kommunalen Wärmeplanung gebildet:

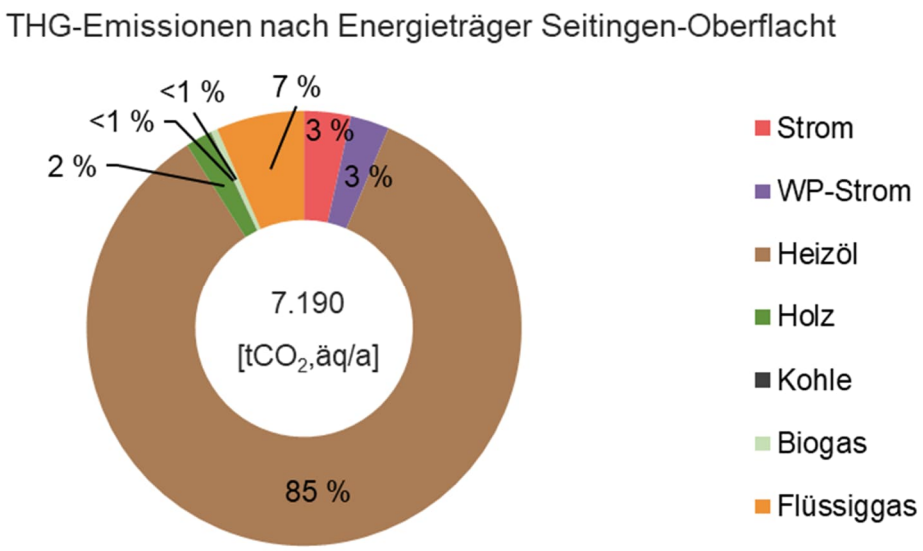


Abb. 2: Verteilung der THG-Emissionen (CO_2-Äquivalente) nach Energieträgern im Ist-Zustand

Analog zur oben dargestellten Energiebilanz dominieren auch hier die fossilen Energieträger, insbesondere Heizöl gefolgt von Flüssiggas.

Bestehende Potenziale

Die erhobenen lokalen Potenziale unterscheiden sich hinsichtlich der Qualität der dafür verfügbaren Datenquellen und der Belastbarkeit der zur Abschätzung notwendigen Annahmen. Zu beachten ist, dass die Potenziale ggf. untereinander konkurrieren und nicht technisch oder wirtschaftlich gleichwertig erschlossen werden können. Vor der Nutzung der genannten Potenziale können teilweise weitere Untersuchungen zur technischen und wirtschaftlichen Realisierbarkeit notwendig werden.

- **Effizienzsteigerung im Bestand:** Im Gebäudebestand wurde ein langfristiges Einsparpotenzial durch Effizienzmaßnahmen von 33,5 % ermittelt. Unter Berücksichtigung einer abgestimmten anzunehmenden Sanierungsrate von 1,5 %/a ergeben sich erzielbare Einsparungen bis 2030 von 1.550 MWh/a 6,3 % und bis 2040 von 2.960 MWh/a (12,0 %).
- **Solare Wärme auf Dachflächen:** Das ermittelte langfristige Potenzial zur Wärmeerzeugung auf solar geeigneten Dachflächen beläuft sich auf 2.460 MWh/a.
- **Solare Wärme auf Freiflächen:** Solarthermie-Freiflächenanlagen in der Nähe zu Wärmeabnehmern oder Heizzentralen stellen in Verbindung mit Speichern eine gute regenerative Wärmequelle für Wärmenetze dar. Bei einer eventuellen Erweiterung des angedachten Wärmenetzes, sollte das dafür zur Verfügung stehende Solarpotenzial konkretisiert und mögliche Flächen zur Sicherung definiert werden.
- **Abwasserwärme im Kanal**: Der Hauptsammler kurz vor der Verbandskläranlage hat einen ausreichenden Durchmesser, um dort Wärmetauscher installieren zu können. Jedoch muss bei einer Nutzung der Abwasserwärme darauf geachtet werden, dass die Abkühlung des Abwassers die Klärprozesse in der Kläranlage nicht beeinträchtigt.
- **Abwasserwärme nach Kläranlage**: Die Abkühlung des gereinigten Abwassers nach der Verbandskläranlage bietet ein Wärmepotenzial nach Wärmepumpe von 2.420 bis 3.170 MWh/a. Die Nutzung nach der Kläranlage bietet den Vorteil, dass auf die Temperaturanforderungen des Klärprozesses nicht mehr beachtet werden müssen.
- **Flusswasserwärme:** Das für die Elta auf Höhe der Mündung des Schönbaches abgeschätzte Wärmepotenzial nach Wärmepumpe beläuft sich auf 930 bis1.400 MWh/a Die Herausforderung besteht darin, einen geeigneten Standort für die Wasserentnahme und Wärmepumpe zu finden. Es gibt bisher keine dafür geeigneten Bauwerke. Für eine Erschließung und genauere Bestimmung des nutzbaren Potentials sind zudem noch weitere Randbedingungen zu klären.

- **Grundwasserwärme:** Im Ort gilt eine Bohrtiefenbegrenzung auf i. d. R. unter 300 m (Standortabhängig), um die tieferliegenden Grundwasserschichten zu schützen. Eine energetische Nutzung dieses Grundwassers schließt sich somit voraussichtlich aus und wurde nicht weiter untersucht.
- **Geothermie (Erdwärmesonden)**: Für das Gemeindegebiet wird aus den verfügbaren öffentlichen Quellen trotz der vorliegenden Bohrtiefenbegrenzung grundsätzlich eine gute Eignung für Erdwärmesonden bestätigt. Besonders geeignete Gebiete wurden bei den Eignungsgebieten als Gebiete für die Nutzung effizienter Wärmepumpen hervorgehoben. Zur dezentralen Nutzung für einzelne Liegenschaften im Bestand stehen nach einer Studie der KEA BW etwa 19.025 MWh/a aus Erdwärmesonden in Verbindung mit Wärmepumpen zur Verfügung.
- **Geothermie (Erdwärmekollektoren)**: Die Nutzung von Erdwärme aus oberflächennahen Kollektoren (Agrothermie, Erdkörbe o. ä.) in Verbindung mit Wärmepumpen ist grundsätzlich in Randlagen oder locker bebauten Baublöcken für einzelne Liegenschaften mit verringerten Wärmebedarfen möglich und wurde entsprechend im Anteil für dezentrale Wärmepumpen im Zielszenario berücksichtigt. Wenn größere Flächen in der Nähe von Heizzentralen gefunden werden können, eignet sich diese Form der oberflächennahen Geothermie prinzipiell auch für eine zentrale Wärmeversorgung über ein Wärmenetz.
- **Abwärme:** Aus den durchgeführten Befragungen ansässiger Unternehmen sowie der Analyse von Verbrauchsdaten, Branchen oder installierten Leistungen zur Wärmeerzeugung konnten drei Unternehmen mit Abwärmepotenzialen identifiziert werden. Bei zweien wurde angegeben, die Abwärme selbst nutzen zu wollen, ein weiterer in Oberflacht könnte sich auch die Einspeisung in ein Wärmenetz vorstellen. Das Potenzial beträgt etwa 50 MWh/a zur Eigennutzung und 250 MWh/a zur Einspeisung. Die technische Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Abwärmenutzung, müssen in weitergehenden Untersuchungen näher betrachtet werden.

Eignungsgebiete

Aus der Bestands- und Potentialanalyse wurden in Abstimmung mit der Kommune potenzielle Eignungsgebiete für den Aufbau Wärmenetzen sowie geeignete Gebiete für den Einsatz effizienter Wärmepumpen (z. B. Geothermie oder Grundwasser als Wärmequelle) abgestimmt. Für diese Eignungsgebiete wurden, soweit dafür entsprechende Anhaltspunkte vorlagen, auch Ausbauszenarien und Zeithorizonte für die Entwicklung der jeweiligen Anteile der Wärmebedarfsdeckung durch die jeweiligen Wärmenetze gebildet und für die Szenarien bilanziert.

Abb. 3: Kartenausschnitt: Eignungsgebiete Wärmenetze und effiziente WP bis 2040

Im Prüfgebiet für ein neues Wärmenetz ausgehend vom Gemeindezentrum werden zunächst kommunale Gebäude durch ein Wärmenetz versorgt. Damit wird mittelfristig ein Anteil am Gesamtwärmebedarf Seitingen-Oberflachts von rund 2,2 % durch dieses Wärmenetz gedeckt. Dabei wurde die Bedarfssenkung durch energetische Gebäudesanierung und der Einfluss der Klimaerwärmung berücksichtigt. Eine Ausweitung des wärmenetzversorgten Gebietes auch auf die private Wohn- und Nichtwohnbebauung entlang der Wärmenetztrasse, sollte geprüft und mit dem zukünftigen Betreiber des Wärmenetzes abgestimmt werden.

Im Vorranggebiet effiziente Wärmepumpen sind die Voraussetzungen für den Einsatz dieser Wärmepumpen allgemein sehr gut. Hier sollte ein möglichst hoher Anteil effizienter Wärmepumpen (z. B. mit Wärmequelle Geothermie, Eisspeicher oder

Photovoltaik-thermische-Kollektoren – PVT) angestrebt werden. Infoveranstaltungen, best practice Beispiele oder Beratungsangebote zu Planung und Förderangeboten beim Heizungstausch können dabei helfen. Langfristig (bis 2040) könnte unter Berücksichtigung der Bedarfsentwicklung eine Deckung des Wärmebedarfs von 12,7 % (2.670 MWh/a) durch effiziente Wärmepumpen erreicht werden.

Für eine mögliche Ausweitung des Wärmenetzes müssten folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Konkretere Prüfung der Umsetzbarkeit, z. B. durch Machbarkeitsstudien (nach Bundesförderung für effiziente Wärmenetze – BEW)
- Konkrete Planung und Umsetzung von Ausbaustufen und Zentralen
- Begleitende Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung, um die für die Wirtschaftlichkeit notwendigen Anschlussquoten im Bestand zu erreichen.

Zielszenario und Entwicklungspfad

Mit den Ergebnissen aus der Bestands- und Potentialanalyse und unter Berücksichtigung der mit der Kommune und weiteren wesentlichen Akteuren abgestimmten Randbedingungen und Annahmen für die Entwicklung des Zielszenarios, wurde die anzunehmende künftige Struktur der Wärmeerzeugung und Energieträgerverteilung für die Jahre 2030 und 2040 modelliert.

Daraus ergibt sich eine **Reduktion der Treibhausgasemissionen von 40 % bis 2030 und 85 % bis 2040.**

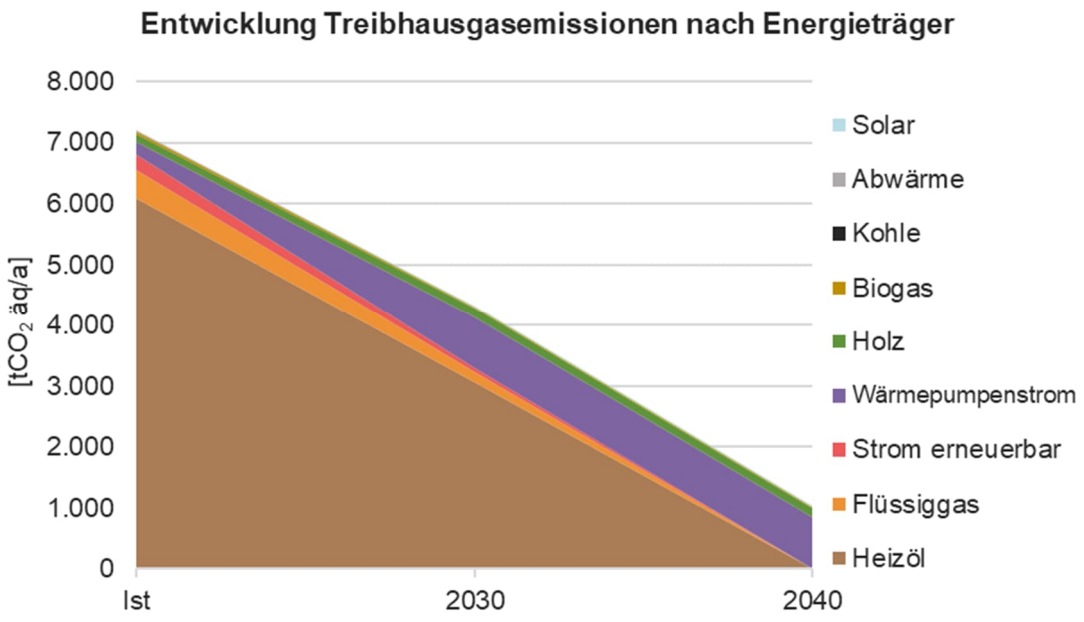


Abb. 4: Entwicklung THG-Emissionen (CO_2-Äquivalente) nach Energieträger bis 2040

Mit der Umstellung auf erneuerbare Energiequellen können die THG-Emissionen entscheidend gesenkt, aber nicht vollständig vermieden werden. Auch für die Nutzung erneuerbarer Energiequellen sind THG-Emissionen, z. B. aus Herstellung und Transport, zu berücksichtigen. Eine Klimaneutralität im Sinne von „Null THG-Emissionen“ kann für das Gemeindegebiet somit nur durch begleitende Maßnahmen zur Kompensation von Emissionen erreicht werden. Für diese Maßnahmen und die Möglichkeit der Anrechnung für die Gemeinde fehlen jedoch derzeit die übergeordneten rechtlichen Rahmenbedingungen.

Umsetzungsstrategie und Maßnahmen

Die Konzeption einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Kontext der übergeordneten politischen Vorgabe zur Erreichung der Klimaneutralität im Jahr 2040 beruht auf drei strategischen Zielen:

1. Ehrgeizige Einsparungen und Steigerung der Effizienz in der Wärmenutzung
2. Umstellung der Wärmeerzeugungsanlagen auf erneuerbare Energiequellen
3. Aufbau, Verdichtung und Erweiterung von Wärmenetzen

Dazu wurden mit der Gemeinde Maßnahmen abgestimmt und priorisiert. Nach dem KlimaG BW sollen für die Kommune durch den Wärmeplan mindestens fünf kurzfristig zu beginnende Maßnahmen mit höherer Priorität benannt werden. Diese empfohlenen Maßnahmen sind:

1. Initiierung und Begleitung von Prozessen zum Aufbau eines neuen Wärmenetzes oder kleinerer Wärmeverbünde.
2. Themenbezogene Bürgerveranstaltungen zur Information der Bürgerinnen und Bürger über Ergebnisse des KWP und zur beratenden Begleitung bei der Umsetzung.
3. Initiierung und Begleitung von Beratungsangeboten / Informationsveranstaltungen für Besitzerinnen und Besitzer privater Wohngebäude zur Nutzung Solarenergie zur Wärme- und Stromerzeugung auch in Verbindung mit Speichern und Elektromobilität
4. Initiierung und Begleitung von Beratungsangeboten / Informationsveranstaltungen für Besitzerinnen und Besitzer privater Wohngebäude zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie, speziell in Eignungsgebieten effizienter Wärmepumpen ggfs. mit Vorstellung von best-practice-Beispielen aus der Bürgerschaft
5. Organisation und Moderation der Suche nach potenziellen Betreibern (Contractoren / Bürgerenergiegenossenschaften etc.) von kleineren Wärmeverbünden.

Die Maßnahmen sind in ausführlicher Form im Maßnahmenkatalog des Berichts dokumentiert.

Herausforderungen:

Auch bei vollständiger Ausschöpfung aller bestehenden lokalen Potenziale bleibt die Kommune von äußeren Entwicklungen und Ressourcen abhängig:

- Für die Steigerung der Energieeffizienz im Bestand bestehen Hemmnisse (wie z. B. Ressourcen- und Handwerkermangel), deren Ursachen durch die Kommune nicht direkt beeinflusst werden können.
- Holz als Brennstoff wird in Zukunft sehr stark nachgefragt, während die Nutzung durch Gesetzgebung und Förderrichtlinien mittelfristig voraussichtlich stärker reglementiert werden wird.
- Aus erneuerbaren Energien hergestellte brennbare Gase (v. a. grüner Wasserstoff) werden auf lange Sicht weder aus lokalen Potentialen noch aus überregionalen Netzen in ausreichender Menge verfügbar sein, um sie technisch und wirtschaftlich in der Breite für Heizzwecke verwenden zu können.
- Durch die abzusehende Zunahme von strombetriebenen Wärmeerzeugungsanlagen, insbesondere Wärmepumpen, wird die Transformation des dafür genutzten Strommixes und die entsprechende Verstärkung des Stromnetzes zu einem bestimmenden Faktor. Hier kann die Kommune durch die Erschließung lokaler Potentiale einen Beitrag leisten. Die Gemeinde bleibt jedoch von der Entwicklung des Bundes-Strommixes und den Möglichkeiten des Netzbetreibers abhängig.
- Wegen der räumlichen Verteilung, der Kleinteiligkeit und den saisonalen Schwankungen der nachhaltigen lokalen Wärmequellen sind Wärmespeicher und Wärmenetze von besonderer Bedeutung für die Erreichung der Klimaneutralität der Gemeinde.
- Für den Aufbau und den Betrieb von Wärmenetzen stehen keine eigenen Betriebe oder Stadtwerke zur Verfügung. Hier müssen überregional geeignete Akteure, z. B. Bürgerenergiegenossenschaften oder auch gewerbliche Contractoren, gefunden werden. Dieser Prozess muss mit der Konkretisierung von Eignungsgebieten und verfügbaren Flächen und Standorten zur regenerativen Wärmeerzeugung synchronisiert werden, um künftige Betreiber möglichst früh in die Konzeptionierung und Umsetzung von Wärmenetzen einzubeziehen.

Allgemein wird die Gewinnung von Solar- und Umweltwärme sowie der Ausbau der Wärmenetze und die Errichtung von benötigten Speichern und Heizzentralen die Gemeindegesellschaft fordern. Es sind Flächen zu finden, auf denen die entsprechenden Anlagen zur Strom- oder Wärmegewinnung sowie die Zentralen und Wärmespeicher errichtet werden können. **Für die Akzeptanz sollten alle Betroffenen frühzeitig in die Umsetzung des Wärmeplans miteinbezogen werden.**

Kernaussagen für die Bürgerschaft

Die aufgezeigten Perspektiven für die Entwicklung von Wärmenetzen müssen vor einer formalen Festlegung als Wärmenetzvorranggebiete im Sinne des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) zunächst weiter untersucht und konkretisiert werden.

Solange von der Gemeinde keine formalen Wärmenetzvorranggebiete festgelegt werden, ergeben sich in den oben benannten Eignungsgebieten **keine Verpflichtungen oder Umstellungsfristen aus dem GEG**. Das bedeutet, dass für unmittelbar anstehende Erneuerungen von Heizungsanlagen in den Eignungsgebieten die gleichen Anforderungen gelten, wie im Rest der Gemeinde.

Bei der Suche nach einer dezentralen Wärmeversorgungslösung sollte im Hinblick auf die spätestens ab Juli 2028 geltenden Vorgaben für neue Heizungen, diese neue Heizungsanlage die Wärme bereits größtenteils erneuerbar bereitstellen. Dafür stehen prinzipiell folgende Quellen zur Verfügung:

- Lokale Potenziale aus Geothermie in Verbindung mit Wärmepumpen (speziell in Vorranggebieten für effiziente Wärmepumpen (siehe Abb. 3)
- Nutzung von anderen Niedrig-Temperatur-Wärmequellen in Verbindung mit Wärmepumpen wie z. B. Außenluft, Eisspeicher, Photovoltaik-thermische-Kollektoren (PVT)
- Wärme aus Solarenergie auf Dachflächen (Photovoltaik / Solarthermie)
- Holz, vorzugsweise aus der Region und in Verbindung mit anderen Energiequellen, um es nur in der Heizperiode zu nutzen (z. B. + Solarenergie)
- „Wärmeinseln“ zwischen benachbarten Gebäuden (z. B. Reihenhäusern) oder auch Gebäuden auf einer Liegenschaft

Generell stellt die Bedarfssenkung durch Effizienzmaßnahmen an der Gebäudetechnik, dem Nutzerverhalten oder der Gebäudehülle einen sinnvollen Schritt vor der Erneuerung des Wärmeerzeugers und Umstellung auf erneuerbare Quellen dar. Mit der Senkung des Bedarfs und der im Heizsystem notwendigen (Vorlauf-) Temperaturen, steigen die Chancen einer technisch und wirtschaftlich sinnvollen Nutzung von erneuerbaren Energien, insb. bei Systemen mit Wärmepumpen. Gebäude können durch Effizienzmaßnahmen also auf ein neues Heizsystem vorbereitet werden („Wärmepumpen-ready“ / „Niedertemperatur-ready“).

Bestehende (fossile) Heizungen können teilweise auch durch Wärmepumpensysteme ergänzt und weiter zur Spitzenlastdeckung genutzt werden, wenn damit die Verpflichtung zur Deckung durch erneuerbare Energien erfüllt wird (Hybridsysteme).

Für die konkrete Entscheidung pro Gebäude ist weiterhin eine qualifizierte Beratung vor Ort notwendig. Die Kommunale Wärmeplanung kann diesen Schritt nicht ersetzen aber als übergeordnetes Planungsinstrument der Kommune bestehende Versorgungsoptionen im Gemeindegebiet lokalisieren, zeitlich einordnen oder auch ausschließen.

Für die gebäudeweise Beratung stehen verschiedene Angebote und Förderungen zur Verfügung. Das betrifft lokale Angebote der Energieagentur des Landkreises oder auch den bundesweit geförderten „Sanierungsfahrplan“.

Insgesamt werden die Kosten und auch der Flächenbedarf für die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern steigen. Die Nutzung von Flächen oder Standorten für die Wärmeerzeugung, -speicherung und -übertragung steht dabei zudem in Konkurrenz zu anderen Nutzungen wie der Landwirtschaft oder der Naherholung und muss zudem Auflagen des Naturschutzes beachten. Die Wärmewende stellt damit eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe dar.

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Mit dem Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) haben Kommunen unter 20.000 Einwohnern die Möglichkeit, freiwillig eine kommunale Wärmeplanung durchzuführen und können sich dafür mit benachbarten Kommunen zusammenschließen („Konvoi“), um Synergien in der Konzepterstellung, aber auch der späteren Umsetzung zu nutzen. Das Land Baden-Württemberg hat dieses Vorhaben durch Fördermittel unterstützt.

Der Beschluss des Gemeinderats zur freiwilligen Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung reiht sich in die bereits länger bestehenden ehrgeizigen Klimaschutzaktivitäten der Gemeinde ein.

Der kommunale Wärmeplan (KWP) soll in Form eines übergeordneten Planungsinstrumentes die Basis für eine Strategie zur langfristig klimaneutralen Wärmeversorgung des Gebiets der Kommune bis zum Jahr 2040 bilden. Der KWP nennt dazu die Potenziale und Wärmebedarfe der Kommune sowie Eignungsgebiete für z. B. den Ausbau von Wärmenetzen. Er bildet die Grundlage zur Auswahl von Quartieren für die Durchführung gezielter Entwicklungskampagnen oder zur Erschließung lokaler Potentiale an erneuerbaren Energien. Darüber hinaus soll er für Gebäudeeigentümer und Energieversorger eine Orientierung zur Realisierung klimaneutraler Wärmeversorgungssysteme darstellen.

Der Kommunale Wärmeplan soll nach den Vorgaben des Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) sowie des KlimaG BW regelmäßig aktualisiert werden, um im Laufe der Umsetzung auf die jeweils aktuellen technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu reagieren.

2 Grundlagen und Methodik

2.1 Datenschutz

Durch das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) wurde die rechtliche Grundlage geschaffen gebäude- bzw. zählerscharfe Daten von Wohn- und Nichtwohngebäuden bei z. B. Bezirksschornsteinfegern, Energieversorgungsunternehmen oder der Industrie zu erheben.

Entsprechend hoch ist die Bedeutung des Datenschutzes im kommunalen Wärmeplan. Nach § 33 KlimaG BW und mit Verweis auf die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO, insb. Art. 28) sind die Kommunen zum Schutz der Daten verpflichtet.

Umgesetzt wird diese Pflicht wie folgt:

- Es wurden mit den Lieferanten und Bearbeitern sensibler Daten Verträge nach DSGVO geschlossen, die die Art der Speicherung und Bearbeitung regeln.
- Für die Veröffentlichung der Ergebnisse in Karten wurden die gebäudescharfen Daten zu Baublöcken als kleinste Einheit zusammengefasst, dabei bilden mindestens fünf Gebäude einen Baublock.
- Nach Abschluss des Projektes werden gebäudescharfe Daten gelöscht.

2.2 Randbedingungen für die Umsetzung

Die Umsetzung der Ergebnisse und Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans unterliegt vielen äußeren Einflüssen, die die Kommune nicht oder nur in geringem Maße beeinflussen kann. Dazu gehören die Entwicklung der Energiepreise, die Kostenentwicklung für Investitionen und die Verfügbarkeit von Ressourcen zur Umsetzung baulicher Maßnahmen. Weitere maßgebliche Randbedingungen werden durch das Land und den Bund im Kontext des Ordnungsrechts und der Förderkulisse festgelegt:

- Verschärfung der Neubauanforderungen; Pflicht zur Nutzung von Solarenergie
- durch das „Erneuerbare Wärmegesetz Baden-Württemberg“ (EWärmeG BW) vorgeschriebene Mindestanteile erneuerbarer Energien (15 %) oder entsprechender Ersatzmaßnahmen beim Einbau neuer Wärmeerzeuger
- Bundesgesetz zur Kommunalen Wärmeplanung („Wärmeplanungsgesetz“, WPG) mit Vorgaben zu Transformationsplänen und Anteilen erneuerbarer Energien in Wärmenetzen sowie einer Verknüpfung von Eignungsgebieten für bestimmte Versorgungsoptionen mit dem GEG

- Förderung der energetischen Modernisierung von Gebäuden mit dem Ziel der Effizienzsteigerung und Nutzung erneuerbarer Energieträger sowie der Entwicklung kleinerer Wärmeverbünde („Gebäudenetze“) durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
- Förderung für Transformationspläne und die Optimierung bestehender Wärmenetze sowie für Machbarkeitsstudien zur Konzeption, Planung und Umsetzung neuer Wärmenetze durch die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
- Förderprogramme des Bundes zur energetischen Quartiersentwicklung mit Maßnahmen zur Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit

Der Prozess zur Erreichung der Klimaneutralität erfordert eine Exit-Strategie aus Öl und Erdgas, die von einer allgemeinen Bedarfssenkung und dem Ausbau von Wärmenetzen begleitet wird. Sowohl Wärmenetze als auch verbleibende dezentrale Heizungsanlagen müssen in Zukunft mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Dabei sollten zuerst lokale Potenziale ausgeschöpft werden bevor überregionale Ressourcen in Anspruch genommen werden. Die Kommune kann dazu mit eigenen administrativen Maßnahmen auf äußere Rahmenbedingungen reagieren, soweit ihr das rechtlich und finanziell möglich ist.

Als kleinere Kommune ohne eigene kommunale Unternehmen / Stadtwerke zur Wärmeversorgung muss zur Entwicklung neuer Wärmenetze mit externen bzw. privaten Dienstleistern / Contractoren zusammengearbeitet werden. Die Rolle der Kommune besteht in dieser Konstellation in der Initiierung und Moderation der dazu notwendigen Prozesse:

- Recherche und Kontaktaufnahme mit geeigneten, möglichst auch regional verankerten, Anbietern für den Aufbau und Betrieb von Wärmeversorgungsanlagen / Wärmenetzen.
- Aufnahme von Bedürfnissen oder Impulsen zur Entwicklung von Wärmenetzen aus der Bürgerschaft oder auch dem Gewerbe- / Industriesektor.
- Durchführung von Studien zur Erschließung von lokalen Potentialen an erneuerbaren Energien für Wärmenetze, der Transformation bestehender oder der Entwicklung neuer Wärmenetze im Gebäudebestand.
- Beauftragung und Umsetzung von Konzepten zur Energieversorgung von Neubau- / Entwicklungsgebieten auf Basis effizienter Energienutzung und erneuerbaren Energien.

2.3 Datenquellen und Datenqualität

Für die Erstellung der Wärmeplanung wurde durch den Gesetzgeber im KlimaG BW die Verfügbarkeit wesentlicher Datenquellen gesichert. Dabei gelten gleichzeitig Bestimmungen zur Gewährleistung des Datenschutzes (vgl. Kapitel 2.1). Diese Daten umfassen:

- zählerbezogene Verbrauchsdaten von Energieversorgern / Netzbetreibern zu leitungsgebundenen Energieträgern: Gas, Wärme, Strom für Heizzwecke,
- Kehrbuchdaten mit technischen Angaben zu Feuerstätten in der Zuständigkeit der Bezirksschornsteinfeger,
- Auskunftspflicht von Industriebetrieben / Großverbrauchern zu Energie-nutzungen und Verbräuchen.

Für die erfolgreiche Bearbeitung der Kommunalen Wärmeplanung wurden weitere Datenquellen hinzugezogen:

- Angaben zum Gebäudebestand aus dem Amtlichen Liegenschaftskataster Informationssystem (ALKIS): Gebäudeumriss, Adresse, Nutzungsart
- Höhendaten des LGL mit Gebäudehöhen zur Abschätzung einer beheizten Nutzfläche (Energiebezugsfläche - EBF)
- Ergebnisse einer Befragung im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie (GHDI) zu Energienutzungen und Potenzialen
- Öffentlich verfügbare Informationen lokaler Potenziale erneuerbarer Energien
- Weitere Angaben von Betreibern von Infrastruktur zur Ver- oder Entsorgung wie Wärmenetze, Kläranlagen, lokale Wärme- oder Stromerzeugung etc.

Kennzeichnend für die Aufbereitung und Zusammenführung aller genannten Daten-quellen sind die unterschiedlichen Genauigkeiten, Zeitbezüge oder auch räumliche Auflösungen. Außerdem unterscheiden sich die Datengrundlagen in den Kommunen in ihrer Verfügbarkeit, Aktualität oder auch im Datenformat.

Mit der Herausforderung diese für eine möglichst effiziente Verarbeitung sehr unterschiedlich geeigneten Quellen mit einem Geografischen Informationssystem (GIS) nutzbar zu machen und der Unmöglichkeit im Rahmen des Projektes einzelnen Datenfehlern, Widersprüchen oder offensichtlichen Unstimmigkeiten nachzugehen, muss pro Liegenschaft weiter von verbleibenden Unsicherheiten / Ungenauigkeiten ausgegangen werden. Das betrifft insbesondere:

- die geschätzten Wärmebedarfe für nicht-leitungsgebundene Energieträger, z. B. anhand installierter Leistungen von Wärmeerzeugern
- den Anteil von Strom zur Wärmeerzeugung, wenn kein besonderer Tarif dafür besteht

- den Deckungsanteil mehrerer Wärmeerzeuger in einer Liegenschaft
- durch andere Gebäude mitversorgte Gebäude („Wärmeinsel“, gemeinsame Heizungsanlagen)
- die Unsicherheiten bei der automatisierten Zuweisung von adressbezogenen Angaben durch Schreibfehler, andere Schreibweisen, Umbenennung, Abriss, Neubau etc.
- die Anwendung statistischer Kennwerte auf die grob geschätzte EBF zur Festlegung nicht getrennt vorliegender Teilverbräuche, z. B. Anteil Warmwasserbereitung in Wohngebäuden, Wärmebedarf in Nichtwohngebäuden, Anteile von Prozesswärme etc.
- die Aufteilung von Gesamtverbräuchen in Liegenschaften (z. B. GHDI) auf einzelne Gebäude(-teile) und Nutzungen.

Abschließend muss darauf hingewiesen werden, dass im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung keine korrekte gebäudescharfe Aufnahme und Prognose erfolgt, sondern (allein schon aus Datenschutzgründen) die Aussagen zu größeren Einheiten wie Quartieren, Eignungs- oder Fokusgebieten, Straßenzügen, Baublöcken etc. getroffen werden.

2.4 Methodik der Bestandsanalyse

2.4.1 Struktur der Wärmeversorgung

Für die Erfassung der bestehenden Struktur der Wärmeversorgung wurden folgende Grundlagen und Quellen verwendet:

- Adressbezogene Kehrbuchdaten zu Feuerstellen: Baujahr, Leistung, Energieträger, Art der Feuerstelle und Art der Verteilung (Zentral- oder Einzelraumheizung) der zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister
- Adressbezogene Angaben zu leitungsgebundenen Energieträgern des Gas- und Stromversorgers
- Installierte Solarthermieanlagen soweit bekannt oder erkennbar

In der Auswertung der Kehrbücher wurde anhand der Art der Feuerstätte nach der anzunehmenden Verwendung unterschieden bzw. irrelevante kleinere Wärmeerzeuger aussortiert (z. B. Schmiedefeuer, Kochgeräte bzw. Anlagen mit weniger als 10 % Anteil an der installierten Leistung):

- Raumwärme und Warmwasser
- Sonstige / Prozesswärme (z. B. Destillen, Schmelzöfen)

2.4.2 Angaben zum Wärmeverbrauch

Verbrauchsangaben für einzelne Energieträger zur Wärmeerzeugung lagen v. a. für leitungsgebundene Energieträger vor:

- Adressbezogene Angaben zu Erdgasverbräuchen der Netze BW GmbH
- Adressbezogene Angaben zu Wärmestromverbräuchen der Netze BW GmbH
- Befragungen im Sektor GHDI: Gewerbe- und Industriebetriebe wurden kontaktiert und gebeten Angaben zu ihren Energie- und Wärmenutzungen sowie zu bestehenden Potenzialen zu machen.
- Angaben der Gemeinde zu kommunalen Gebäuden

Die in unterschiedlichen Formaten und Qualitäten vorliegenden Quellen wurden jeweils aufbereitet und mit Hilfe eines Geografischen Informationssystems (GIS) zur weiteren Auswertung zusammengeführt.

Strombetriebene Wärmeerzeuger wie z. B. Nachtspeicheröfen oder Wärmepumpen wurden aus den Daten des Versorgers / Netzbetreibers auf Grundlage der dort registrierten besonderen Tarife ermittelt. Andere strombetriebene Anlagen können aus den verfügbaren Quellen nicht identifiziert und entsprechend zugeordnet werden. In diesen Fällen ergab sich die Zuweisung deshalb im Wesentlichen aus nach

Nutzungsart anzunehmender Beheizung und trotz der Auswertung aller anderen oben genannten Quellen weiterhin unbekanntem Energieträger.

Vorhandene Stromnutzungen für Prozesswärme können damit ebenfalls nicht automatisch, sondern nur durch einen direkten Kontakt bzw. eine Befragung ermittelt werden. Somit ist bei den Angaben zur Wärmeerzeugung aus Strom im KWP auch eine größere Unsicherheit enthalten.

Die Verwendung von Wärme in Liegenschaften des Sektors GHDI kann nicht allein aus einer Angabe zum Gesamtverbrauch einer Liegenschaft (Hauptzähler) abgeleitet werden. Pro Gebäude und Nutzungsart auf der Liegenschaft wurde anhand von anzunehmenden Bedarfskennwerten ein Bedarf für Heizwärme und ggf. Warmwasserbereitung abgeschätzt. Der verbleibende Anteil wurde der Verwendung „Sonstige / Prozesswärme“ zugeordnet.

Verbrauchsangaben unterliegen witterungsbedingten Schwankungen und werden außerdem zu einem großen Teil vom Nutzerverhalten beeinflusst. Für die unmittelbare Einschätzung des Ist-Zustands sind sie jedoch bedeutsam, weil darin auch der ansonsten unbekannte Sanierungszustand abgebildet ist.

2.4.3 Kennwerte für Bedarfsermittlung

Für Gebäude, für die keine konkreten Verbrauchsangaben vorlagen, wurde der Wärmebedarf abgeschätzt. Dies betrifft vor allem Gebäude mit nicht leitungsgebundenen Energieträgern wie z. B. Heizöl, Flüssiggas oder Holz.

Wohngebäude

Da im Gemeindegebiet keine gebäudebezogenen Baualter zur Verfügung standen, wurde für die Ermittlung von anzunehmenden Wärmebedarfswerten auf die Hochrechnung aus der installierten Leistung der Wärmeerzeugung mit Hilfe von typischen anzunehmenden Vollbenutzungsstunden pro Energieträger und Anlagentyp zurückgegriffen.

Nichtwohngebäude

Der Verbrauch von Nichtwohngebäuden wird in der Regel mehr von der Nutzung als von der Baualtersklasse bestimmt. Für die Nichtwohngebäude, für die kein Verbrauchswert vorlag, wurde deshalb auf die Kennwerte nach VDI 3807 Teil 2 [VDI 3807-2] zurückgegriffen (Mittelwert je m² NGF nach Nutzungsart). Diese wurden für die Verwendung auf die Erzeugernutzwärmeabgabe umgerechnet.

2.5 Erhebungen Potenziale

Nicht alle theoretisch existierenden Potenziale sind auch realistisch erschließbar. Durch die Berücksichtigung der diversen technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen, grenzt sich das theoretische Gesamtpotenzial im Laufe der detaillierteren Untersuchungen und nachfolgenden Planungen immer weiter auf das erschließbare Potenzial ein. Im Rahmen des KWP wurde in Abstimmung mit der kommunalen Verwaltung sowie weiteren Akteuren versucht, diese Eingrenzung der Potenziale soweit möglich bereits vorzunehmen. Insbesondere die tatsächliche Verfügbarkeit von Potenzialflächen oder Standorten für benötigte technische Anlagen wie Wärmezentralen mit Lager- oder Speicherkapazitäten, kann im Projektrahmen des KWP jedoch nicht abschließend geklärt werden.

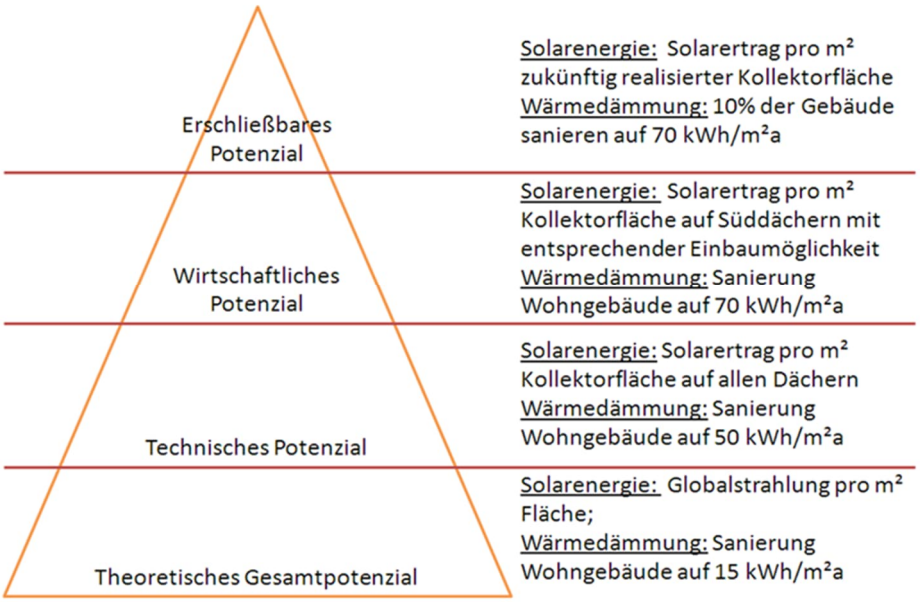


Abb. 5: Der Potenzialbegriff am Beispiel von Solarertrag oder Effizienzsteigerung im Gebäudebestand

2.5.1 Ermittlung des Einsparpotenzials der energetischen Sanierung

Wohngebäude

Das pro Gebäude anzunehmende Einsparpotenzial wurde je nach Nutzungsart auf Basis eines statistisch begründeten Zielwerts in Kombination mit einer als maximal angesehenen Einsparquote festgelegt. Für Wohngebäude entspricht das im Mittel einem Bedarf nach den Förderstandards „Effizienzhaus 55 bis -70“ der KfW.

Anhand des zugewiesenen aktuellen Wärmebedarfs der Gebäude wurde ein derzeitiger Sanierungsstand indirekt berücksichtigt. Lag der Bedarf eines Gebäudes bereits unter oder in der Nähe seines Zielwertes, wurde kein Potenzial angenommen, da eine wirtschaftliche Gebäudemodernisierung als unwahrscheinlich angenommen werden muss.

Für alle anderen Gebäude ergab die Differenz des aktuellen Bedarfs zum Zielwert bzw. eine angenommene maximal mögliche Einsparung das langfristige Gesamtpotenzial.

Die energetische Gebäudesanierung stellt die Maßnahme mit dem größten Anteil am Einsparpotenzial der Wohngebäude dar. Andere Faktoren wie das Nutzerverhalten oder Optimierungen an den bestehenden Anlagen können nicht einzeln bewertet werden und sind im angenommenen Zielwert bereits enthalten.

Nichtwohngebäude

Als Grundlage für die Ermittlung des Einsparpotenzials bei Nichtwohngebäuden sind die Richtwerte des Wärmebedarfs nach Gebäudenutzung aus der VDI 3807 Teil 2 verwendet worden. Aus der Differenz aus Richtwert und Mittelwert nach dieser VDI und unter Berücksichtigung einer maximalen prozentualen Einsparung wurde der zugehörige Reduktionsfaktor für den Heizwärmebedarf der Gebäude abgeleitet.

Die Entwicklung des Prozesswärmebedarfs ist jedoch nicht belastbar abzuschätzen, da sie in nicht geringem Umfang mit der Entwicklung der wirtschaftlichen Lage und der Marksituation zusammenhängt. Diese Bedarfe wurden für die Szenarienbildung und die Potenzialanalyse nicht verändert, es sei denn, es wurden Angaben dazu in den Fragebögen gemacht.

Sanierungsrate

Die berechneten Einsparungen sind als technisch-wirtschaftliches Potenzial zu verstehen und zeigen einen Zielzustand nach Sanierung aller heute als sanierungsfähig eingeschätzten Gebäude auf. In welchem Rahmen und in welchem Zeitraum dieses Einsparpotenzial erschlossen wird, hängt von der erreichbaren Sanierungsrate ab.

Der Begriff „Sanierungsrate“ ist nicht allgemeingültig definiert. In diesem KWP entspricht sie dem Anteil der sanierungsfähigen Gebäude (siehe oben) an der Gesamtheit der beheizten Bestandsgebäude, die innerhalb eines Jahres im Mittel auf ihre jeweiligen Zielwerte saniert werden.

2.5.2 Potenziale erneuerbare Energien und Abwärmenutzung

Solarenergie auf Freiflächen

Für grundsätzlich geeignete Freiflächen zur solaren Wärmeerzeugung können den öffentlich verfügbaren Karten der LUBW sowie den Ende 2023 veröffentlichten Planhinweiskarten zur Teilfortschreibung der Regionalverbände zu PV-Freiflächen entnommen werden (veröffentlicht auf https://www.regionalverband-sbh.de/).

Alle in diesen Quellen ausgewiesenen Flächen müssen jedoch in jedem Fall erst auf ihre tatsächliche Verfügbarkeit geprüft werden bevor dafür Potenziale hochgerechnet werden.

Verfügbare Freiflächen mit solarer Eignung in der Nähe von bestehenden Wärmezentralen oder Wärmenetz-Eignungsgebieten sind dabei zuerst für die Solarthermie zu prüfen und ggf. vorzusehen und erst danach für die Stromerzeugung durch Photovoltaik.

Solarenergie auf Dachflächen

Durch die technischen und wirtschaftlichen Entwicklungen der letzten Jahre stellen sich PV-Anlagen mit einem in den Warmwasserspeicher integrierten Heizstab und solarthermische Anlagen zur Wärmegewinnung als wirtschaftlich gleichwertig dar. Abhängig von den jeweiligen Voraussetzungen können beide Systeme zum Einsatz kommen und haben dabei folgende Vor- oder Nachteile:

Tab. 1: Gegenüberstellung Wärme aus Solarenergie mit PV vs. Solarthermie

Photovoltaik mit Heizstab	**Solarthermie**
Leichtere Installation	Aufwändige Installation durch Wasserkreislauf und Speicher
Für denselben Ertrag wird mehr Kollektorfläche benötigt; Verschattungen und Orientierung sind entscheidend	Höherer Wirkungsgrad des Kollektors; teilweise Verschattung oder nicht optimale Orientierung sind weniger kritisch
Strom als höherwertige Energieform ist flexibel nutzbar. Zunächst zur Eigenstromnutzung, danach Stromüberschuss als Wärme im Speicher	Ausschließlich zur Wärmeerzeugung geeignet

Im Wärmesektor sind für die Nutzung von Solarenergie mit möglichst hohem Deckungsanteil v. a. ein niedriger Bedarf und die darauf abzustimmende Speichergröße und Kollektorfläche sowie deren Orientierung durch eine professionelle Planung wichtig. In durchschnittlichen Einfamilienhäusern sind Deckungsgrade am Gesamtwärmebedarf von 20 % üblich, in sehr gut gedämmten Gebäuden (z. B. Passivhäusern) können deutlich über 50 % erreicht werden.

Für die Potenzialanalyse wurden die Daten der aktuellen Erhebung des LUBW für Potenziale der Solarenergie auf Dachflächen herangezogen [LUBW DF 2022].

Abwasserwärme im Kanal

Das in die Abwasserkanäle eingeleitete Abwasser enthält aus der vorigen Nutzung Wärme, die zwar keine direkt nutzbare hohen Temperaturquelle darstellt, jedoch den Vorteil einer ganzjährigen Verfügbarkeit deutlich über der Frostgrenze besitzt. Unter bestimmten Voraussetzungen kann sie zusammenmit einer Wärmepumpe durch Abwasserwärmenutzungsanlagen (AWNA) nutzbar gemacht werden. Dabei sorgt das umliegende Erdreich für eine gewisse Speicherung aber auch Regeneration der in das Abwasser abgeführten Wärme. Das in den Kanälen transportierte Abwasser stellt im Jahresverlauf eine nur gering schwankende Quelle für Wärmepumpen dar. Ein weiterer Aspekt ist die Möglichkeit der Kühlung, v. a. für Nichtwohngebäude, zunehmend aber auch für Wohngebäude.

Abb. 6: Abwasserwärmetauscher im Kanal (Quelle: Fa. Uhrig)

Allgemeine Voraussetzungen für Abwasserwärmenutzungsanlagen sind:

- Genügende Durchflussmenge und Temperatur, um eine technisch und wirtschaftlich interessante Entzugsleistung zu erzielen
- Zugänglichkeit des Kanals für die Einbringung eines Wärmetauschers
- Nähe potenzieller Abnehmer mit geeigneter Wärme- oder Kältenutzung
- Abstand zwischen den Anlagen und <u>besonders</u> zum Klärwerk zur Regeneration der Abwassertemperatur
- Keine wirtschaftliche Konkurrenz zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen

Anhand verfügbarer Datengrundlagen zu Durchmessern und ggf. auch geschätzter Abflussmengen können für eine Wärmenutzung geeignete Abwasserkanäle grob identifiziert werden. Mit einem Betreiber abzustimmen ist jedoch die konkrete Möglichkeit und dessen Bereitschaft zum Einbau eines entsprechenden Wärmetauschers. Eine konkrete Potenzialbestimmung setzt Messwerte zu Durchflussmengen und Temperaturen voraus.

Die Wärmeentnahme sollte zudem in der Nähe geeigneter Liegenschaften liegen.

Abwasserwärme nach Klärwerk

Im Ablauf einer Kläranlage stehen ganzjährig erhöhte Temperaturen und Durchflussmengen zur Verfügung. Zudem ist das Wasser gereinigt und Wärmetauscher können entsprechend effizienter gestaltet werden.

Zur Beurteilung eines Potenzials werden vom Betreiber der Anlage Angaben zum Abfluss der Kläranlage und Informationen zu den räumlichen Gegebenheiten ausgewertet. Aus der Durchflussmenge und einer Abkühlung zwischen 1 und 4 K ergibt sich eine erste Größenordnung für ein theoretisches Potenzial. Abhängig von der möglichen Dimensionierung eines Wärmetauschers und der Minimaltemperatur für die Einleitung in ein Gewässer kann dann auf ein technisches Potenzial an Entzugsleistung aus dem Abwasser geschlossen werden.

Abwärme aus Kläranlagen stellt v. a. für Wärmenetze eine geeignete Wärmequelle dar, sofern sich die Kläranlage in einer wirtschaftlich realisierbaren Entfernung zu den Abnehmern befindet.

Flusswasserwärme

Für die Nutzung von Wärme aus Oberflächengewässern sind vielfältige rechtliche Einschränkungen zu beachten die im Einzelfall mit den zuständigen Behörden zu klären sind, insbesondere:

- Zulässige Abkühlung des Gewässers nach Einleitung des gekühlten Wassers
- Nutzung bestehender Bauwerke (Ausleitkanäle, Wehranlagen etc.)
- Andere Nutzungen der Entnahmestellen bei bestehenden Bauwerken

Aus Angaben zu Durchflussmengen und minimalen Temperaturen pro Jahreszeit (Quelle LUBW) wird ein theoretisches Potenzial ermittelt. Soweit im Rahmen des KWP möglich, können weitere Klärungen zur konkreten Realisierbarkeit, insbesondere zur Realisierung des Wärmetauschers durchgeführt werden.

Naturgemäß lässt sich v. a. außerhalb der Heizperiode Wärme aus den Gewässern entziehen. Bei genügender Wassermenge, kann jedoch auch bei nur geringer Abkühlung eine ggf. ausreichende Wärmemenge entzogen werden.

Grundwasser

Die Angaben zur Untergrundbeschaffenheit, grundwasserführenden Schichten und zur Lage von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten wurde dem „Informationssystem oberflächennahe Geothermie“ (ISONG) entnommen.

Geothermie mit Erdwärmesonden (EWS)

Grundlage für die Potenzialabschätzung von Erdwärmesonden zur Nutzung von Geothermie bildetet das „Informationssystems oberflächennahe Geothermie“ (ISONG). Hierzu wurden die Karten zur geothermischen Effizienz sowie zur Entzugsleistungen

bei verschiedenen Bohrtiefen ausgewertet. Vorhandene Wasser- und Heilquellenschutzgebiete bildeten Ausschlusskriterien für die Geothermie-Eignungsgebiete. So gilt in Seitingen-Oberflacht eine Bohrtiefenbegrenzung auf i. d. R. rund 300 m. Diese gilt es bei der Bohrung von Erdwärmesonden einzuhalten.

Für Bestandsgebäude wird auf eine Studie der KEA BW zurückgegriffen, die für Siedlungsgebiete Geothermiepotenziale pro Liegenschaft mit Wohnnutzungen angibt. Diese Potenziale wurden unter Berücksichtigung bekannter rechtlicher Einschränkungen und bereits bebauter / versiegelter Flächen sowie der Wechselwirkungen zwischen benachbarten Erdwärmesonden ermittelt. Die von der KEA BW angenommene Jahresarbeitszahl (JAZ) für Wärmepumpen beträgt dabei 4,5.

Die sich aus der KEA-Studie ergebenden Erträge wurden zudem mit den ermittelten und räumlich aufgelösten Wärmebedarfen in der Kommune in Bezug gesetzt, um Schwerpunktgebiete für die Nutzung von Erdwärmesonden zu identifizieren.

Geothermie mit Erdwärmekollektoren / Agrothermie

Die Nutzung von Erdwärme in geringer Tiefe (1,5–4 m) ist eine Option für Gebiete oder Liegenschaften mit genügend Freifläche zur Installation der notwendigen Kollektoren im Erdreich. Dafür können z. B. Grün- oder Ackerflächen und Sportplätze in Frage kommen (die weiterhin als solche genutzt werden können). Durch den Flächenbedarf für die Kollektoren und die notwendige Nähe zu den Abnehmern (i. d. R. <300 m) kommen v. a. Randlagen oder nur locker bebaute Baublöcke als Potenzialgebiete in Frage. Wegen der jahreszeitlichen Schwankungen in dieser geringen Tiefe und regional unterschiedlichen Bodenverhältnisse variieren die Erträge jedoch.

In Kombination mit dezentralen Wärmepumpen bei den Abnehmern eignet sich die Agrothermie auch für Wärmenetze mit niedrigen Vorlauftemperaturen („kalte Nahwärme“), die v. a. für Neubaugebiete oder durchgängig sanierte Bestandsgebiete interessant sind.

Außenluft in Verbindung mit Wärmepumpen

Elektrisch betriebene Wärmepumpen, die Außenluft als Wärmequelle nutzen, stellen eine – im Verhältnis zu Wärmepumpen mit anderen Quellen – leicht zu realisierende Wärmeerzeugung dar. Probleme können durch die Schallemissionen der Außeneinheit entstehen, insbesondere bei hoher Beanspruchung in der Heizperiode. Außerdem kann aus der Außenluft gerade in der Heizperiode aufgrund niedriger Temperaturen besonders wenig Wärme entzogen werden, wodurch sich die Effizienz der Anlage verringert und der Anteil des Stroms in der gelieferten Wärme stark ansteigt.

Gerade in der Heizperiode, wenn auch regenerativer Strom nur begrenzt erzeugt werden kann, stellt das eine Belastung für das gesamte Stromnetz dar.

Bei der Gestaltung des Energieträgermix im Zielszenario wurden Außenluft-Wärmepumpen deshalb als letzte Option für dezentrale Heizungsanlagen verwendet. Für Zentralen in Wärmenetzen können jedoch große Luft-Wasser-Wärmepumpen im Rahmen von „innovativer Kraft-Wärme-Kopplung“ (iKWK) oder in Verbindung mit großen PV-Anlagen und Speichern sinnvoll sein, um z. B. Stromüberschüsse wirtschaftlich zu nutzen. Bei dezentralen Systemen eignen sich Wärmepumpen am besten für Objekte mit geringerem Wärmebedarf und niedrigen Vorlauftemperaturen, können aber zunehmend auch für durchschnittliche Bedarfe und Temperaturen im Bestand verwendet werden. Günstig ist außerdem lokal, z. B. aus PV-Anlagen, erzeugter Strom, der zumindest teilweise für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden kann.

Abwärme

Für die potenzielle Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen wurden aus Verbrauchsangaben, der Branchenzugehörigkeit sowie den für Wärmeerzeuger installierten Leistungen aus den Kehrbüchern die Liegenschaften mit einem vermuteten Abwärmepotenzial ermittelt.

Diese Betriebe wurden über Fragebögen kontaktiert, um Angaben zu Energienutzung und ggf. vorhandenen Potenzialen zu erhalten.

2.6 Modellierung des Zielszenarios

2.6.1 Entwicklung des Wärmebedarfs

Wärmebedarf für Neubaugebiete

Mit den erhaltenen Angaben zu vermuteten Verdichtungen im Bestand wurden die daraus zukünftig anzunehmenden Wärmebedarfe abgeschätzt.

Senkung durch Effizienzmaßnahmen im Bestand

Das Potenzial zur Senkung des Wärmebedarfs im Bestand durch Effizienzmaßnahmen, insbesondere der Modernisierung der Gebäudehülle, wird analog zu der in Kapitel 2.5.1 geschilderten Vorgehensweise gebildet. Zusammen mit einer abgestimmten jährlichen Sanierungsrate ergibt sich daraus der im Zieljahr bzw. zu den jeweiligen Zwischenständen anzunehmende Wärmebedarf.

Senkung durch Effekte des Klimawandels

Der bereits seit langem messbare Anstieg der Durchschnittstemperaturen und eine Verkürzung der Heizperioden führt langfristig zu einer allgemeinen Reduzierung des Heizwärmebedarfs. Dieser Effekt äußert sich jedoch regional verschieden und kann letztlich nur pauschal abgeschätzt werden. Anhaltspunkte bieten bereits durchgeführte Studien wie [Hausl 2018] oder eine entsprechend vorsichtige Interpolation der Gradtagszahlen regionaler Klimadaten in die Zukunft. Je nach Lage der Kommune und Charakter der Region können daraus Einspareffekte zwischen 5 und 10 % bis 2040 abgeleitet werden.

Senkung durch Abriss und Rückbau

Sollten energetisch relevante Abriss- und Rückbaumaßnahmen in der Kommune bekannt sein, werden diese in der Bedarfsprognose berücksichtigt. In der Regel ist das jedoch nicht der Fall. Der Abriss und Neubau einzelner Gebäude wird in der Kommunalen Wärmeplanung daher nicht gesondert berücksichtigt.

2.6.2 Allgemeine Rahmenbedingungen für die Energieversorgung der Zukunft

Ehrgeizige Einsparung

Eine zentrale Voraussetzung für den sinnvollen Einsatz vieler erneuerbarer Energieträger ist die Verringerung des Energieverbrauchs durch Modernisierungsmaßnahmen und Effizienzsteigerungen. Je weniger Energiebedarf auf einem möglichst niedrigem Temperaturniveau durch erneuerbare Energiequellen gedeckt werden muss, desto geringer ist der technische und wirtschaftliche Aufwand für die Gewinnung, Speicherung und Verteilung. Je mehr Energie aus lokalen Quellen

gewonnen werden kann, umso geringer ist der volkswirtschaftliche Aufwand für Gewinnung, Transport, Lagerung oder Speicherung aus überregionalen Quellen.

Nutzung von Speichertechnologien

Im Gegensatz zu heutigen fossilen Energieträgern wie Gas und Heizöl sind erneuerbare Energien nicht zeitlich konstant und über eine überregional ausgebaute Infrastruktur verfügbar. Auch auf absehbare Zeit werden leitungsgebundene erneuerbare Energieträger wie grüner Wasserstoff, synthetische Kraftstoffe oder biogene Gase voraussichtlich nicht in vergleichbarer Weise zur Verfügung stehen. Die Transformation der heutigen Wärmeerzeugung und Nutzung bis 2030 / 2040 erfordert daher in aller Regel kombinierte Systeme mit großen Speicherkapazitäten. Einerseits werden dadurch zeitliche Schwankungen in der Verfügbarkeit der jeweiligen Quellen gegenüber Wärmebedarf aufgefangen, andererseits können Vor- und Nachteile verschiedener Technologien zur Wärmegewinnung aus erneuerbaren Quellen möglichst zielführend kombiniert werden.

Verfügbarkeit von Holz

Für die dezentrale Versorgung ist durch die aktuellen Rahmenbedingungen in den nächsten Jahren eine starke Verschiebung von fossil betriebenen Feuerstellen zu Wärmepumpen und Holzheizungen zu erwarten. Langfristig könnte die Verwendung von Holz jedoch durch den Gesetzgeber und die Förderkulisse eingeschränkt werden. Auf EU-Ebene gab es Anfang 2023 bereits entsprechende Diskussionen im Rahmen der neuen Erneuerbaren-Energien-Richtlinie. Die europäischen Wälder stehen aufgrund der Klimaveränderungen, Dürre, Hitze und Waldbränden immer mehr unter Belastung. Zudem soll der Wald zukünftig als CO_2-Senke eine größere Bedeutung bekommen und das daraus gewonnene Holz vermehrt im Holzbau und stofflichen Nutzungen Anwendung finden.

Strombetriebene Wärmeversorgung

Die angestrebte langfristige Transformation der Stromerzeugung in Deutschland zu einem klimaneutralen Strom-Erzeugungsmix und die Verfügbarkeit von strombetriebenen Wärmepumpen stellen einen wesentlichen Baustein der Wärmewende dar. Dadurch wird allerdings gerade in der Heizperiode, also zu Zeiten mit verringerter Erzeugung aus erneuerbaren Quellen, der Strombedarf stark ansteigen. Zugleich erhöht sich die Belastung der Strominfrastruktur etwa durch den angestrebten Ausbau der Elektro-Mobilität oder die Umstellung vieler Prozesse in der Industrie von fossilen Energieträgern auf Strom. Um den durch die zu erwartende Verdrängung von Feuerstellen durch Wärmepumpen stark steigenden Strombedarf in der Heizperiode abzufedern, sollten vor allem effizientere Wärmepumpensysteme in Verbindung mit Quellen wie PVT-Anlagen (Photovoltaik-thermische-Solaranlagen, gekühlte Photovoltaikanlagen, deren Abwärme zusätzlich genutzt werden kann), industrielle Abwärme oder Erdwärme beworben und gefördert werden. In vielen Fällen kann es

sinnvoll sein, diese Quellen zentral zu erschließen und ggf. als „kalte Nahwärme“ an die Abnehmer für die Nutzung mit dezentralen Wärmepumpen zu verteilen. Die in der Anschaffung günstigeren aber gerade zur Heizperiode ineffizienteren dezentralen Außenluft-Wärmepumpen sollten v. a. in Neubauten oder ehrgeizig sanierten Gebäuden zum Einsatz kommen, sofern keine anderen Quellen zur Verfügung stehen. Bei der Erarbeitung der Potenziale und der Zielbilanz wurde von aktuell üblichen Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen ausgegangen.

Flächenverbrauch

Nicht zuletzt bedeutet der Einsatz erneuerbarer Energieträger immer einen Flächenverbrauch für z. B. Holz / Biomasse, Solarthermie- oder Photovoltaikanlagen, Agro- / Geothermieflächen, große Wärmespeicher etc. Gerade in urbanen Räumen aber auch überregional bedeutet die Transformation der Wärmeerzeugung eine Verschärfung der Konkurrenz in der Flächennutzung für z. B. Baugebiete, die Naherholung oder Maßnahmen der Klimafolgenanpassung.

2.6.3 Entwicklung von Eignungsgebieten

Für die Wärmeversorgungsstruktur im Zielzustand wurden Eignungsgebiete für die zentrale oder dezentrale Wärmeversorgung ermittelt. Dabei wurden die Gebiete zunächst bezüglich zentraler Wärmeversorgungen untersucht und bei Nichteignung den dezentralen Versorgungsgebieten zugeteilt.

Eignungsgebiete werden als Gebiete definiert, die sich aus heutiger Sicht bis 2030 bzw. 2040 (zumindest anteilig) für eine zentrale oder dezentrale Wärmeversorgung eignen und ggf. dahingehend weiter untersucht werden sollten.

Vorranggebiete für eine bestimmte Versorgungsart, insbesondere Wärmenetze, stellen durch die Gemeinde für eine Versorgungsart beschlossene Gebiete dar. Dieser Beschluss setzt die mit dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) bestehenden Abhängigkeiten und Fristen für die Erneuerung von Wärmeerzeugern oder dem Anschluss an ein Wärmenetz in Kraft. Diese Zuweisung geschieht sinnvollerweise erst dann, wenn die Machbarkeit eines Umsetzungskonzepts bestätigt wurde, ein Investor / Betreiber zur Verfügung steht und eine Umsetzung konkret abzusehen ist.

Es ist denkbar, dass sich im KWP als Eignungsgebiet definierte Gebiete durch eine vertiefende Studie oder neu erlangte Informationen als nicht realisierbar herausstellen und sich deshalb ihre Bewertung im Rahmen der nachfolgenden Umsetzungsphase ändert.

Es gilt zudem: Aus der Definition als Eignungsgebiet ergeben sich weder Verpflichtungen für die Gemeinde oder Energieversorger noch ein Anspruch der Gebäudeeigentümer:innen auf eine bestimmte Versorgungsart, insbesondere

dem Anschluss an ein Wärmenetz. Erst die explizite Ausweisung eines Vorranggebietes durch die Kommune führt zu bestimmten Auflagen aus dem GEG.

Wärmenetz-Eignungsgebiete

Die folgenden Kriterien sind für die Ausweisung als Eignungsgebiet für die Versorgung mittels Wärmenetzen maßgeblich:

- Ausreichend hohe Energiebedarfsdichte im Baublock oder im Straßenabschnitt
- Hoher derzeitiger Anteil an fossil betriebenen Heizungsanlagen und Zentralheizungen im Gebiet
- Heutige Altersstruktur der installierten Feuerungsstätten und ein daraus abgeleiteter anzunehmender Erneuerungsbedarf bis 2030 / 2040
- Geeignete Topografie: keine steilen Anstiege, keine Querungen von geografischen Hindernissen wie z. B. Bahnlinien, Gewässer oder großen Straßen
- Verfügbarkeit von (regenerativen) Energiequellen oder Versorgungstechniken
- Verfügbarkeit von möglichen Aufstellflächen für zentrale Wärmeerzeuger, inklusive ggf. notwendiger Wärmespeicher, Lagerflächen etc.
- Vorhandene Großverbraucher / kommunale Liegenschaften als kurzfristig zu akquirierende Ankernutzer

Jedem Wärmenetz-Eignungsgebiet wird eine anzunehmende Deckungsrate in den jeweiligen Szenarien zugewiesen. Diese beschreibt, wie viel der im Gebiet benötigten Wärme bis 2030 / 2040 über das Wärmenetz gedeckt wird. In der Regel wird im Gebäudebestand der Deckungsanteil nur sukzessive über einen längeren Zeitraum hinweg gesteigert. Auch die Netze selbst wachsen häufig in mehreren Ausbaustufen und entlang von wichtigen Ankerkunden. Die Akquisition und der Anschluss weiterer Anschlussnehmer:innen entlang des Netzes wird durch das Baualter ihrer bestehenden Wärmeerzeuger, durch gesetzliche Regelungen und nicht zuletzt durch die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der jeweiligen Liegenschaften bestimmt.

Eignungsgebiete dezentrale Wärmeversorgung

Baublöcke und Ortsteile, die sich aufgrund der oben dargestellten Kriterien voraussichtlich nicht für ein Wärmenetz eignen, werden auch im Zielszenario durch dezentrale Systeme versorgt. Für diese Gebiete werden ebenfalls Optionen für eine klimagerechte Wärmeversorgung dargestellt. Es werden zudem Gebiete mit einem erhöhten Potenzial für den Einsatz effizienterer Wärmepumpen definiert (siehe auch Kap. 2.5.2 „Geothermie mit Erdwärmesonden (EWS)“).

Mitinbegriffen sind hier Möglichkeiten für kleinere Wärmeverbünde („Wärmeinseln“), z. B. in oder um einzelne Liegenschaften, zwischen benachbarten Mehrfamilienhäusern oder Reihenhäusern sowie in oder um Liegenschaften mit Synergien aus unterschiedlichen Energienutzungen (z. B. Abwärme).

2.6.4 Bildung des Energieträgermix im Zielzustand

Für die Auswahl von Wärmequellen abhängig vom Bedarf und den zur Verfügung stehenden Potenzialen wurde analog zum in der nachfolgenden (Abb. 7) dargestellten Schema vorgegangen. Parallel sind die Ergebnisse aus Abstimmungen und Workshops sowie bereits beschlossenen Maßnahmen in den Energieträgermix des Zielszenarios eingeflossen.

In den grünen Kacheln sind erneuerbare Technologien / Potenziale dargestellt. Je weiter links diese stehen, desto geeigneter sind sie für den Einsatz in dezentralen Anlagen mit einem geringeren Bedarf / geringerer Wärmedichte. Je weiter rechts sie stehen, desto eher eignen sie sich zum Einsatz in der zentralen Wärmeversorgung.

Die leeren Kacheln stellen dabei Versorgungsmöglichkeiten dar, welche für diese Wärmedichte / diesen Bedarf nicht angesetzt wurden / nicht sinnvoll sind.

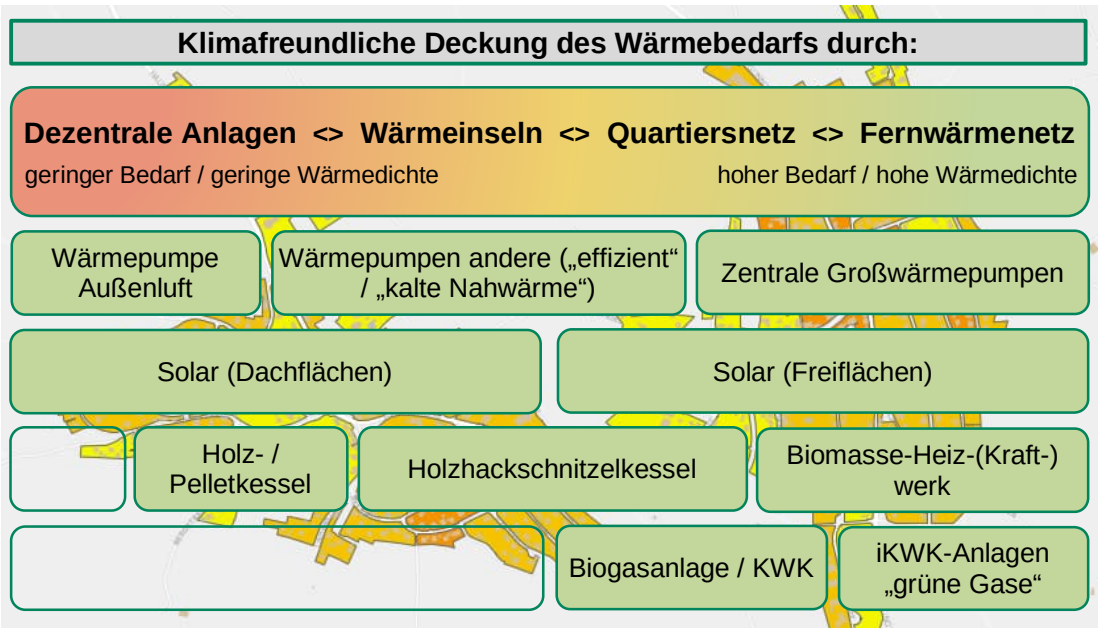


Abb. 7: schematische Zuweisung von Versorgungsoptionen im Zielszenario

Energieträgermix der Wärmenetze

Für die Baublöcke, die eine Zuordnung zu einem Wärmenetz-Eignungsgebiet erhalten haben (siehe Kap. 2.6.2), ergibt sich unter Berücksichtigung des jeweils zu erwartenden Deckungsanteils ein durch das Wärmenetz gedeckter Energiebedarf für 2030 / 2040. Für diesen Anteil wurde anhand lokaler Potenziale und möglicher Standorte einer Zentrale ein Energieträgermix im Wärmenetz gebildet und für das Zielbild angesetzt.

Indikatoren für mögliche Standorte für Wärmezentralen waren dabei:

- Größere kommunale Liegenschaften mit bestehenden Heizzentralen und Kapazitäten für eine Ausdehnung in den Bestand
- Wärmebedarfe und Alter der Heizungsanlagen der kommunalen Liegenschaften
- Lagen mit räumlichem Potenzial, d. h. Flächen für solare Freiflächenanlagen, Erdkollektoren / Agrothermie, und Groß-Wärmespeicher (i. d. R. entsprechend geeignete Randlagen)

Energieträgermix der dezentralen Versorgung

Als Grundlagen für die Festlegung eines dezentralen Energieträgermixes im Zielzustand wurden pro Baublock folgende Kriterien gebildet und berücksichtigt:

- Übernahme bereits heute durch regenerative Quellen wie Holz oder Umweltwärme gedeckter Anteile für das Zielszenario
- Potenzial zur Wärmeerzeugung im Baublock aus Solarenergie (Solarthermie oder Photovoltaik mit Heizstab)
- Potenziale für Wärmepumpen mit effizienteren Quellen als Außenluft (JAZ: 4,0) als stufenförmig erhöhter Anteil an der Deckung des noch verbleibenden Bedarfs im Baublock für folgende gewichtete Quellen (max. jedoch 30 %):
    - Nicht verortete Nutzung von Technologien wie Eisspeicher in Verbindung mit Außenluft, PVT oder andere (z. B. Abluft-Wärmepumpen)
    - Erdwärmesonden: innerhalb von Erdwärme-Potenzialgebieten und positiver Einschätzung der Liegenschaft aus der Studie der KEA BW
    - Erdwärmekollektoren: Randlage / lockere Bebauung, wenig Versiegelung / viele Freiflächen
    - Abwärme / Abwasser: Liegenschaften mit Abwärmepotenzial im Baublock oder einem geeigneten Abwasserkanal
    - Grundwasserwärme: außerhalb von Wasserschutzgebieten bei grundsätzlich anzunehmender Ergiebigkeit
- Zuweisung des verbleibenden Deckungsanteils auf Wärmepumpen mit Außenluft und verringerter Effizienz, d. h. geringerer Jahresarbeitszahl (JAZ = 2,5) und erhöhtem Strom- sowie Leistungsbedarf.
- Kurzfristig ist auch mit einem Anstieg des Holzanteils am dezentralen Energieträgermix zu rechnen.
- Prozesswärme im Sektor GHDI wurde abhängig von den Angaben aus den Fragebögen sowie der Höhe der Bedarfe auf die jeweils angegebenen Energieträger oder Holz bzw. Strom umgestellt.

3 Projektablauf, Akteure und Beteiligung

Die Erstellung des KWP gliedert sich in vier Phasen mit einer über alle Phasen notwendigen Beteiligung verschiedener Akteure:

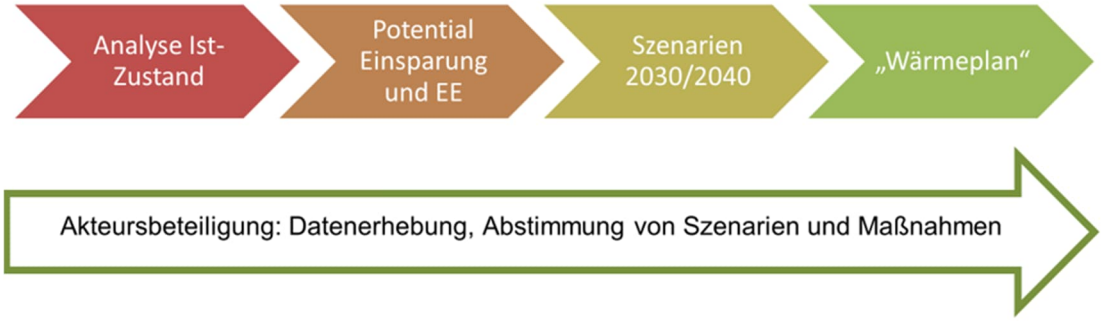


Abb. 8: Projektphasen der KWP-Erstellung

Für das Projekt wurde mit den im Konvoi beteiligten Kommunen eine Projektsteuerungsgruppe (PSG) gebildet. In diesem Rahmen fanden die Abstimmungen zur Projektorganisation, die Meilensteintermine zur Darstellung von Zwischenergebnissen zu den oben gezeigten Projektphasen sowie ein Workshop zur Festlegung des Zielszenarios statt.

Die Beteiligung von Akteuren erfolgte über die gesamte Projektlaufzeit. Entsprechend der Projektphasen wurden die jeweiligen Akteure / Betroffenen in verschiedenen Formaten beteiligt:

- Information und Bekanntmachung des KWP-Starts in der Öffentlichkeit
- Interne Arbeitstreffen zur Projektorganisation und Datenbeschaffung
- Identifikation weiterer Akteure
- Einbeziehung der Energieversorger zur Datenbeschaffung
- Befragung relevanter Energieverbraucher und potenzieller Abwärmelieferanten aus dem Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistung und Industrie
- Abstimmung realisierbarer Potenziale mit der Projektgruppe
- Durchführung eines Workshops in der Projektgruppe zur Abstimmung des Zielszenarios und der Eignungsgebiete für die Wärmeversorgung
- Beteiligung des Gemeinderates
- Information der Öffentlichkeit zu Zielen und Maßnahmen des KWPs
- Rückfragen aus der Bürgerschaft und Information über Beratungsangebote und weitere Schritte in der Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung

Die wesentlichen Termine im Projekt zu den Meilensteinen, zur Beteiligung besonderer Akteure und der Öffentlichkeit waren:

Tab. 2: Übersicht Beteiligung Akteure und Öffentlichkeit

Datum	**Zielgruppe**	**Art / Inhalt**
20.01.2023	PSG	Auftakt mit AG / Projektsteuerungsgruppe (PSG)
22.05.2023	PSG	Abstimmung Bestandsanalyse
29.06.2023	Akteur	Abstimmung mit Akteuren zu Potenzialen
03.07.2023	PSG	Abstimmung der Potenzialanalyse mit Kommunen
19.09.2023	PSG	Workshop zum Zielszenario mit Projektsteuerungsgruppe
12.12.2023	Akteur	Abstimmung mit Akteuren des Sektors GHDI zu Potenzialen und Zielszenario
09.01.2024	PSG	Meilenstein Zielszenario und Abstimmung Maßnahmen
14.03.2024	Gemeinde	Abstimmung zu Maßnahmen für Seitingen-Oberflacht
18.04.2024	Gremien und Öffentlichkeit	öffentliche Vorstellung im GR mit Beteiligung der Bürgerschaft
03.09.2024	Öffentlichkeit	Öffentliche Vorstellung mit Beteiligung der Bürgerschaft

4 Bestandsanalyse

4.1 Gemeindestruktur

Insgesamt wurden 860 Gebäude als beheizt oder mit einer anderen Wärmenutzung identifiziert. Davon werden 85 % als Wohngebäude und 15 % als Nichtwohngebäude eingeordnet. Die insgesamt beheizte Fläche beläuft sich auf rund 240.000 m² Energiebezugsfläche (EBF). Sowohl nach der Anzahl der Gebäude als auch nach der EBF dominieren die Einfamilienhäuser (MFH) bzw. der Sektor Wohnen.

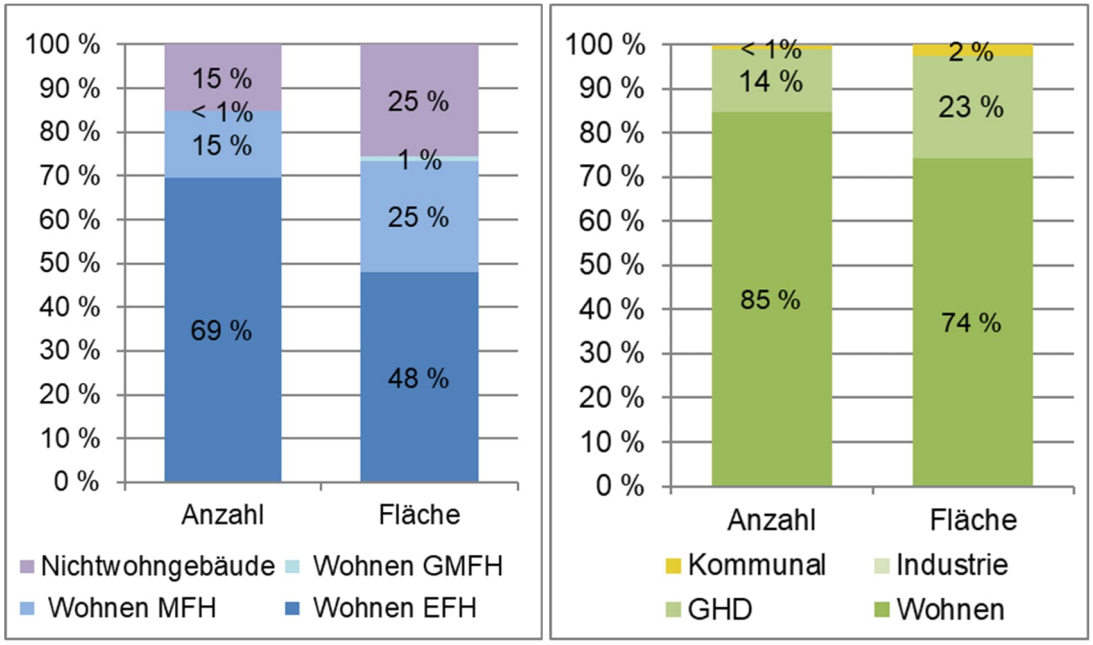


Abb. 9: Gebäude mit Wärmenutzung nach Anzahl, Fläche, Sektor und Nutzungsart

Nachfolgend in Abb. 10 sind die Baublöcke dargestellt, die für die Aggregation der Daten (aus Datenschutzgründen; siehe Kap. 2.1) verwendet wurden.

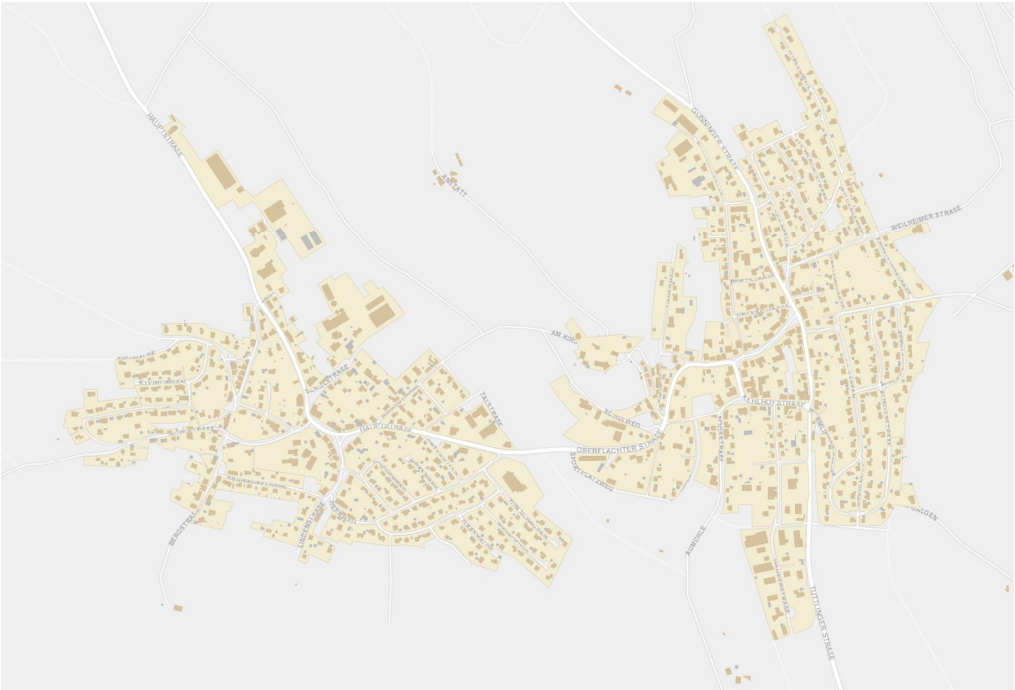


Abb. 10: Baublöcke nach Ortsteilen in Seitingen-Oberflacht, ALKIS-Daten-Stand 2021

4.2 Wärmeversorgungsstruktur

4.2.1 Energieträgerverteilung

Nachfolgend ist die gemeindeweite Energieträgerverteilung nach Erzeugernutzwärmeabgabe (ENW) dargestellt. Die ENW entspricht der Wärme, die von dem Wärmeerzeuger ins Gebäude abgegeben wird (zur näheren Erklärung und Einordnung, siehe auch Anhang 11.1). Die Abbildung zeigt: Der Wärmebedarf wird derzeit zum größten Teil aus fossilen Energieträgern, v. a. Heizöl (66 %), gedeckt. Bereits 26,5 % werden erneuerbar (über Holz, Biogas oder Wärmepumpenstrom) gedeckt. Der verbleibende fossile Anteil stellt für die Erreichung der Klimaneutralität das entscheidende Handlungsfeld dar.

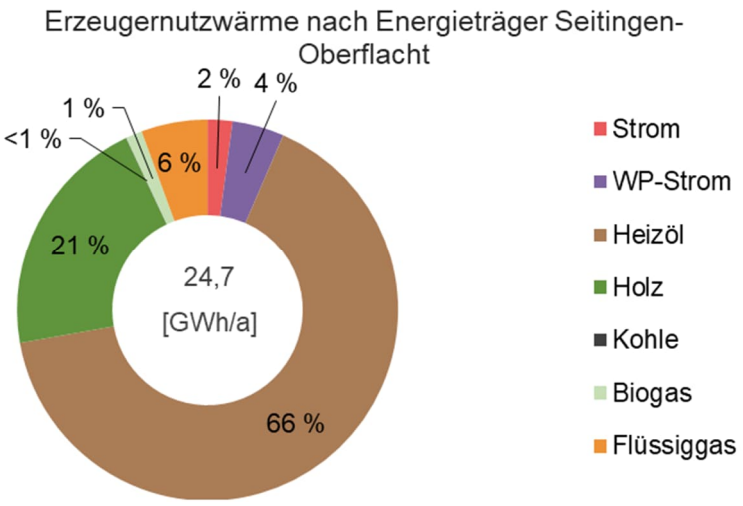


Abb. 11: Energieträgerverteilung im Ist-Zustand nach Erzeugernutzwärmeabgabe der Gebäude

Im Anhang 11.2 ist die Energieträgerverteilung räumlich aufgelöst pro Baublock kartografisch dargestellt.

4.2.2 Struktur der Wärmeerzeugung

Feuerstätten – Auswertung der Kehrbücher

Nach Auswertung der Baualter zur Wärmeerzeugung relevanter Wärmeerzeuger ist anzunehmen, dass bis 2040 ein bedeutender Anteil der Wärmeerzeuger erneuert werden wird (Baualter vor 2010 – 2019). Die Nutzungsdauer von Wärmeerzeugern variiert nach Art, Grad der Instandhaltung und Auslastung. Für typische Wärmeerzeuger im Wohnsektor können Spannen zwischen 20 und 30 Jahren für Erneuerungszyklen angenommen werden.

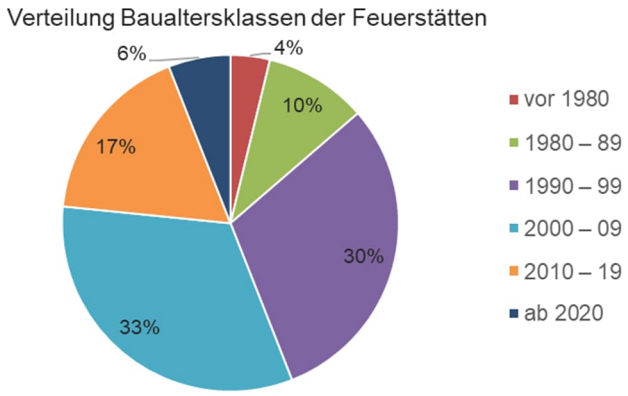


Abb. 12: Verteilung der Feuerstätten nach ihrem Baualter

Die Analyse der in Feuerstätten verwendeten Energieträger nach deren Anzahl und Leistung zeigt, dass Heizöl vorrangig für größere Leistungen im Verhältnis zur Anzahl genutzt werden (>60 % Anteil an der installierten Nennwärmeleistung). Holz wird dagegen hauptsächlich in kleineren Anlagen aber dafür sehr häufig eingesetzt (50 %).

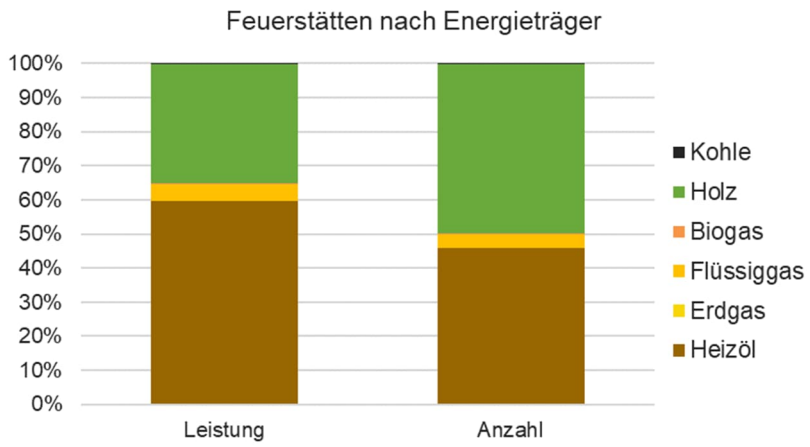


Abb. 13: Verteilung der Feuerstätten nach Energieträger, Anzahl und Leistung

Die Wärmeerzeuger in Feuerstätten sind nach installierter Leistung hauptsächlich Heizkessel. Nach der Anzahl dominieren jedoch Kamine, Kachelöfen und Ähnliches. Diese decken jedoch nur einen kleineren Anteil der Leistung ab, da sie in der Regel als Zusatzheizungen eingesetzt werden.

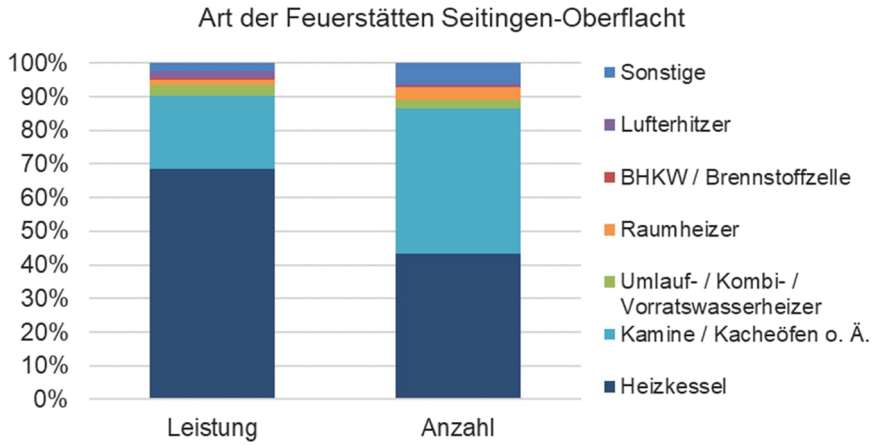


Abb. 14: Verteilung der Feuerstätten nach Art, Anzahl und Leistung

Strom-Direktheizungen / Nachtspeicheröfen

Aus den Aufstellungen des Netzbetreibers konnten Strom-Direktheizungen identifiziert werden, soweit dafür ein spezieller Abrechnungstarif besteht.

Tab. 3: Anzahl bekannter Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen

Art	Anzahl
Nachtspeicherheizungen	65
Wärmepumpen	57
Gesamt:	**122**

Andere Wärmenutzungen oder Liegenschaften ohne einen entsprechenden Tarif wurden durch die erfolgte Befragung im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie (GHDI) ergänzt. Liegenschaften mit anzunehmender Beheizung, die nach Auswertung aller Quellen weiterhin ohne Hinweise auf einen Energieträger verblieben, wurden ebenfalls geschätzte Bedarfe an Heizstrom zugewiesen.

Solare Wärmeerzeugung durch Solarthermie

Für die Erhebung von solarthermischen Anlagen im Bestand stehen im Rahmen der KWP derzeit keine Quellen für eine standortbezogene Ermittlung zur Verfügung. Eine auf Wunsch der Gemeinde durchgeführte Abschätzung auf Basis von Luftbildern ergab etwa 63 verschiedene Standorte.

Tab. 4: Abschätzung Anzahl an Solarthermieanlagen

Anzahl	Kollektorfläche	dadurch gedeckter Energiebedarf in den Gebäuden
63	~340 m²	~189 MWh/a

4.2.3 Bestehende Wärmenetze

In Seitingen-Oberflacht gab es zum Stand der Erarbeitung des Kommunalen Wärmeplans keine Wärmenetze.

4.2.4 Verteilnetz Erdgas

Weder Seitingen noch Oberflacht ist durch ein Gasnetz erschlossen.

4.3 Stromerzeugende Anlagen und Speicher

Nach Angaben des Marktstammdatenregisters sind derzeit folgende stromerzeugende Anlagen sowie Speicher in Betrieb:

Tab. 5: stromerzeugende Anlagen und Speicher im Gemeindegebiet [MaStr 2024]

	Anzahl	Leistung [kWp]
Photovoltaikanlagen	219	3.990
davon in Wohngebäuden	201	2.900
davon in Nichtwohngebäuden	18	1.090
Speicher	82	400
BHKWs	4	99

Durch die PV-Anlagen werden rund 3.850 MWh/a an Strom erzeugt.

4.4 Wärmebedarf und Wärmedichte

Im Ist-Zustand mit Basisjahr 2021 werden im Gemeindegebiet 24.700 MWh/a an Wärme (Erzeugernutzwärmeabgabe) benötigt.

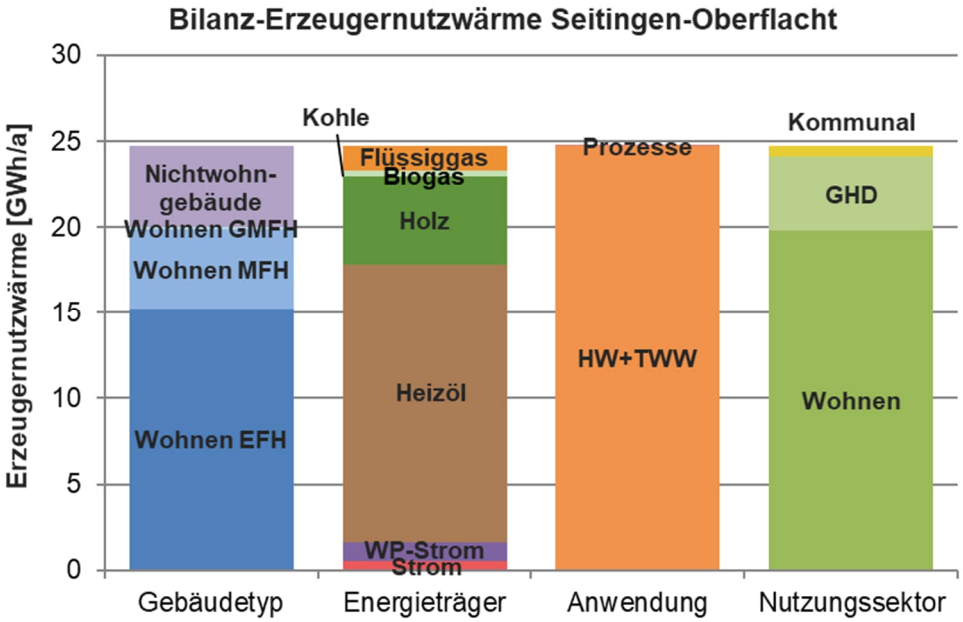


Abb. 15: Erzeugernutzwärmeabgabe nach Gebäudetyp, Energieträger, Anwendung und Nutzungssektor

- Der Wärmebedarf der Wohngebäude, insbesondere der Einfamilienhäuser (EFH), dominiert.
- Innerhalb der Nichtwohngebäude dominiert der Sektor GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistung)

- Der Wärmebedarf wird derzeit zum größten Teil aus fossilen Energieträgern, v. a. Heizöl (66 %), gedeckt. Bereits 26,5 % werden erneuerbar (über Holz, Biogas oder Wärmepumpenstrom) gedeckt.
- Fast ausschließlich wird diese Wärme zur Deckung des Heizwärmebedarfs (HW) und Trinkwarmwasserbedarfs (TWW) benötigt. Der Anteil der Prozesswärme ist nahe Null.

In Abb. 16 ist der Wärmebedarf pro Baublock räumlich dargestellt. Dadurch können Verbrauchsschwerpunkte in der Gemeinde erkannt werden. Diese bilden, neben weiteren Kriterien, eine Grundlage für die Identifizierung von möglichen Eignungsgebieten für Wärmenetze und zur Identifikation von eventuellen Ankernutzern.

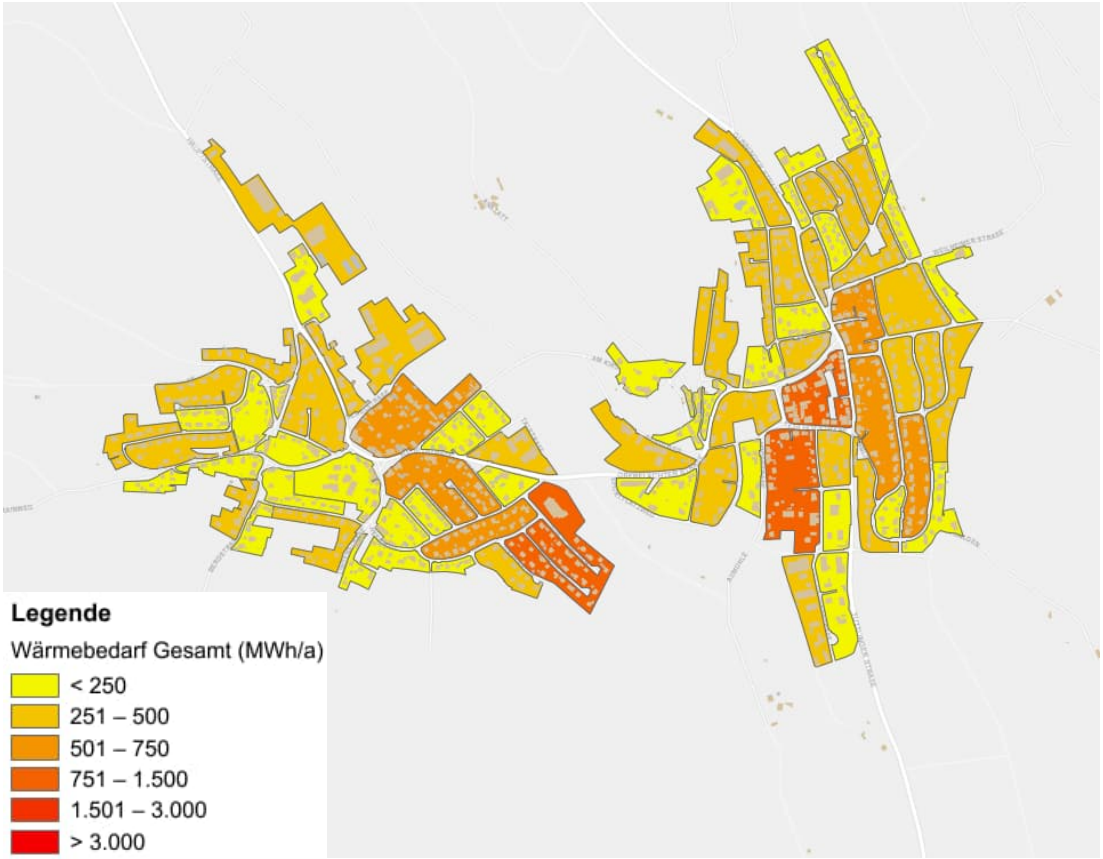


Abb. 16: Absoluter Wärmebedarf (Erzeugernutzwärmeabgabe) pro Baublock

Betrachtet man die Verteilung der spezifischen Wärmebedarfe pro Quadratmeter beheizte Gebäudefläche (siehe Abb. 17), so können Aussagen zur energetischen Qualität, insbesondere für dort vorhandene Wohngebäude, abgeleitet werden. Je höher der blockweise spezifische Wärmebedarf, desto geringer ist im Mittel die energetische Qualität der Außenhülle der Gebäude und desto höher ist i. d. R. das Potential der Effizienzsteigerung in der Wärmenutzung.

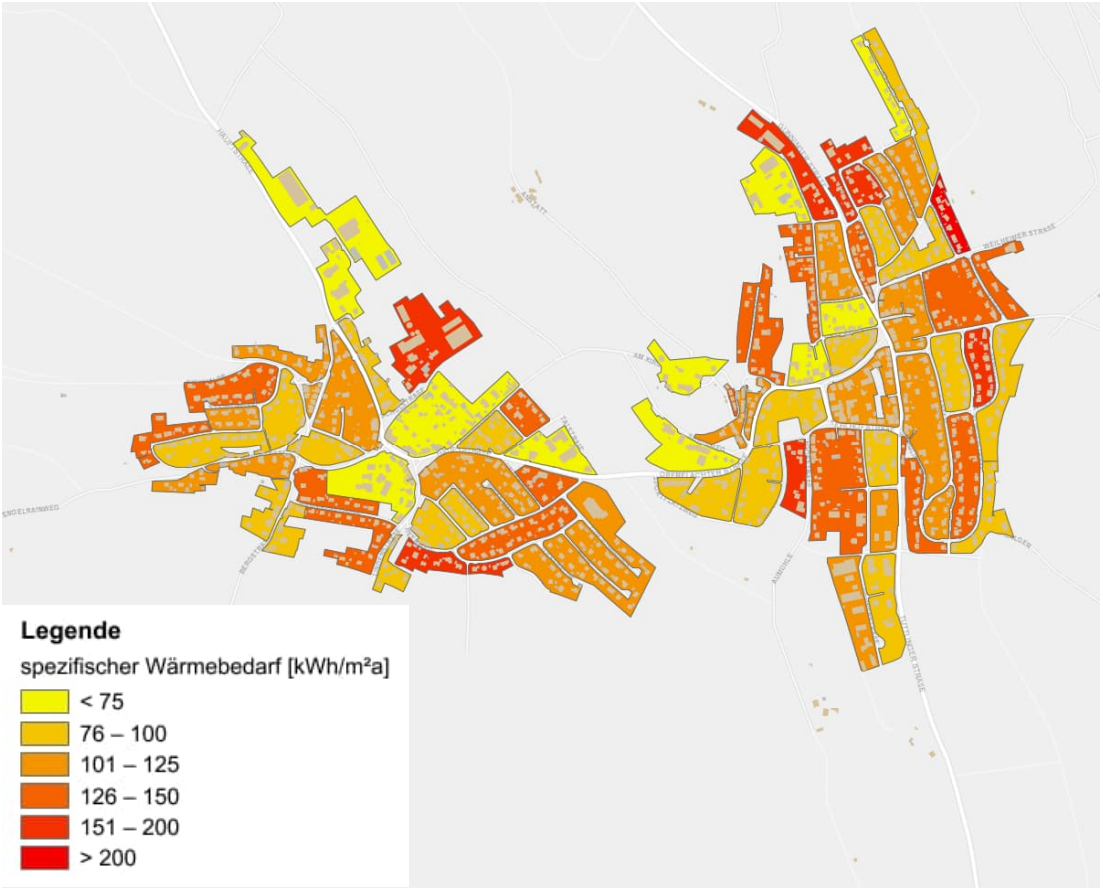


Abb. 17: Spezifischer Wärmebedarf (Erzeugernutzwärmeabgabe) pro Baublock

Die folgende Abb. 18 stellt die Wärmebedarfsdichte pro Hektar Baublockfläche dar. Diese bildet eine wichtige Grundlage für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen und damit für die Ermittlung von Eignungsgebieten für Wärmenetze.

Je mehr Energie für kleinere Baublockflächen und damit i. d R. über kürzere Wärmenetzleitungen geliefert werden kann, umso geringer sind die netzbezogenen Wärmeverluste und die Investitionskosten für die Leitungserschließung eines Gebietes pro gelieferte Wärmemenge. Diese Betrachtung dient als Erstbeurteilung der Wirtschaftlichkeit eines potenziellen Netzes und muss in jedem Fall durch weitere Betrachtungen ergänzt werden. Dazu gehören beispielsweise die Oberflächenbeschaffenheit und damit verbundene Kosten der Wiederherstellung der Oberfläche nach Leitungsverlegung, der zur Verfügung stehende Platz im Untergrund zur Leitungsverlegung oder der Aufwand für notwenige Querungen von Straßen, Brücken oder Schienen sowie eventuelle Hindernisse im Gelände.

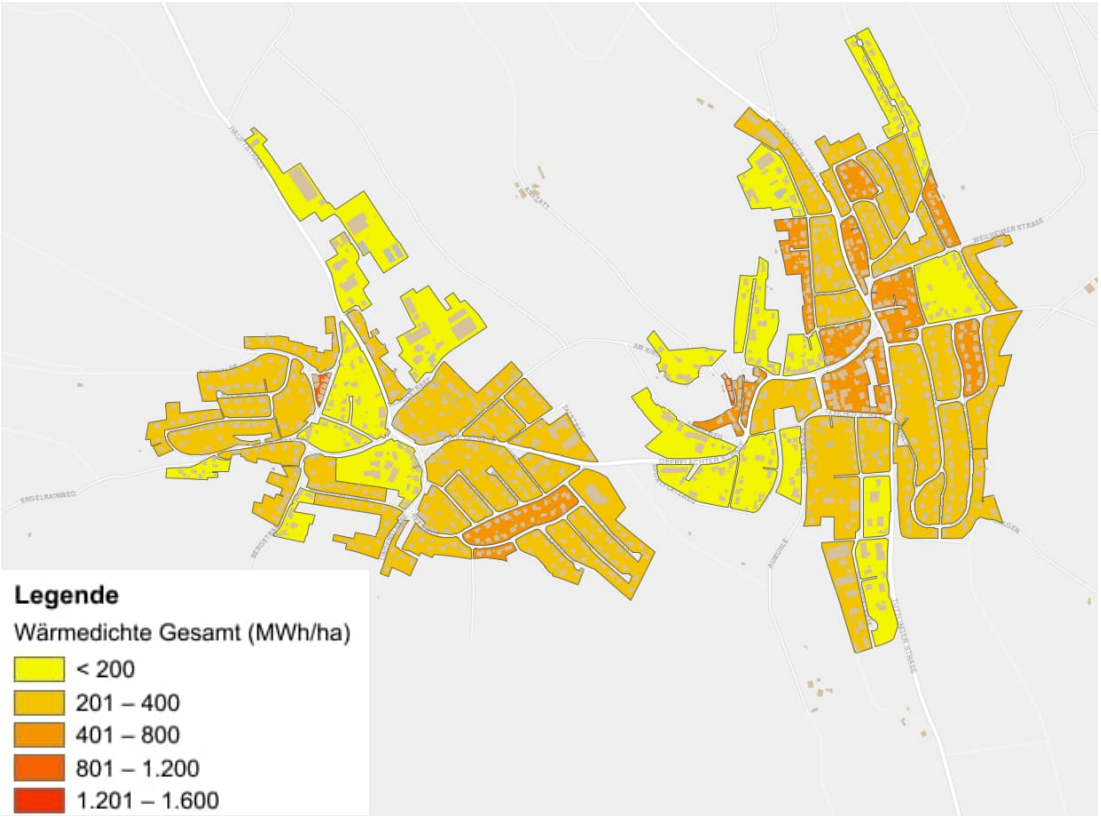


Abb. 18: Blockweise Wärmedichte (Erzeugernutzwärmeabgabe)

4.5 Energiebilanz

Endenergie und Erzeugernutzwärmeabgabe

Für den gebäudebezogenen Wärmebedarf ist die Erzeugernutzwärme (ENW) die relevante Größe. Diese beschreibt die für die Wärmenutzung im Gebäude benötigte Wärmeabgabe des Wärmeerzeugers.

Für die Treibhausgasbilanz ist hingegen die Energiemenge relevant, welche an das Gebäude geliefert und i. d. R. über Zähler oder Messeinrichtungen abgerechnet wird (Erdgas, Heizöl, Holzpellets, Fernwärme, Strom…). Diese berücksichtigt neben dem Energiebedarf durch die Nutzung (ENW), auch die mit der Erzeugung, Speicherung und Verteilung verbundenen Verluste.

Die im Ist-Zustand ermittelte Endenergiebilanz mit Aufteilung des Endenergiebedarfs auf die Gebäudetypen, Energieträger, Anwendungsart und Nutzungssektoren stellt sich wie folgt dar:

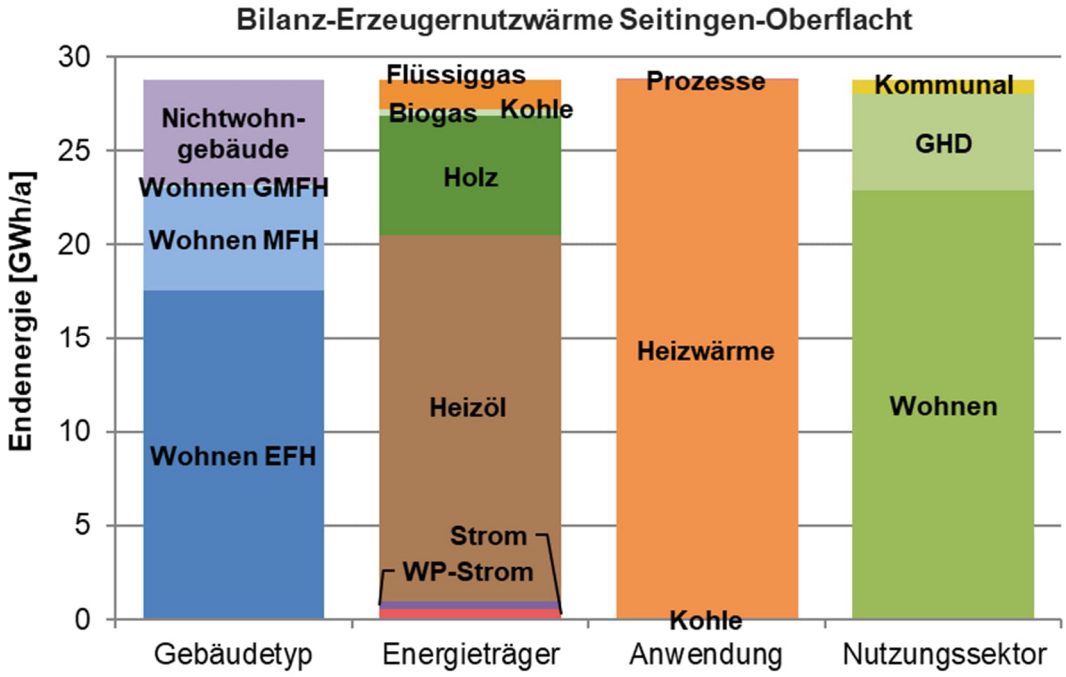


Abb. 19: Bilanzierung des Endenergiebedarfs für Wärmeerzeugung im Ist-Zustand

Analog zur Bilanz der Erzeugernutzwärmeabgabe dominieren der Wohnsektor und fossile Energieträger.

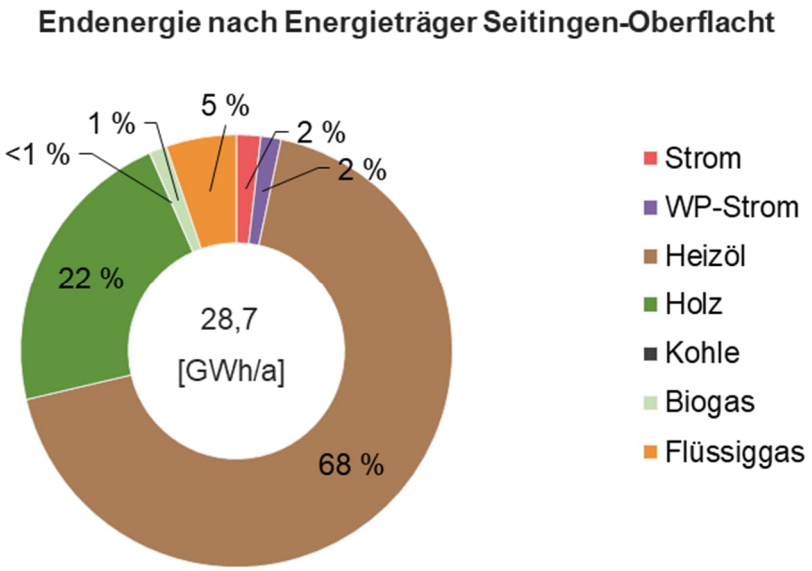


Abb. 20: Endenergieanteile nach Energieträgern

4.6 Treibhausgasbilanz

Die für die Energieträger anzusetzende Endenergie bildet die Basis für die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen (THG) und wurde dazu mit den in Anhang 11.3 dargestellten THG-Emissionsfaktoren (CO_2-Äquivalente, inkl. Vorketten und Netzverlusten der Wärmenetze) der KEA BW [KEA TK 2022] in Beziehung gesetzt.

Durch die Wärmenutzung werden derzeit 7.190 t/a an bilanziellen Treibhausgasemissionen verursacht die sich wie folgt verteilen:

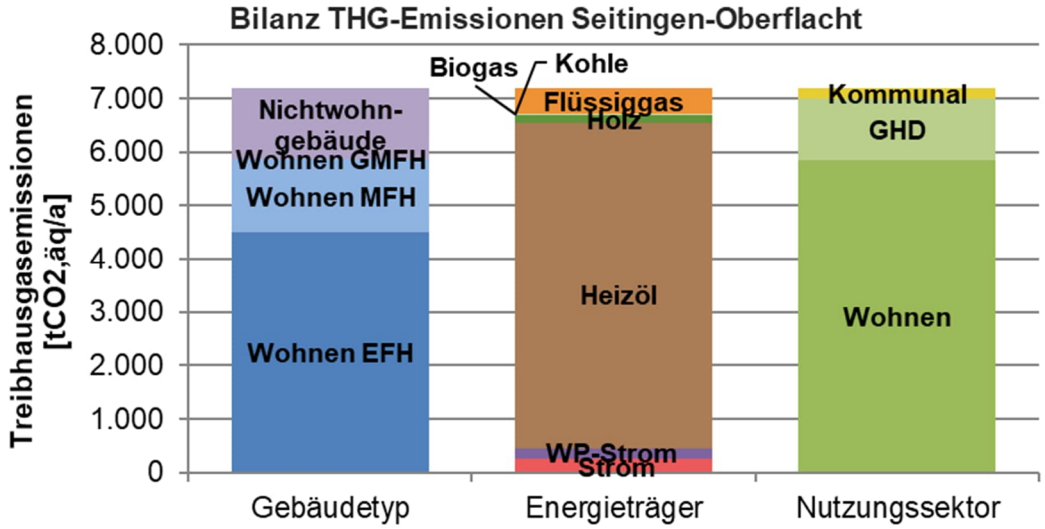


Abb. 21: THG-Bilanz im Ist-Zustand

Den größten Anteil an den THG-Emissionen hat neben der Wohnnutzung der Energieträger Heizöl, dessen Anteil gegenüber seinem Endenergieanteil noch weiter gestiegen ist. Die erneuerbaren Energien werden ökologisch besser bewertet und ihre Anteile sinken.

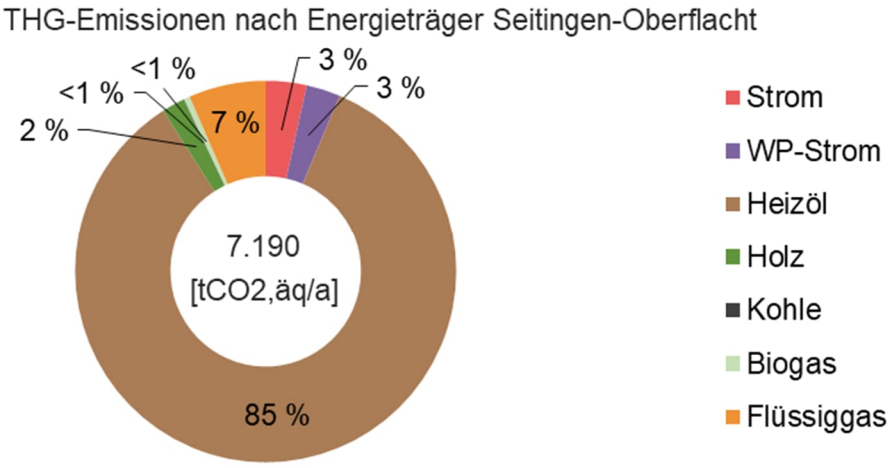


Abb. 22: THG-Emissionen nach Energieträger

5 Potenziale

Für weiterführende Infos zur Methodik der Ermittlung der Potenziale, siehe Kap. 2.5.

5.1 Einsparpotenzial durch energetische Sanierung

Die Steigerung der Effizienz in der Wärmenutzung durch energetische Sanierung, andere Effizienzmaßnahmen sowie der Einfluss der Klimaerwärmung auf den Energiebedarf der Gebäude stellen ein bedeutendes Potenzial dar, das jedoch nur über einen sehr langen Zeitraum auszuschöpfen ist. Insgesamt wurde ein **langfristiges Einsparpotenzial von 33,5 %** ermittelt.

Für die aus heutiger Sicht realistisch erreichbaren Einsparungen bis 2030 bzw. 2040, wurde im Rahmen der Akteursbeteiligung sowohl für die Wohn- als auch Nichtwohngebäude eine Sanierungsrate von 1,5 % abgestimmt. Damit wird für die spätere Szenarienbildung angenommen, dass pro Jahr 1,5 % der sanierungsfähigen Gebäude auf ihren Zielzustand gebracht werden. Die derzeit in Deutschland durchschnittlich erreichte Sanierungsrate im Bestand liegt derzeit bei unter 1 %. Somit wird davon ausgegangen, dass die Bemühungen in diesem Bereich zukünftig steigen.

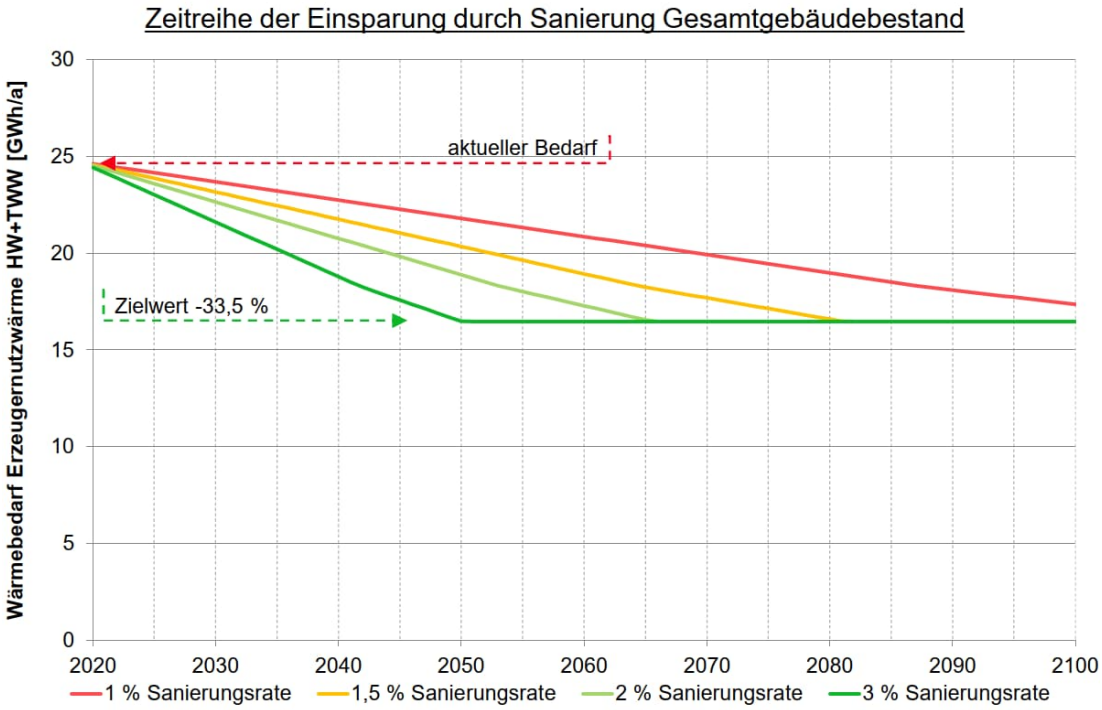


Abb. 23: Einsparpotenziale durch Effizienzsteigerung im Bestand in Abhängigkeit der Sanierungsrate

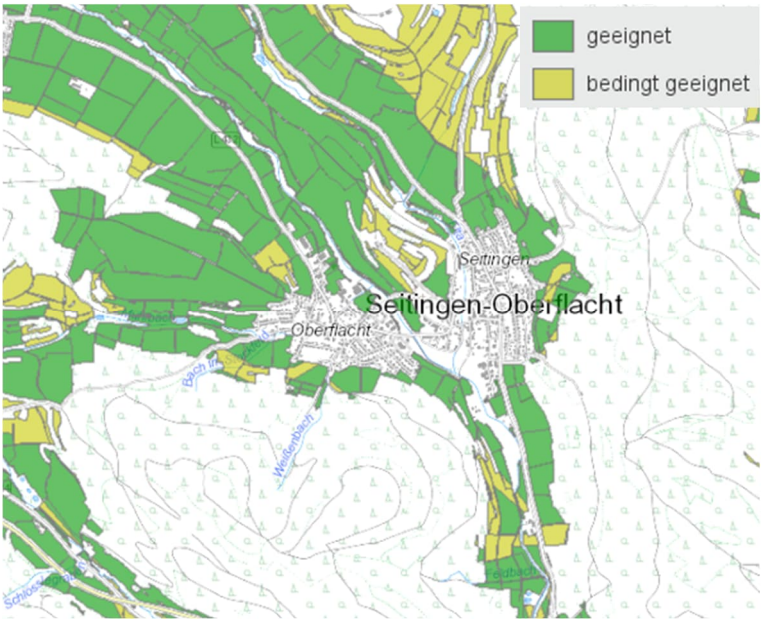
Es ergibt sich eine erwartbare Reduzierung des Wärmebedarfs durch Effizienzsteigerung sowie Sanierung der Außenhüllen von 1.550 MWh/a (6,3 %) bis 2030 und von 2.960 MWh/a (12,0 %) bis 2040.

5.2 Solarenergie auf Freiflächen

Große Solarthermieanlagen in Verbindung mit Wärmespeichern stellen wegen der erreichbaren Temperaturen eine leicht zu integrierende regenerative Quelle für Wärmenetze dar. In Verbindung mit Wärmepumpen bieten Solarthermieanlagen zudem die Möglichkeit auch außerhalb der Zeiten hoher Sonneneinstrahlung weiter Wärme aus dem System zu entnehmen. Im Zuge weiterführender Untersuchungen und Planungen zum Aufbau einer Nahwärmeversorgung, sollte das Solarpotenzial konkretisiert und mögliche Flächen zur Sicherung in der Nähe zu bestehenden oder geplanten Wärmezentralen definiert werden. Der mit der Solarthermie erreichbare Deckungsanteil an der Wärmeerzeugung im Wärmenetz hängt von der verfügbaren Aufstellfläche, Höhe und Verlauf des Bedarfs im Netz sowie von der Größe eines für höhere Deckungsanteile notwendigen (Groß)-Wärmespeichers ab. Er beläuft sich in der Regel auf maximal 30 %.

Größere Photovoltaikanlagen tragen mit ihrer Stromerzeugung nicht nur zur allgemeinen Verbesserung des Strommixes und zur Erzeugung von Überschüssen für die zukünftige Erzeugung von z. B. Wasserstoff bei, sie können auch zur direkten Verwertung von Überschüssen in lokalen Power-to-Heat Konzepten verwendet werden.

Mögliche nutzbare Flächen für große Solaranlagen lassen sich aus den Potenzialkarten der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) in Form von benachteiligt eingeschätzten Flächen oder Gleis- und Straßenränder mit solarer Eignung ermitteln (siehe Abb. 24).



Die tatsächliche Verfügbarkeit dieser Flächen muss mit den Eigentümerinnen und Eigentümern geprüft und abgestimmt werden.

Abb. 24: Freiflächen mit solarer Eignung nach [LUBW FF Solar]

5.3 Solarenergie auf Dachflächen

Insgesamt beläuft sich das ermittelte Potenzial zur solaren Wärmeerzeugung auf den geeigneten Dachflächen von Wohngebäuden auf 2.400 MWh/a Wärme. Derzeit werden davon bereits etwa 200 MWh/a ausgeschöpft (vergleiche auch Kap. 4.2.2).

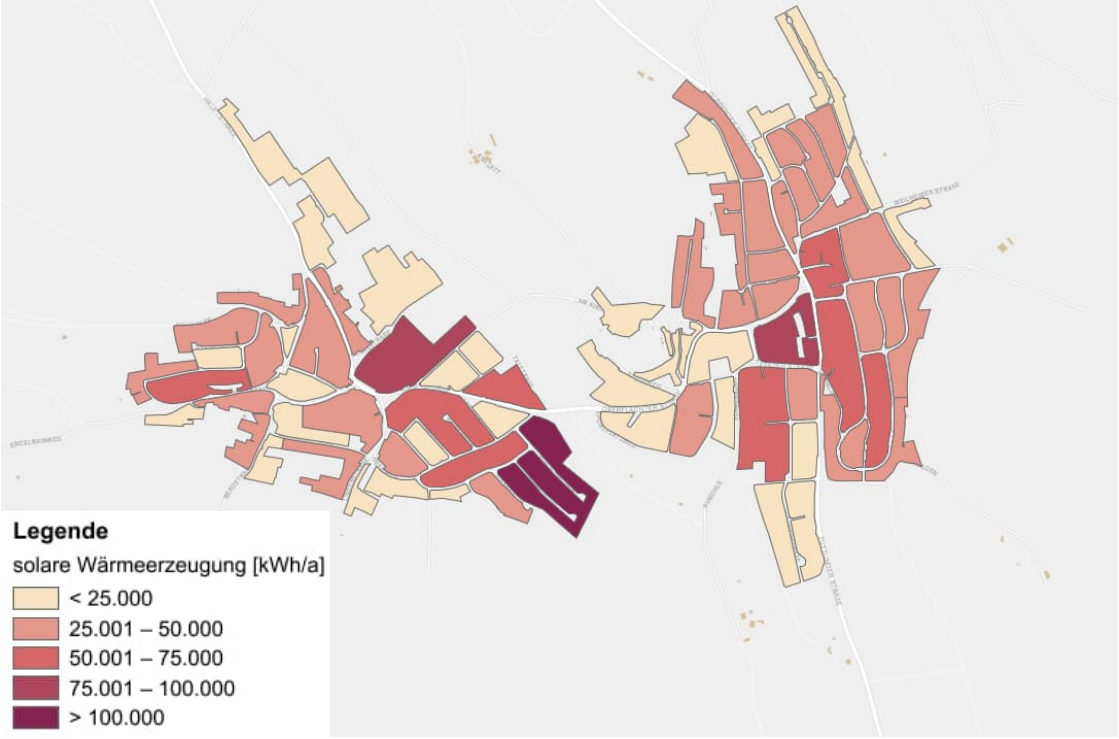


Abb. 25: Potenzial zur solaren Wärmeerzeugung je Baublock (mit Angaben aus [LUBW DF 2022])

Das Potenzial von **Fassaden zur Nutzung von Solarenergie** ist im Einzelfall abhängig von der Verschattung und möglichst großen zusammenhängenden Flächen an der Fassade. Außerdem sind die lokalen Voraussetzungen zur statisch einwandfreien Anbringung zu berücksichtigen. Besonders eignen sich hohe freistehende Gebäude mit größeren Flächen ohne Durchbrüche (Fenster). Durch die senkrechte Anbringung werden die solaren Erträge im Winterhalbjahr begünstigt. Ohne die Kenntnis der individuellen Verschattungssituationen, kann kein Potenzial ermittelt werden. Diese müssen im Einzelfall geklärt werden.

5.4 Abwasserwärmenutzung

5.4.1 Abwasserwärme im Kanal

Der Hauptsammler (Abwasserkanal) hat kurz vor der Kläranlage voraussichtlich einen ausreichenden Durchmesser, um dort Wärmetauscher installieren zu können. Die real dort vorliegenden Temperaturen und Durchflussmengen liegen jedoch nicht vor und müssen zunächst in Messungen überprüft werden. Jedoch ist eine Nutzung der Abwasserwärme kurz vor der Kläranlage nicht ratsam. Denn es ist in jedem Fall darauf zu achten, dass die Abkühlung des Abwassers die Klärprozesse in der Kläranlage nicht beeinträchtigt.

5.4.2 Abwasserwärme nach Kläranlage

Die Kläranlage liegt im Süden Seitingens am Ortsrand. Die Wärmenutzung aus dem gereinigten Wasser nach dem Klärprozess hat, gegenüber der Wärmenutzung vor dem Klärwerk den Vorteil, dass keine Einschränkungen wegen der Prozesse der Kläranlage mehr bestehen. Die Wassertemperaturen sind auch nach dem Klärwerk weiterhin in einem ganzjährig verfügbaren hohen Temperaturniveau vorhanden und damit ideal für die Wärmenutzung mit einer Wärmepumpe.

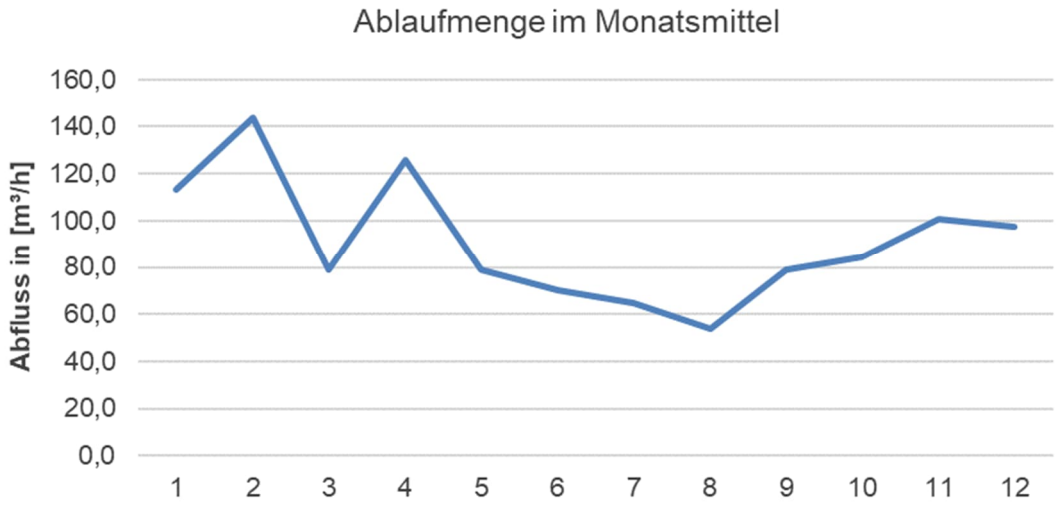


Abb. 26: Ablaufmengen nach Kläranlage im Jahresverlauf (Referenzjahr 2022)

Zu beachten ist jedoch: Das geklärte und nach der Wärmenutzung abgekühlte Wasser wird der Elta zugeführt und sorgt dort für eine Abkühlung (in Abhängigkeit der dort herrschenden Temperaturen im zeitlichen Verlauf und der Höhe der Abkühlung bei der Wärmenutzung). Dies muss im Rahmen der näheren Untersuchungen und Planungen berücksichtigt werden. Zu starke Abkühlungen sind nicht zulässig.

In über 90 % des Jahres sind Abflussmengen von etwa 65 m³/h anzunehmen. Bei einer Abkühlung des gereinigten Abwassers nach der Kläranlage von durchschnittlich vier Grad mittels Wärmepumpe bietet die Abwasserwärmenutzung ein Wärmepotenzial nach Wärmepumpe von 2.400 bis 3.160 MWh/a bei einer Entzugsleistung von rund 400 kW_{th} bis 530 kW_{th}.

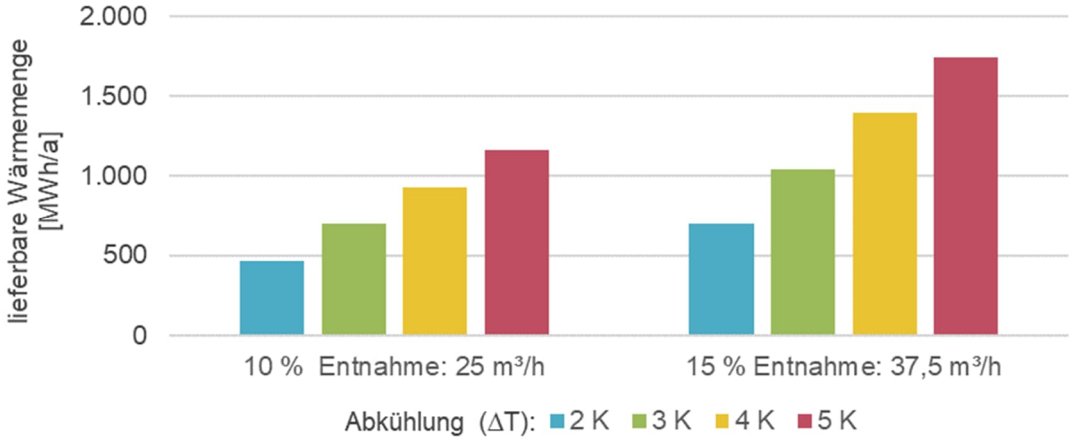


Abb. 27: Potenzial Abwasserwärme: lieferbare Wärmemenge Wärmepumpe nach Klärwerk

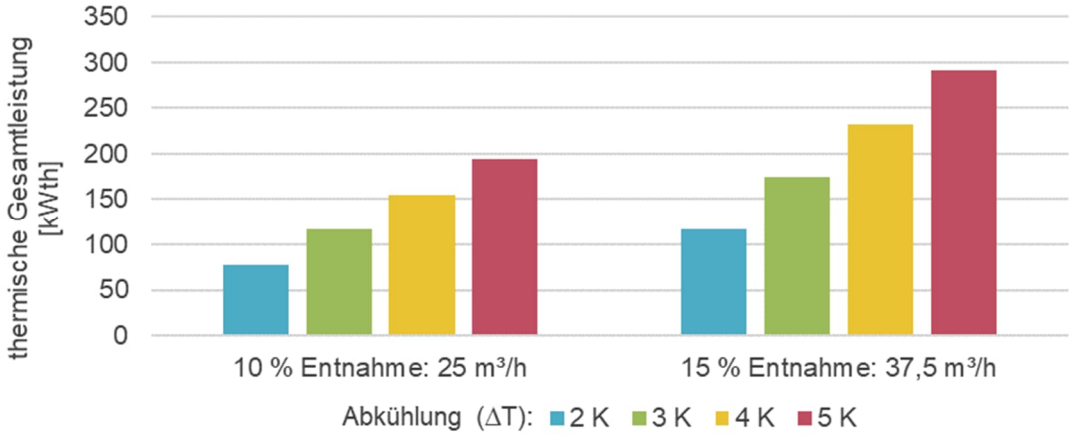


Abb. 28: Potenzial Abwasserwärme: thermische Gesamtleistung Wärmepumpe nach Kläranlage

5.5 Feste Biomasse / Holz

Holz ist der einzige kurzfristig breit verfügbare erneuerbare Energieträger mit der Möglichkeit zur Erzeugung hoher Temperaturen sowie einer gewissen Transport- und Lagerfähigkeit zur überregionalen und zeitlich flexiblen Verwendung. Das Erreichen der Klimaziele wird deshalb unter anderem von der überregionalen Verfügbarkeit von Holz als Brennstoff und der Entwicklung seiner wirtschaftlichen Parameter abhängen. Die lokalen Potenziale auf dem Gemeindegebiet werden für den zu erwartenden Bedarf bei Weitem nicht ausreichen und werden außerdem bereits verwendet.

Das Forstamt Tuttlingen hat eine eigene Kurzstudie zum Holzpotenzial im Stadtwald angestellt. Dabei wird von einem zusätzlichen Potenzial von 30.000 bis 45.000 MWh/a ausgegangen. Jedoch wird darauf hingewiesen, dass in der Region und der Stadt Tuttlingen selbst bereits Holzheizwerke geplant werden, die auf dieses Potenzial zurückgreifen wollen.

Die bis 2030 / 2040 benötigten Mengen an Holz zur thermischen Verwertung in möglichen Holzheiz-(kraft-)werken müssen daher zum größten Teil aus anderen externen Quellen bzw. auf dem Markt für energetisch nutzbares Holz beschafft werden. Aus Gründen des Naturschutzes, der Ressourceneffizienz und mit Rücksicht auf die Bedeutung der stofflichen Nutzung von Holz handelt es sich dabei um Waldrestholz aus der (nachhaltigen) Forstwirtschaft sowie Altholz / holzartige Abfälle aus Haushalten, Gewerbe oder der Landschaftspflege.

Dezentrale Holzheizungen eignen sich besonders für Liegenschaften mit Möglichkeiten zur Lagerung des Brennstoffs, erhöhtem Wärmebedarf und der Notwendigkeit von hohen Temperaturen im Heizungssystem. Langfristig soll jedoch nach dem Willen der Bundesrepublik Deutschland sowie auch der Europäischen Union die stoffliche Nutzung in den Vordergrund rücken. Auf Landesebene äußert sich dies beispielsweise bereits in der Holzbauinitiative des Landes Baden-Württemberg[1].

Aus Gründen der Ressourceneffizienz, aber auch zur Minderung von Belastungen aus der Holzverbrennung, sollten Holzheizungen neben der Verwendung in Zentralen für große Wärmenetze nach Möglichkeit auf die Verwendung in einer „Wärmeinsel“ im Verbund mit ergänzenden Energieträgern wie z. B. Solarthermie und auf die oben beschriebenen Anwendungen begrenzt werden.

5.6 Flusswasserwärme

Die durch Seitingen-Oberflacht fließende Elta bietet am Punkt der Schönbach-Mündung ein Potenzial zur Abkühlung des Flusswassers zur Wärmeerzeugung mithilfe einer Wärmepumpe. Nach den vorliegenden Daten zur Durchflussmenge und Temperatur des Flusswassers stellt sich das Potenzial wie folgt dar:

Das abgeschätzte Wärmepotenzial nach Wärmepumpe beläuft sich bei einer Entnahme und Abkühlung von 10–15 % des Flusswassers auf 2.600 bis 3.900 MWh/a bei einer Entzugsleistung von 330 kW_{th} bis 490 kW_{th}.

[1] https://www.holzbauoffensivebw.de/de

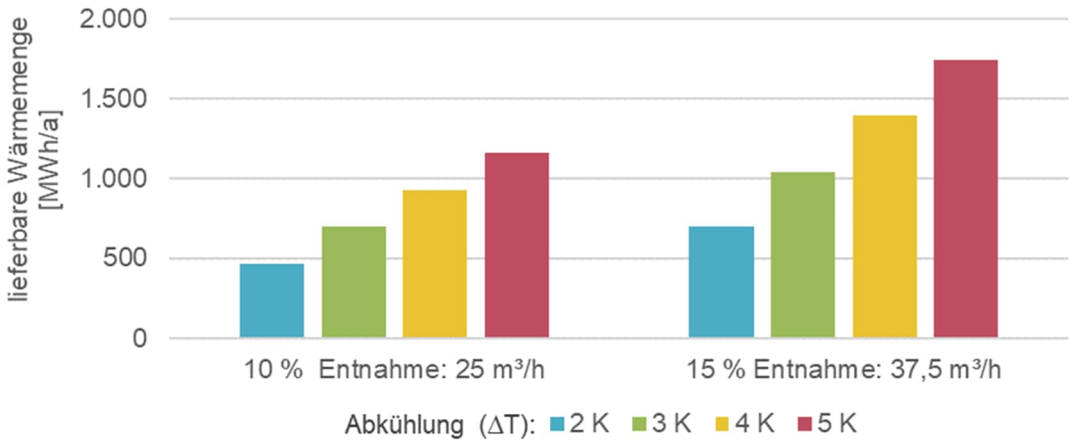


Abb. 29: Potenzial Flusswasserwärme: lieferbare Wärmemenge Wärmepumpe

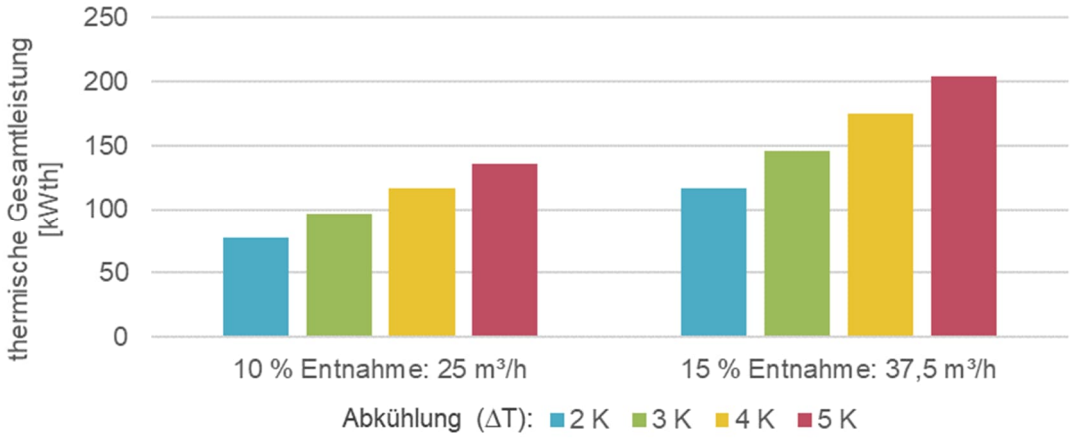


Abb. 30: Potenzial Flusswasserwärme: thermische Gesamtleistung Wärmepumpe

Generell kann Wärme aus Gewässern v. a. im Sommer und in den Übergangszeiten als Beitrag zur Grundlast genutzt werden, wenn Vorgaben zur maximalen Abkühlung eingehalten werden. Außer technischen Randbedingungen wie dem Jahresverlauf von Temperatur und Wassermenge oder der Nähe zu potenziellen Abnehmern sind in jedem Fall die Besitzverhältnisse und ökologische Anforderungen der jeweiligen Standorte und Gewässer zu berücksichtigen. Eine Wärmenutzung aus Flüssen ist genehmigungspflichtig.

5.7 Grundwasser

Die Wärmegewinnung aus Grundwasser als Form der oberflächennahen Geothermie ist v. a. für Neubaugebiete oder für kleinere Netze im sanierten Bestand sinnvoll. Dabei müssen allzeit die hydrogeologischen und geologischen Einschränkungen beachtet werden. So muss in Seitingen-Oberflacht die vorherrschende Bohrtiefenbegrenzung von i. d. R. rund 300 m eingehalten werden. In Gebieten, in

denen das Grundwasser oberhalb dieser Grenze liegt, müssen für jeden Standort mehrere Probebohrungen und Messungen durchgeführt werden, bevor mit der Energiequelle lokal geplant werden kann. Es können kleinräumig große Unterschiede in der Nutzbarkeit auftreten. Die Grundwassernutzung ist außerdem grundsätzlich genehmigungspflichtig.

Insbesondere im Bereich der Elta sowie des Schönbaches sind die hydrogeologischen Voraussetzungen für eine Grundwasserwärmenutzung in Verbindung mit einer Wärmepumpe grundsätzlich gegeben. Derzeit sind laut Informationssystem für oberflächennahe Geothermie Baden-Württemberg (ISONG) keine Anlagen mit Grundwasserwärmenutzung bekannt. Aufgrund der erwartbaren Einschränkungen und Hürden wurde die Grundwasserwärmenutzung im Rahmen des KWPs nicht weiter verfolgt oder empfohlen.

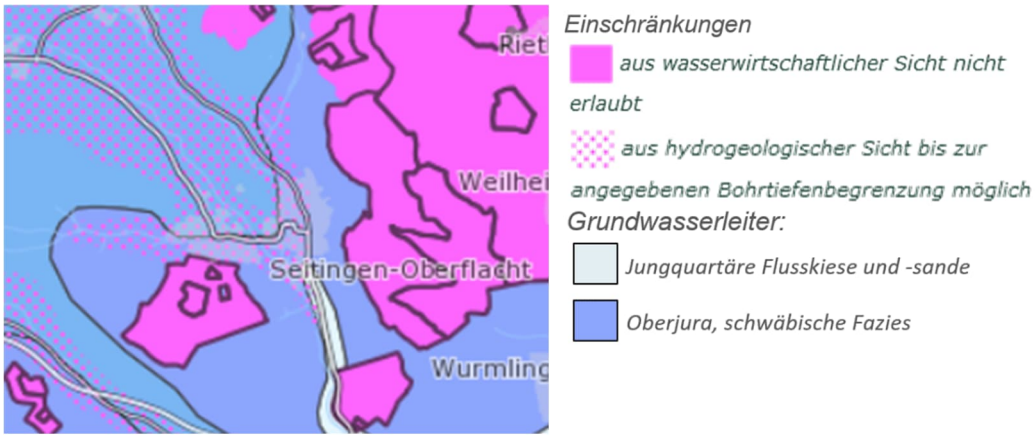


Abb. 31: Hydrogeologische Übersichtskarte mit Schutzgebieten nach [ISONG]

5.8 Geothermie mit Erdwärmesonden

In Verbindung mit Wärmepumpen stellen Erdwärmesonden (EWS) eine nachhaltige Wärmequelle dar, die sowohl zentral in Wärmenetzen als auch dezentral für einzelne Liegenschaften genutzt werden können. Laut den Daten des „Informationssystems oberflächennahe Geothermie“ (ISONG) ist im Gemeindegebiet die oberflächennahe Geothermie mittels EWS grundsätzlich möglich und wird durchgehend als „effizient“ eingestuft.

In der Praxis müssen Probebohrungen und Messungen durchgeführt werden, bevor mit der Energiequelle lokal geplant werden kann. Die tatsächlich nutzbare Wärmemenge hängt dabei neben individuellen wirtschaftlichen und technischen Voraussetzungen der Liegenschaft auch davon ab, wo und wie viele weitere Sonden sich in der Nachbarschaft befinden oder ob durch Kühlung außerhalb der Heizperiode eine Regeneration der Bohrung stattfindet.

5.8.1 Nutzung Erdwärmesonden in Wärmenetzen

In räumlicher Nähe zu Eignungsgebieten für Wärmenetze stellen Erdwärmesonden in Verbindung mit Wärmepumpen und Speichern eine gut geeignete Quelle für Wärmenetze dar. Dabei kann zwischen Konzepten mit zentraler Wärmepumpe und einem warmen Vorlauf im Wärmenetz sowie solchen mit dezentralen Wärmepumpen in den angeschlossenen Liegenschaften („kalte Nahwärme“) unterschieden werden. In Verbindung mit Kühlung oder auch saisonal ergänzenden Energieträgern wie Solarthermie auf der gleichen Fläche können Wärmeüberschüsse außerhalb der Heizperiode im Sondenfeld bzw. im Erdreich gespeichert und die Wärmequelle dadurch regeneriert werden. Im Rahmen der weiterführenden Untersuchungen zum Aufbau eines neuen Wärmenetzes und für zukünftige Neubaugebiete sollte die Option Geothermie geprüft werden.

5.8.2 Nutzung Erdwärmesonden für einzelne Liegenschaften

Auch für einzelne Liegenschaften und eine dezentrale Wärmeversorgung können Erdwärmesonden genutzt werden. Insbesondere Liegenschaften, die technisch und wirtschaftlich sehr gut mit einer Wärmepumpe beheizt werden können, profitieren von einer effizienten Quelle und dadurch einer erhöhten Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe. Der Stromanteil in der gelieferten Wärme sinkt bei steigender JAZ und damit auch die Betriebskosten für den Betreiber.

Trotz der vorhandenen Bohrtiefenbegrenzung (siehe auch Kap. 2.5.2) wird für Seitingen-Oberflacht vom Informationssystem oberflächennahe Geothermie BW [ISONG] eine hohe Effizienz für Geothermienutzung durch Erdwärmesonden (EWS) angegeben. Zur dezentralen Nutzung für einzelne Liegenschaften im Bestand stehen zudem nach einer Studie der KEA BW etwa 19.000 MWh/a aus Erdwärmesonden in Verbindung mit Wärmepumpen zur Verfügung. Die Baublöcke, die sich aufgrund des vorliegenden Potenzials im Verhältnis zum Wärmebedarf besonders eignen, wurden in Abb. 32 dargestellt. Die hellgelb dargestellten Baublöcke weisen darauf hin, dass dort die

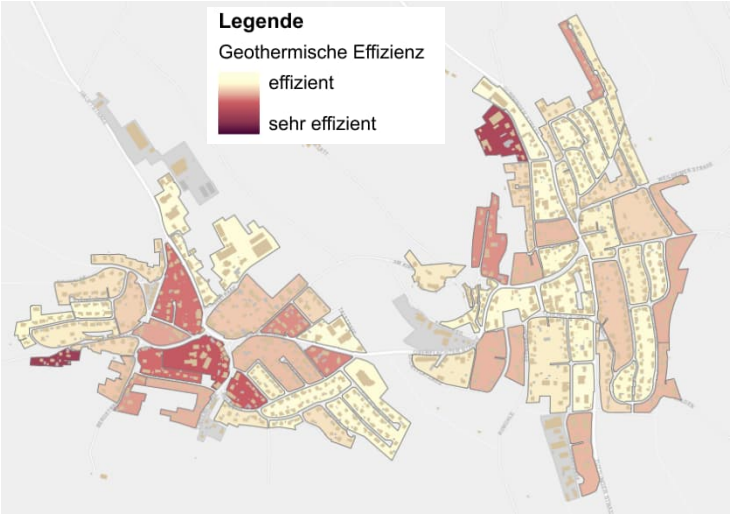


Abb. 32 Geothermiepotenzial für Erdwärmesonden im Bestandsgebiet nach [KEA EWS 2022]

Nutzung von Erdwärmesonden wenig effizient, oder aufgrund des Verhältnisses zwischen lieferbarer Wärmemenge und Wärmebedarf der Liegenschaften nicht sinnvoll ist. Je mehr die Färbung ins rötliche geht, desto effizienter / sinnvoller ist die Nutzung von Erdwärmesonden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass in der Studie der KEA BW ausschließlich Potenziale für Liegenschaften mit Wohnnutzungen gebildet wurden. Gebiete mit einem hohen Nichtwohn-Anteil können somit nicht belastbar bewertet werden und sind deshalb ausgegraut.

Laut dem [ISONG] sind in Seitingen-Oberflacht derzeit 12 Erdwärmesonden beim LGRB BW (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau BW) gemeldet.

5.9 Geothermie mit Erdkollektoren / Agrothermie

Die Nutzung von Erdwärme in geringer Tiefe (1,5–4 m) ist eine Option für Gebiete oder Liegenschaften mit genügend Freifläche zur Installation der notwendigen Kollektoren im Erdreich. Dafür können z. B. Grün- oder Ackerflächen und Sportplätze in Frage kommen (die weiterhin als solche genutzt werden können). Durch den Flächenbedarf für die Kollektoren und die notwendige Nähe zu den Abnehmern (i. d. R. <300 m) kommen v. a. Randlagen oder nur locker bebaute Baublöcke als Potenzialgebiete in Frage. Durch die üblicherweise auf dieser Tiefe im Erdreich vorliegenden Temperaturen von 5–15 °C (jahreszeitliche Schwankungen), können im Jahr pro Hektar Freifläche zwischen 400–700 MWh/a Wärme für ein Wärmenetz gewonnen werden.

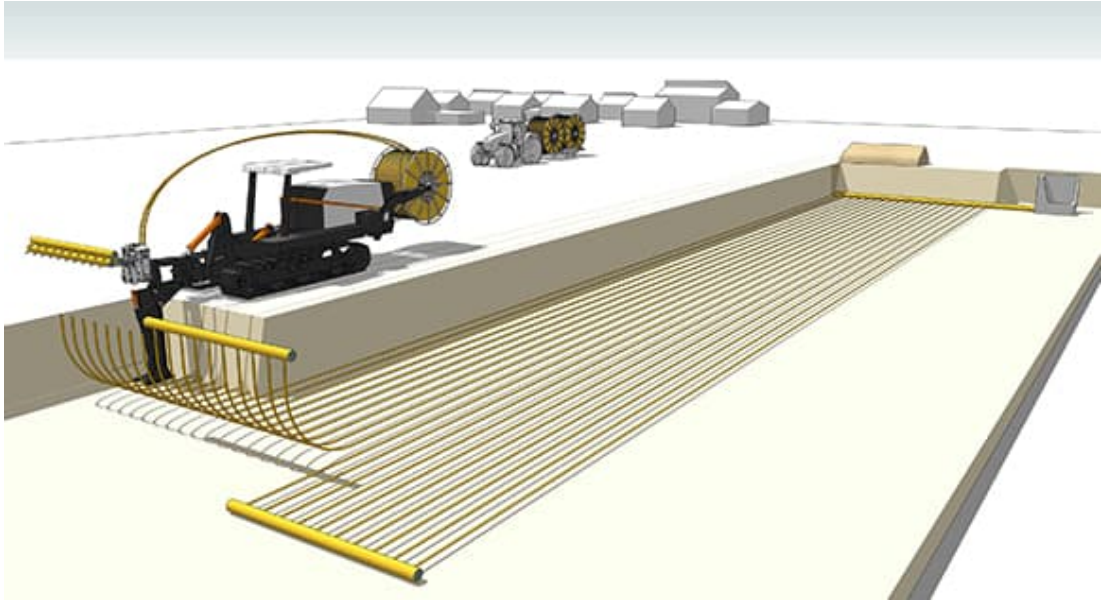


Abb. 33 Beispielhafte Darstellung Agrothermie, © Doppelacker GmbH [BMWI-09/2019]

Die Verfügbarkeit geeigneter Flächen, z. B. in Randlagen oder locker bebauten Baublöcken, muss im Einzelfall durch die Kommune oder die jeweiligen Eigentümer festgestellt werden, bevor Hochrechnungen zum realisierbaren Potenzial sinnvoll sind.

5.10 Außenluft in Verbindung mit Wärmepumpen

Das Potenzial zur Wärmeerzeugung durch Luft-Wasser-Wärmepumpen entsteht aus der Modellierung des Energieträgermix im Zielszenario pro Baublock. Dabei werden lokale Gegebenheiten der Bausubstanz, der Platzverhältnisse und des angenommenen Wärmebedarfes grob berücksichtigt. Für die dezentrale Wärmeerzeugung ergeben sich daraus im Jahr 2040 ca. 12.000 MWh/a nach Wärmepumpe.

Darüber hinaus können Großwärmepumpen in Verbindung mit Außenluft auch in Zentralen für Wärmenetze zur Anwendung kommen. Insbesondere für iKWK-Konzepte mit flexibler Nutzung günstiger Preise am Strommarkt, stellen Groß-Wärmepumpen eine wirtschaftlich sinnvolle Komponente der zentralen Wärme¬erzeugung dar.

5.11 Abwärme aus industriellen Prozessen

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden die größeren Unternehmen aus dem Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie (GHDI) per Fragebogen unter anderem zu ihren Abwärmepotenzialen befragt. Dabei wurden von einigen Unternehmen angegeben, dass Abwärme vorhanden ist.

Ein Unternehmen in der Hauptstraße aus der Medizintechnik-Branche gab an, dass es Interesse daran hätte diese Abwärme zu nutzen und sie gegebenenfalls in ein Wärmenetz einzuspeisen.

Ein weiteres Unternehmen in der Hohnerstraße aus der Branche der Laserbearbeitung gab an, Interesse an der Abgabe ihrer schwankend anfallenden Abwärme an ein externes Netz zu haben.

Die restlichen Unternehmen mit Abwärmepotenzialen gaben an, dass diese entweder bereits auf der Liegenschaft genutzt werden oder genutzt werden sollen oder aber wegen zu geringer Temperaturen und Leistungen nicht wirtschaftlich verwertbar sind.

Insgesamt konnten somit für die Wärmeplanung Potenziale aus unvermeidbarer Abwärme von in Summe rund 110 kW mit teils stark schwankender Verfügbarkeit ermittelt werden. Unter der Annahme, dass diese unter einer Volllaststundenanzahl von im Mittel 3.000 h/a genutzt werden könnten, würde sich daraus 330.000 kWh/a ergeben.

5.12 Biogas

Die Rahmenbedingungen für Biogasanlagen haben sich in den letzten Jahren tendenziell verschlechtert, könnten sich jedoch mittelfristig wieder verbessern. Die Rolle von Biogasanlagen könnte in der Zukunft an Bedeutung gewinnen, da sie neben strommarktgeführten Blockheiz-Kraft-Werken (BHKW) auch als möglicher Standort der Methanisierung von Wasserstoff in Frage kommen.

Auf dem Bertholdshof wird eine Biogasanlage betrieben. Das Biogas wird in einem BHKW verstromt und die Wärme zur Versorgung der Gebäude auf dem Hof verwendet. Der Hof hat Interesse daran die Biogaserzeugung und -verstromung im BHWK zu flexibilisieren und meldet dafür Interesse an einem Wärmenetz an. Die Biogasproduktion könnte zudem noch gesteigert werden. Genaue Angaben über das Steigerungspotenzial können jedoch nicht gegeben werden.

5.13 Power to Gas

Mit „Power-to-Gas“ werden Verfahren bezeichnet, mit denen unter Verwendung von elektrischer Energie, vorzugsweise aus erneuerbaren Quellen, brennbare Gase („EE-Gase“) synthetisiert werden. Die Bedeutung dieser Verfahren für die Energiewende liegt in der Möglichkeit, bisher genutzte fossile Brennstoffe zu ersetzen und überschüssigen Strom aus erneuerbaren Quellen zu speichern und sektorübergreifend zu nutzen. Grundsätzlich wird zwischen zwei Verfahren unterschieden:

- Power-to-H_2: Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff durch Elektrolyse. Nutzung von Wasserstoff als Brennstoff oder weitere Methanisierung.
- Power-to-CH_4: Methanisierung von Wasserstoff durch Reaktion mit CO_2. Nutzung des erzeugten Gases analog zu bisher verwendetem Erdgas.

Kriterien für geeignete Standorte von Power-to-Gas Anlagen sind:

- Nähe zu erneuerbaren Stromquellen mit nutzbaren Überschüssen
- Nähe zu Biogasanlagen oder anderen CO_2-Quellen für eine Methanisierung
- Nähe zu direkten Abnehmern für Wasserstoff oder Methan (z. B. Tankstellen oder Industrieanlagen mit Bedarf an Prozesswärme)
- Vorhandenes (wasserstofffähiges) Gasnetz zur Einspeisung der erzeugten EE-Gase
- bestehende Speichermöglichkeiten von Wasserstoff / Methan
- Nähe zu Abnehmern für Abwärme und Sauerstoff als Nebenprodukte

Aus technischen und v. a. wirtschaftlichen Gründen dürften Brennstoffe aus diesen Verfahren kurz- und mittelfristig jedoch ausschließlich für die Sektoren Verkehr und Industrie zur Anwendung kommen.

Für die Wärmeerzeugung wird die mögliche Verfügbarkeit von EE-Gasen voraussichtlich auch langfristig (bis 2040) noch auf große KWK-Anlagen in Zentralen von Wärmenetzen beschränkt bleiben, da die bestehenden Erdgas-Netze mit den derzeit vorhandenen Ressourcen und Rahmenbedingungen nicht großflächig mit EE-Gasen gefüllt werden können. Nach den Auskünften von Gasnetzbetreibern ist dabei weniger die vorhandene Infrastruktur der bestimmende Faktor, sondern die Erzeugung bzw. Einspeisung ausreichender Mengen von regenerativ erzeugtem Wasserstoff.

5.14 Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen

Durch die Transformation hin zu einer stärker strombasierten Wärmeerzeugung steigt auch die Bedeutung der Transformation des Bundes-Strommixes zur Klimaneutralität. Die für die Klimaneutralität der Gemeinde notwendige Menge an regenerativ erzeugtem Strom oder den daraus generierten Mengen an erneuerbaren Gasen (Wasserstoff oder Methan) kann jedoch nicht allzeit innerhalb des Gemeindegebiets erzeugt werden. Auch mit einem angenommenen ehrgeizigen Ausbau der regenerativen Stromerzeugung auf den Dachflächen und Freiflächen, ist Seitingen-Oberflacht weiterhin auch auf den Energiebezug von außerhalb angewiesen und dadurch auch in Bezug auf die Erreichung der geforderten Klimaneutralität von externen Entwicklungen im Stromsektor abhängig.

Für die Gemeinde bedeutet das die Ausschöpfung vorhandener regenerativer Potenziale zur regenerativen Stromerzeugung, um den lokalen Bedarf zu decken und zur Produktion überregional nutzbarer Überschüsse beizutragen. Große PV-Anlagen oder die Ausweisung von Standorten für Windkraftanalagen sind Maßnahmen im Handlungsbereich der Kommune. Die Nutzung des Potenzials auf Dachflächen kann von der Kommune unterstützt werden, liegt aber letztlich in der Hand der jeweiligen Eigentümerinnen und Eigentümer.

Die künftige bilanzielle Deckung des Bedarfs an erneuerbarem Strom muss insgesamt mit folgenden Anwendungen abgestimmt werden:

- Elektro-Mobilität
- Elektrifizierung industrieller Prozesse
- Erzeugung von erneuerbaren Gasen (z. B. „grüner Wasserstoff“) für Industrie, Verkehr und große KWK-Anlagen in Wärmenetzen
- Betrieb von Wärmepumpen, insbesondere zur Heizperiode

5.14.1 Windkraftanlagen

Insbesondere in der Heizperiode stellen Windkraftanlagen einen notwendigen Baustein der Stromversorgung aus regenerativen Quellen dar. Durch die im Zielszenario anzunehmenden Deckungsanteile von elektrisch betriebenen Wärmepumpen und dem dadurch zu erwartenden zusätzlichen Strombedarf kommt dem Ausbau der regenerativen Stromerzeugung mit Erträgen in der Heizperiode eine Schlüsselrolle für die Wärmewende zu.

Für den Windkraftausbau hat das Land Baden-Württemberg im aktuellen KlimaG BW die Windkraft-Flächenziele des Bundes aus dem Windenergieflächenbedarfsgesetz vom 20. Juli 2022 nochmals verschärft. Demnach gilt eine Zielvorgabe von 1,8 % der Landesfläche und eine Festlegung und Änderung der Teilpläne sowie des Regionalplans bis zum 30.09.2025.

Zum Stand der KWP-Erstellung wurde vom Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg im Rahmen des Beteiligungsverfahrens zu den Teilplanfortschreibungen für regionalbedeutsame Windkraftanlagen gleich mehrere mögliche Standorte für Windkraftanlagen in Seitingen-Oberflacht definiert:

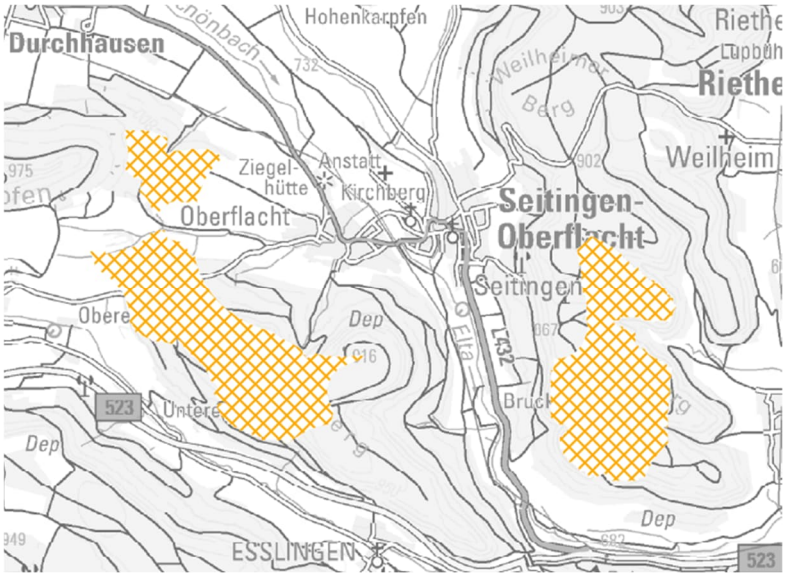


Abb. 34 Beispielhafte Darstellung Agrothermie, © Doppelacker GmbH [BMWI-09/2019]

Auch nach den öffentlich verfügbaren Quellen (Windatlas LUBW) ist im Gemeindegebiet von Seitingen-Oberflacht unter Berücksichtigung von entsprechenden Abstandsregeln ein nennenswertes technisches Potenzial für Windkraftanlagen zu erkennen. Es besteht voraussichtlich ein Potenzial für maximal 5 Windkraftanlagen mit je 6 MW, was einer potenziellen Energiemenge von rund 120.000 MWh/a entspricht.

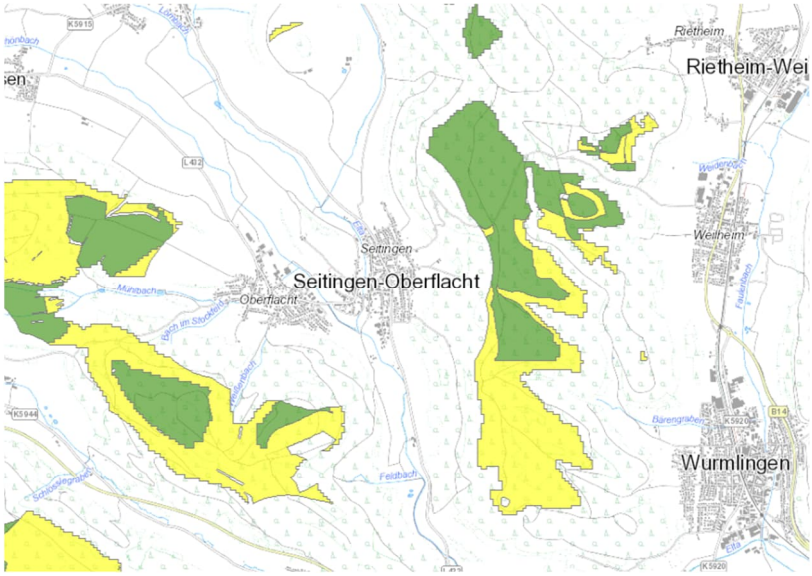


Abb. 35 Beispielhafte Darstellung Agrothermie, © Doppelacker GmbH [BMWI-09/2019]

5.14.2 Wasserkraftanlagen

Laut dem Markstammdatenregister gibt es in Seitingen-Oberflacht keine Wasserkraftanlagen. Die Durchflussmenge der Elta lässt nicht auf ein nennenswertes Potenzial zur Stromerzeugung schließen.

Von der LUBW wird für Seitingen-Oberflacht kein Potenzial für Wasserkraftanlagen benannt.

5.14.3 Stromerzeugung aus Photovoltaik

Für die lokale Stromerzeugung bestehen Potenziale in der Nutzung von Dachflächen und der Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen.

Für die Nutzung von Freiflächen müssen die tatsächliche Verfügbarkeit, die Genehmigungsfähigkeit sowie technische Randbedingungen für einen Anschluss zur Einspeisung in das Stromnetz geklärt werden. Freiflächenanlagen können dabei auch mit anderen Nutzungen wie z. B. Erdwärmekollektoren oder, bei entsprechender Aufständerung, auch mit landwirtschaftlichen Nutzungen oder Parkflächen kombiniert werden. Weiteres Potenzial besteht v. a. entlang von Bahnschienen sowie Zufahrtsstraßen.

Das Potenzial für die **Energieerzeugung auf Dachflächen** beläuft sich nach Daten der [LUBW DF 2022] auf insgesamt 17.800 MWh/a. Nach Abzug der für die solare Wärmeerzeugung ermittelten 2.400 MWh/a verbleiben 15.400 MWh/a für die

Stromproduktion durch Photovoltaik auf Dachflächen. Von diesem Potenzial werden derzeit bereits rund 3.850 MWh/a ausgeschöpft.

Das Potenzial zur **Stromerzeugung auf Freiflächen** gibt unter der Annahme, dass rund 10 ha Freifläche gefunden werden können und auch tatsächlich mittelfristig für Freiflächen-Photovoltaikanlagen zur Verfügung stehen, auf eine installierbare potenzielle Leistung von rund 11 MWp. Das würde einer jährlichen Stromerzeugung von rund 11.000 MWh/a entsprechen. Die real verfügbare Fläche muss mit den Eigentümern abgestimmt werden.

5.15 Rolle der Gasnetze

Um die Wärmewende umzusetzen, müssen auch Perspektiven für die Entwicklung der Gasnetze angedacht werden. Durch die bestehende Rechtslage sind die Netzbetreiber weiter zur Versorgung mit Erdgas verpflichtet (Konzessionsverträge), solange es Abnehmer gibt. Solange sich daran nichts ändert, können langfristig folgende Leitlinien verfolgt werden:

- Kein Neubau oder Erweiterung von Erdgasnetzen
- Backbone-Leitungen mit Gasspeichern, Großabnehmern und großen KWK-Anlagen in Wärmenetzen sollten langfristig erhalten und auf biogene Gase / Wasserstoff vorbereitet werden.
- Der großflächige Umbau der Gasverteilungs-Infrastruktur für einen erhöhten oder sogar 100 %-en Anteil von Wasserstoff stellt eine technische und wirtschaftliche Herausforderung dar, die nur sehr langfristig bewältigt werden kann. Hier müssen Prioritäten nach Art und Umfang der langfristigen Abnahme (Industriegebiete) und dem abzusehenden Instandhaltungsbedarf festgelegt werden.
- Ohne gewerbliche Abnehmer mit Bedarf an Erdgas oder anderen brennbaren Gasen stehen Fernwärmenetze prinzipiell in wirtschaftlicher Konkurrenz zum bestehenden Erdgasnetz. Fernwärmeausbau in gasversorgte Gebiete sollte daher mit einer Kampagne zum Rückbau des Gasnetzes begleitet werden.

Laut den derzeitigen Wasserstoffausbauplänen in Baden-Württemberg von Terranets BW ist für Seitingen-Oberflacht vor 2040 kein Wasserstoffnetzanschluss vorgesehen [terranets BW]. Obwohl in der Nähe von Seitingen-Oberflacht eine Hochdruck-Gasleitung verläuft, die eventuell zum Transport für Wasserstoff geeignet ist, ist das fehlende Gasnetz im Ort eine große Hürde für die Verteilung von Wasserstoff. Voraussichtlich würden lediglich größere Industriekunden mit Prozesswärmebedarf an das Wasserstoffnetz angeschlossen werden. Für die Beheizung von (Wohn)-Gebäuden ist der Energieträger Wasserstoff vor 2040 nicht realistisch anzusetzen.

5.16 Rolle Kraft-Wärme-Kopplung

Kraft-Wärme-Kopplung in Zentralen zur Versorgung von Wärmenetzen stellt weiterhin eine sinnvolle Option zur flexiblen und netzdienlichen Strom- und Wärmeerzeugung durch eine Effizienztechnologie dar. Allerdings muss der Einsatz fossiler Energieträger wie Erdgas langfristig durch erneuerbare Energieträger (biogene Gase / Wasserstoff) ersetzt werden. Zudem sollten bestehende und neue Anlagen nach dem Prinzip der „innovativen Kraft-Wärme-Kopplung“ (iKWK) modernisiert bzw. realisiert werden:

- Stromgeführter Betrieb der KWK-Anlage bei wirtschaftlich günstiger Einspeisung
- Verbindung mit einer regenerativen Wärmequelle (z. B. Solarthermie, Geothermie oder Groß-Wärmepumpe mit Außenluft)
- Groß-Wärmespeicher mit Power to Heat zur wirtschaftlichen Nutzung von Stromüberschüssen im Netz (z. B. Abschaltung KWK und Nutzung Wärmepumpe oder Aktivierung Heizstab im Pufferspeicher)

Neue größere Biomasseheizwerke für Wärmenetze sollten ebenfalls mit der Option einer Stromerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung konzeptioniert werden.

5.17 Fazit / Zusammenfassung Potenziale

Die erhobenen lokalen Potenziale unterscheiden sich hinsichtlich der Qualität der dafür verfügbaren Datenquellen und der Belastbarkeit der zur Abschätzung notwendigen Annahmen. Zu beachten ist, dass die Potenziale ggf. untereinander konkurrieren und nicht technisch oder wirtschaftlich gleichwertig erschlossen werden können. Vor der Nutzung der genannten Potenziale können im Einzelfall weitere Untersuchungen zur technischen und wirtschaftlichen Realisierbarkeit notwendig werden.

- **Effizienzsteigerung im Bestand:** Im Gebäudebestand wurde ein langfristiges Einsparpotenzial durch Effizienzmaßnahmen von 33,5 % ermittelt. Unter Berücksichtigung einer abgestimmten anzunehmenden Sanierungsrate von 1,5 %/a ergeben sich erzielbare Einsparungen bis 2030 von 1.550 MWh/a 6,3 % und bis 2040 von 2.960 MWh/a (12,0 %).
- **Solare Wärme auf Dachflächen:** Das ermittelte langfristige Potenzial zur Wärmeerzeugung auf solar geeigneten Dachflächen beläuft sich auf 2.460 MWh/a.
- **Solare Wärme auf Freiflächen:** Solarthermie-Freiflächenanlagen in der Nähe zu Wärmeabnehmern oder Heizzentralen stellen in Verbindung mit Speichern eine gute regenerative Wärmequelle für Wärmenetze dar. Bei einer eventuellen Erweiterung des angedachten Wärmenetzes, sollte das dafür zur

Verfügung stehende Solarpotenzial konkretisiert und mögliche Flächen zur Sicherung definiert werden.

- **Abwasserwärme im Kanal**: Der Hauptsammler kurz vor der Verbandskläranlage hat einen ausreichenden Durchmesser, um dort Wärmetauscher installieren zu können. Jedoch muss bei einer Nutzung der Abwasserwärme darauf geachtet werden, dass die Abkühlung des Abwassers die Klärprozesse in der Kläranlage nicht beeinträchtigt.
- **Abwasserwärme nach Kläranlage**: Die Abkühlung des gereinigten Abwassers nach der Verbandskläranlage bietet ein Wärmepotenzial nach Wärmepumpe von 2.420 bis 3.170 MWh/a. Die Nutzung nach der Kläranlage bietet den Vorteil, dass auf die Temperaturanforderungen des Klärprozesses nicht mehr beachtet werden müssen.
- **Flusswasserwärme:** Das für die Elta auf Höhe der Mündung des Schönbaches abgeschätzte Wärmepotenzial nach Wärmepumpe beläuft sich auf 930 bis1.400 MWh/a Die Herausforderung besteht darin, einen geeigneten Standort für die Wasserentnahme und Wärmepumpe zu finden. Es gibt bisher keine dafür geeigneten Bauwerke. Für eine Erschließung und genauere Bestimmung des nutzbaren Potentials sind zudem noch weitere Randbedingungen zu klären.
- **Grundwasserwärme:** Im Ort gilt eine Bohrtiefenbegrenzung auf i. d. R. unter 300 m (Standortabhängig), um die tieferliegenden Grundwasserschichten zu schützen. Eine energetische Nutzung dieses Grundwassers schließt sich somit voraussichtlich aus und wurde nicht weiter untersucht.
- **Geothermie (Erdwärmesonden)**: Für das Gemeindegebiet wird aus den verfügbaren öffentlichen Quellen trotz der vorliegenden Bohrtiefenbegrenzung grundsätzlich eine gute Eignung für Erdwärmesonden bestätigt. Besonders geeignete Gebiete wurden bei den Eignungsgebieten als Gebiete für die Nutzung effizienter Wärmepumpen hervorgehoben. Zur dezentralen Nutzung für einzelne Liegenschaften im Bestand stehen nach einer Studie der KEA BW etwa 19.025 MWh/a aus Erdwärmesonden in Verbindung mit Wärmepumpen zur Verfügung.
- **Geothermie (Erdwärmekollektoren)**: Die Nutzung von Erdwärme aus oberflächennahen Kollektoren (Agrothermie, Erdkörbe o. ä.) in Verbindung mit Wärmepumpen ist grundsätzlich in Randlagen oder locker bebauten Baublöcken für einzelne Liegenschaften mit verringerten Wärmebedarfen möglich und wurde entsprechend im Anteil für dezentrale Wärmepumpen im Zielszenario berücksichtigt. Wenn größere Flächen in der Nähe von Heizzentralen gefunden werden können, eignet sich diese Form der oberflächennahen Geothermie prinzipiell auch für eine zentrale Wärmeversorgung über ein Wärmenetz.

- **Abwärme:** Aus den durchgeführten Befragungen ansässiger Unternehmen sowie der Analyse von Verbrauchsdaten, Branchen oder installierten Leistungen zur Wärmeerzeugung konnten drei Unternehmen mit Abwärmepotenzialen identifiziert werden. Bei zweien wurde angegeben, die Abwärme selbst nutzen zu wollen, ein weiterer in Oberflacht könnte sich auch die Einspeisung in ein Wärmenetz vorstellen. Das Potenzial beträgt etwa 50 MWh/a zur Eigennutzung und 250 MWh/a zur Einspeisung. Die technische Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Abwärmenutzung, müssen in weitergehenden Untersuchungen näher betrachtet werden.
- **Biogas:** Die im Ortsteil Oberflacht betriebene Biogasanlage hat das Potenzial zur Leistungssteigerung. Der Betreiber hat zudem Interesse an einer Wärmeabgabe angemeldet, zur Flexibilisierung der Biogasanlage. Die genaue Höhe der Leistungssteigerung ist jedoch nicht bezifferbar. Eine Einschätzung zur Wirtschaftlichkeit kann somit nicht gegeben werden.

6 Szenarienbildung und Zielbild

6.1 Allgemeine Voraussetzungen und Annahmen

Das im KWP beschriebene Zielbild im Jahr 2040 geht zuerst von folgenden grundsätzlichen Annahmen und Voraussetzungen aus:

- Technische und wirtschaftliche Verfügbarkeit externer Ressourcen wie z. B. erneuerbare Gase (Biogas / Biomethan), Holz und klimaneutraler Strom für die Wärmeerzeugung
- Für private Einzelheizungen wird Wasserstoff bis 2040 nicht in den notwendigen Mengen technisch und wirtschaftlich zur Verfügung stehen. Die Nutzung bleibt auf Anwendungen im Verkehr, der Industrie oder in großen KWK-Anlagen für Wärmenetze beschränkt. In Seitingen-Oberflacht wird bis 2040 höchstens lokal erzeugter Wasserstoff verfügbar sein
- Die Prozesswärmeanteile im Wärmebedarf werden je nach Größe durch Strom oder Holz ersetzt
- Eine angesichts der bestehenden Hemmnisse ehrgeizige Annahme zur Sanierungsrate im Bestand von 1,5 % pro Jahr auf ein Niveau der Förderstandards KfW-Effizienzhaus-55 oder -70 für Wohngebäuden und ähnlich ambitionierte Vorgaben für Nichtwohngebäude
- Realisierung eines neuen Wärmenetzes mit klimaneutraler Wärmeerzeugung ausgehend vom Gemeindezentrum mit dem Anschluss öffentlicher Gebäude
- Verlegung einer Wärmenetzleitung bis zum Rathaus und Anschluss des Rathauses
- Eine Ausweitung der Wärmenetzversorgung auf die umliegenden / entlang der Wärmenetzleitung liegenden privaten Gebäude, ist im Zielszenario nicht vorgesehen. Die Machbarkeit dessen sollte jedoch untersucht werden
- Ausbau der Solarenergienutzung für Wärme und Strom auf Dächern mit langfristiger Ausschöpfung des vorhandenen Potenzials
- Effizientere Wärmepumpenlösungen (alle Quellen außer Außenluft) erreichen je nach Eignung des Baublocks und vorhandener lokaler Potenziale Deckungsraten zwischen 5 % und 30 % pro Baublock
- Moderater Anstieg der Nutzung von Holzheizungen in privaten Feuerstätten (Wohngebäude)
- Energiekonzepte für Neubaugebiete die eine klimaneutrale, d.h. zu 100 % regenerative, Versorgung realisieren

6.2 Entwicklung des Wärmebedarfs

Einsparung durch Effizienzsteigerung und Gebäudemodernisierung

Wie in der Potenzialanalyse dargestellt, wird für die Bildung der Szenarien 2030 und 2040 von Effizienzsteigerungen, insbesondere durch die Modernisierung der Wohn- und Nichtwohngebäude, ausgegangen.

Effizienzsteigerungen für industrielle oder gewerbliche Anwendungen können nicht ausreichend eingeschätzt werden, da diese Bedarfe erheblichen Schwankungen nach Konjunktur und wirtschaftlichen Prioritäten der jeweiligen Branchen und Betrieben vor Ort unterliegen. Anzunehmen ist jedoch auch hier ein allgemeiner Einsparungsdruck aus wirtschaftlichen Gründen.

Mehrbedarf durch Neubauten

Für die angedachten Neubaugebiete Lehrhalde und Schießmauer wurden auf Basis vorliegender grober Angaben zu Nutzungen und Flächen sowie des Förderstandards der KfW „Effizienzhaus 55“ die für das Zielszenario anzunehmenden Wärmebedarfe geschätzt. Insgesamt würde sich der Wärmebedarf durch diese Neubauten um etwa 720 MWh/a erhöhen (ca. 2,9 % des heutigen Bedarfs).

Veränderung des Wärmebedarfs durch den Klimawandel

Aus den vorhandenen Quellen wird eine pauschale Senkung des Raumwärmebedarfs durch Effekte des Klimawandels um 5 % bis 2040 angenommen (vgl. Kapitel 2.6.1). Gemeinsam mit den Einsparungen durch Effizienzsteigerung und Sanierungen der Außenhüllen der Gebäude und unter Berücksichtigung der Neubauten ergeben sich folgende Wärmebedarfe:

Tab. 6: Entwicklung des Gesamtwärmebedarfs

Zeitpunkt:	**Ist-Zustand**	**2030**	**2040**
Erzeugernutzwärmebedarf [MWh/a]	24.700	22.700	21.000

6.3 Entwicklung des Strombedarfs zur Wärmeerzeugung

Durch die Transformation vor allem der dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen von Heizungsanlagen mit Verbrennung zu stromgeführten Heizungen wird der Strombedarf in der Zukunft im Wärmesektor ansteigen.

Um einen möglichst moderaten Anstieg erreichen zu können und damit die zusätzliche Belastung des Stromnetzes gering zu halten, sollten vor allem Anlagen mit hohem Wirkungsgrad (hohe Jahresarbeitszahl – JAZ) zum Einsatz kommen. Bei Wärmepumpen bedeutet das eine Wärmequelle zu finden, die einen höheren Wirkungsgrad gewährleistet als mit der Quelle Außenluft.

Unter den in diesem Kapitel genannten Rahmenbedingungen wird der zusätzliche Strombedarf aus Wärmepumpen sich bis 2030 / 2040 wie folgt darstellen:

Tab. 7: Strombedarf für Wärmepumpen 2030 / 2040

Technologie	JAZ	Strombedarf 2030 [MWh/a]	Strombedarf 2040 [MWh/a]
Wärmepumpen (Außenluft)	2,5	2.646	4.804
Wärmepumpen (effizientere Quelle)	4,0	453	802
Summe:		**3.099**	**5.606**

6.4 Eignungsgebiete

Die mit der Kommune abgestimmten Eignungsgebiete sowie das Prüfgebiet für ein Wärmenetz sind in der folgenden Abbildung dargestellt:

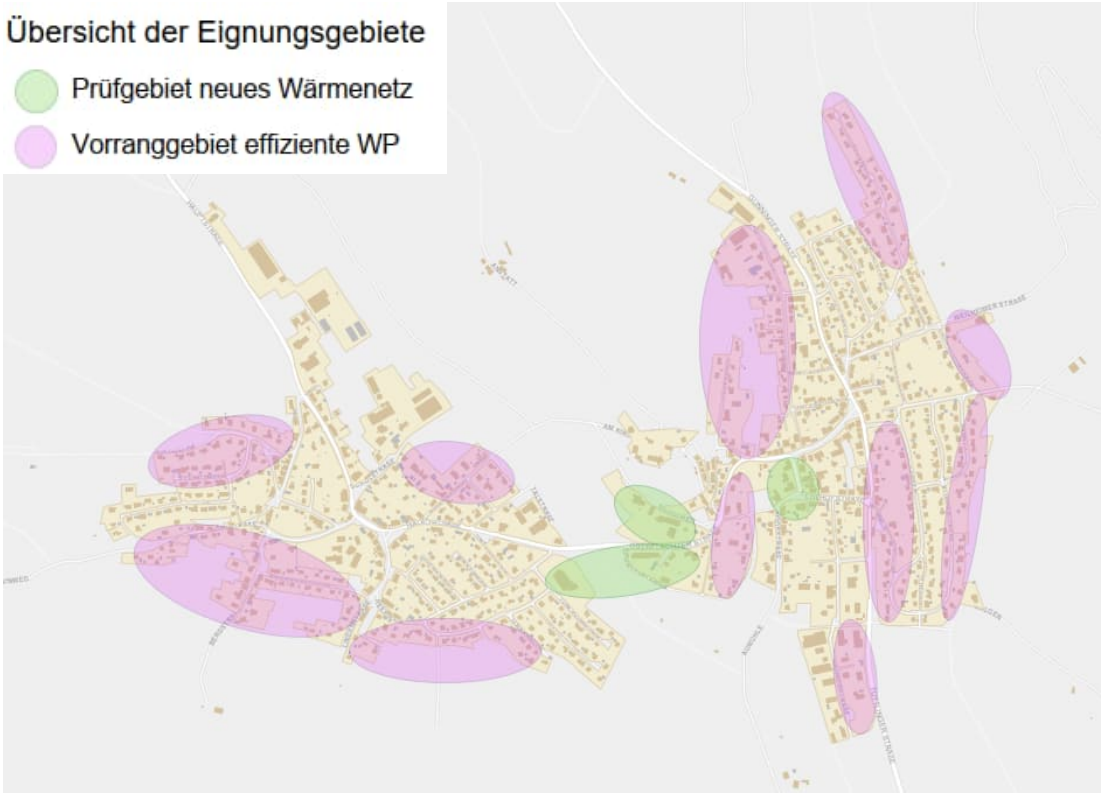


Abb. 36: Eignungsgebiete / Prüfgebiete / Untersuchungsgebiete

Für die dargestellten Gebiete wurden, soweit dafür entsprechende Anhaltspunkte vorlagen, auch Ausbauszenarien und Zeithorizonte für die Entwicklung der jeweiligen Anteile der Wärmebedarfsdeckung durch die jeweiligen Wärmenetze gebildet und für die Szenarien bilanziert.

Prüfgebiet neues Wärmenetz

Realisierung eines neuen Wärmenetzes mit klimaneutraler Wärmeerzeugung auf Basis von Holz, ausgehend vom Gemeindezentrum mit dem Anschluss öffentlicher Gebäude. Verlegung einer Wärmenetzleitung bis zum Rathaus und Anschluss des Rathauses.

Eine Ausweitung der Wärmenetzversorgung auf die umliegenden / entlang der Wärmenetzleitung liegenden privaten Gebäude, ist im Zielszenario nicht vorgesehen. Die Machbarkeit sollte jedoch dahingehend untersucht werden. Über dieses Wärmenetz würde bis 2040 rund 460 MWh/a an Wärme transportiert werden. Dabei

sind Einsparungen in den Gebäuden berücksichtigt. Nicht berücksichtigt ist die Ausweitung auf die umliegenden privaten Gebäude.

Vorranggebiet effiziente WP

Die violett eingefärbten Gebiete sind aufgrund der vorhandenen Gebäude mit zumeist größeren umliegenden Grünflächen sowie des vorliegenden Geothermiepotenzials grundsätzlich für den Einsatz effizienterer Wärmepumpen geeignet. Der Einsatz effizienterer Wärmepumpen muss gegenüber dem Einsatz von Außenluftwärmepumpen immer im Einzelfall abgewogen werden. Nicht nur muss die Eignung der Wärmequelle (Geothermie etc.) im Einzelfall für die Liegenschaft bestätigt werden, sondern auch die wirtschaftliche Darstellbarkeit einer Wärmeversorgung mit dieser Wärmepumpentechnologie muss im Einzelfall untersucht werden.

Die Eigentümerinnen und Eigentümer in diesem Gebieten sollten bei der Suche von Beratungsangeboten etc. unterstützt werden, um einen möglichst hohen Anteil effizienter Wärmepumpen in der Gemeinde zu erreichen und damit die Auswirkungen der Elektrifizierung der Wärmeerzeugung auf das Stromnetz geringer zu halten.

Eignungsgebiete für dezentrale Versorgung

Gebiete außerhalb der für Wärmenetze als geeignet erkannten Baublöcke sind automatisch Eignungsgebiete für eine dezentrale Versorgung. Für diese Gebiete werden je nach lokalen Verhältnissen neben alternativen Systemen v. a. Wärmepumpen mit unterschiedlichen Quellen die bisherigen Feuerstätten verdrängen. Das kann sowohl für einzelne Liegenschaften (dezentrale Versorgung) als auch für kleinere Wärmeverbünde („Wärmeinseln“), z. B. zwischen benachbarten Liegenschaften oder Gebäuden auf einer Liegenschaft, geschehen. Nicht alle Bestandsgebäude sind jedoch direkt geeignet mit Wärmepumpen versorgt zu werden. Teils werden vorbereitende Maßnahmen an Gebäuden notwendig sein um die Gebäude **„Wärmepumpen-ready“** zu machen. Dazu gehörten:

- Effizienzsteigerung im Gebäudebestand zur Absenkung der Vorlauftemperaturen in den Gebäuden auf 55 °C oder niedriger (Modernisierung der Gebäudehülle, Optimierung der technischen Anlagen)
- Vergrößerung der Heizflächen, falls notwendig, in einzelnen Räumen, um die Wärmeabgabeleistung der Heizflächen den abgesenkten Vorlauftemperaturen anzupassen
- Prüfung der Warmwasserbereitung mit Frischwasserstationen und ggf. lokaler Zusatzheizung für Gebäude in denen keine Zirkulation zur Vermeidung von Legionellen notwendig ist (i. d. R. kleinere Wohngebäude)
- Prüfung Installation einer lokalen Zusatzheizung („Booster-Wärmepumpe“, Elektro-Heizstab o. ä.) falls technisch und wirtschaftlich umsetzbare Effizienzmaßnahmen nicht ausreichend sind

- Qualitätskontrolle für neu installierte Wärmepumpensysteme im Bestand (Monitoring der Jahresarbeitszahlen durch Eigentümer und Effizienzberatung durch Sachverständige)
- Eigene Stromerzeugung (v. a. PV-Anlagen) auf der Liegenschaft zur Nutzung des erzeugten Stroms für die Wärmepumpe, im Haushalt oder eigenen Elektro-Kfz-Ladestationen

6.5 Zwischenstand 2030

Für die Modellierung des Zustands der Wärmenutzung und -erzeugung im Jahr 2030 wurden folgende Randbedingungen aufgestellt:

- Bedarfssenkung entsprechend der angenommenen Effizienzsteigerung im Bestand bis 2030,
- Erfolgreiche Umsetzung eines Wärmeverbundes der öffentlichen Gebäude ausgehend vom Gemeindezentrum. Bau einer Wärmeleitung zum Rathaus und Anschluss des Gebäudes an das Wärmenetz,
- Beginnende Umstellung dezentraler Wärmeversorgungsanlagen auf erneuerbare Energien

Mit allen oben und in Kapitel 6.1 dargestellten Randbedingungen stellt sich die für 2030 prognostizierte Energiebilanz wie folgt dar:

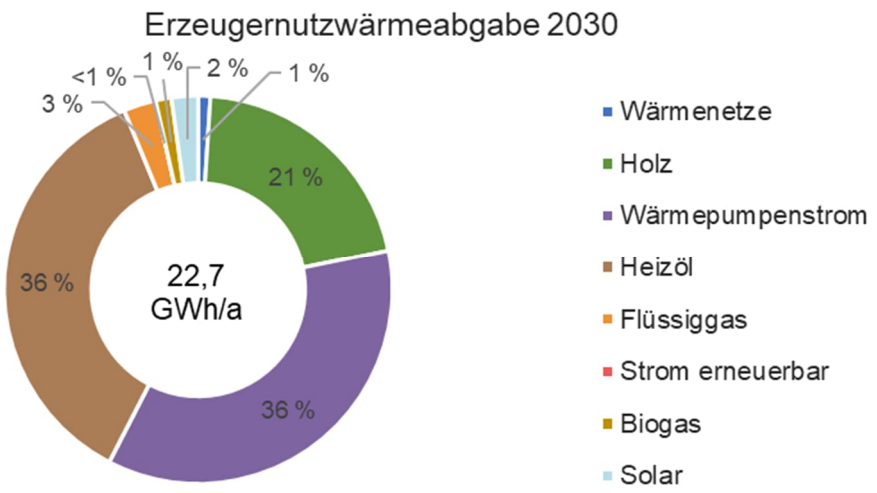


Abb. 37: Energieträgerverteilung für die Erzeugernutzwärme 2030

Zusammen mit den energieträgerabhängigen Verlusten für Erzeugung, Speicherung und ggf. Transport sowie dem Abzug der Umweltwärme aus den Wärmepumpenanteilen („WP-Strom“), ergibt sich die prognostizierte Bilanz für die Endenergie in 2030:

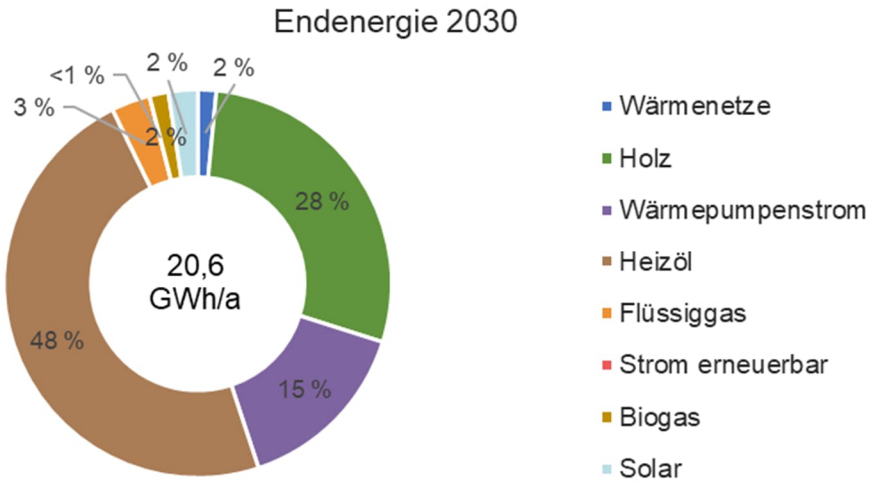


Abb. 38: Energieträgerverteilung für die Endenergie 2030

Bei Wärmepumpen wird bei der Endenergiebilanz nur der Stromanteil berücksichtigt. Die Umweltwärme wird nicht bilanziert. Dies reduziert den Bedarf. Wohingegen die Berücksichtigung der oben genannten Verluste den Bedarf steigen lässt. Insgesamt sinkt der Bedarf dadurch leicht ab.

Auf Basis der Endenergiebilanz kann die Treibhausgasbilanz zusammen mit den pro Energieträger festgelegten THG-Emissionsfaktoren für 2030 wie folgt dargestellt werden:

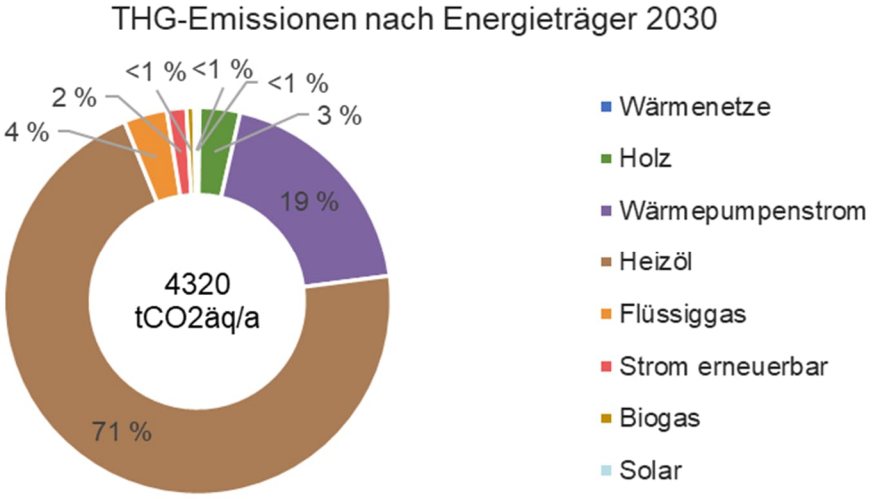


Abb. 39: Treibhausgasemissionen aus der Wärmenutzung 2030

6.6 Zielbild 2040

Für die Modellierung des Zielzustands der Wärmenutzung und -erzeugung im Jahr 2040 wurden in Ergänzung zu den für 2030 getroffenen Annahmen folgende Randbedingungen aufgestellt:

- Bedarfssenkung entsprechend der angenommenen Effizienzsteigerung im Bestand bis 2040
- Beginn der Untersuchung der Möglichkeit der Versorgung umliegender Gebäude über das Wärmenetz,
- Umstellung aller dezentral versorgter Gebäude auf erneuerbaren Energien auf Basis von Wärmepumpen, Holz und Solarenergie

Mit allen oben und in Kapitel 6.1 dargestellten Randbedingungen stellt sich die für 2040 prognostizierte Energiebilanz wie folgt dar:

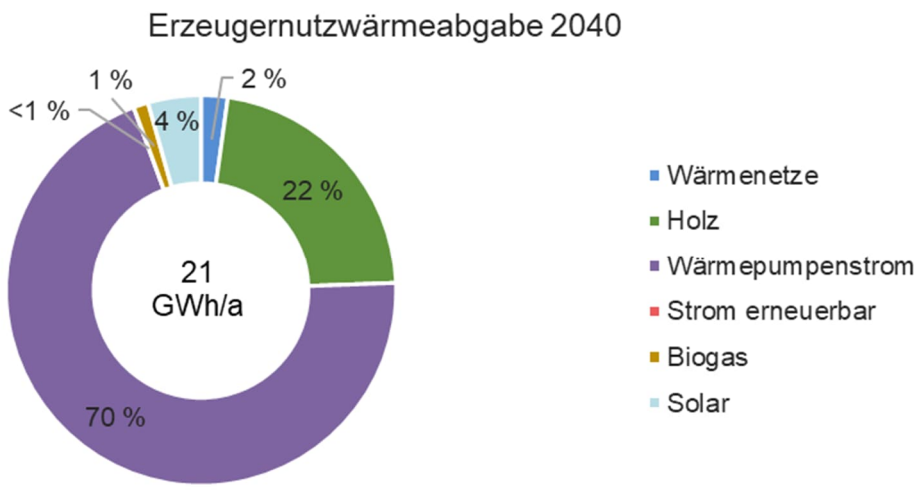


Abb. 40: Energieträgerverteilung für die Erzeugernutzwärme 2040

Zusammen mit den energieträgerabhängigen Verlusten für Erzeugung, Speicherung und ggf. Transport sowie dem Abzug der Umweltwärme aus den Wärmepumpenanteilen („WP-Strom“), ergibt sich die prognostizierte Bilanz für die Endenergie in 2040:

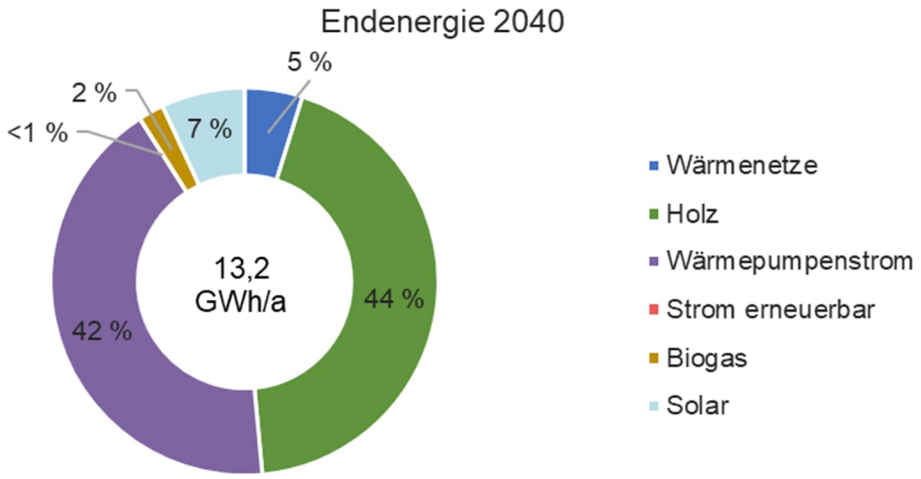


Abb. 41: Energieträgerverteilung für die Endenergie 2040

Auf Basis der Endenergiebilanz kann die Treibhausgasbilanz zusammen mit den pro Energieträger festgelegten THG-Emissionsfaktoren für 2040 wie folgt dargestellt werden:

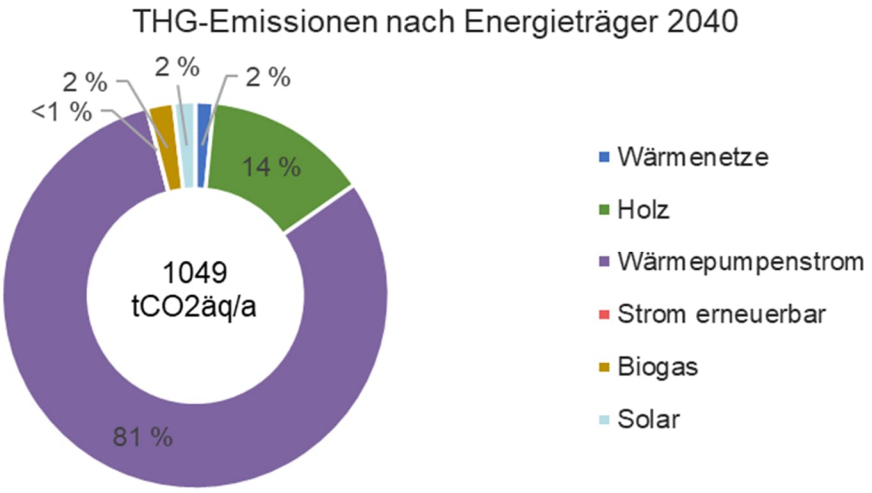


Abb. 42: Treibhausgasemissionen aus der Wärmenutzung 2040

6.7 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Richtung Klimaneutralität wird durch zwei wesentliche Bausteine erreicht:

1. Einsparung von Energie und effiziente Nutzung für den verbleibenden Bedarf
2. Umstellung auf 100 % erneuerbare Energiequellen

Zusätzlich zu den lokalen Maßnahmen hängt die Entwicklung der THG-Emissionen in großem Maße von externen Faktoren ab. Dazu gehört die Umstellung der bundesweiten Stromerzeugung auf erneuerbare Energien und die Möglichkeiten des Netzbetreibers genauso, wie die gesetzlichen Rahmenbedingungen und Förder-möglichkeiten.

Auch nach der Umstellung der Wärmeerzeugung und -nutzung mit den im Kommunalen Wärmeplan beschriebenen Maßnahmen verbleiben THG-Emissionen aus der Wärmeerzeugung. Diese sind wesentlich geringer als im Ist-Zustand, könnten jedoch nur noch durch geeignete Kompensationsmaßnahmen bilanziell auf null gebracht werden. Für diese Kompensationsmaßnahmen und die Möglichkeit der Anrechnung für die Gemeinde fehlen jedoch derzeit die übergeordneten rechtlichen Rahmenbedingungen.

Daraus ergibt sich eine **Reduktion der Treibhausgasemissionen von 40 % bis 2030 und 85 % bis 2040.**

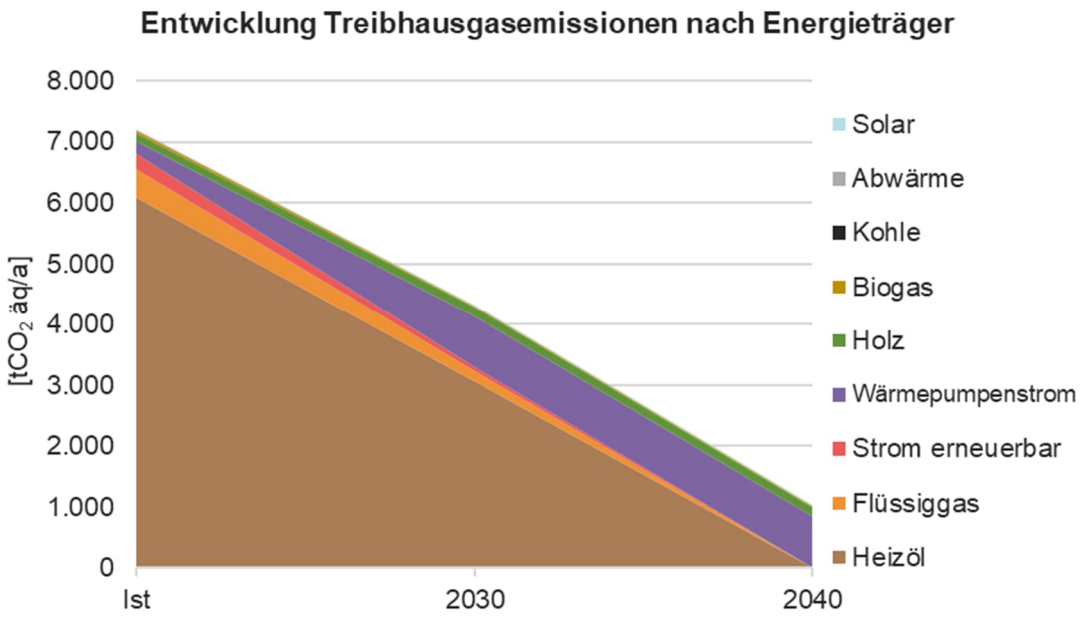


Abb. 43: prognostizierter Verlauf der THG-Emissionen bis 2040

7 Maßnahmenkatalog

Die Konzeption einer klimaneutralen Wärmeversorgung im Kontext der übergeordneten politischen Vorgabe zur Erreichung der Klimaneutralität im Jahr 2040 beruht auf drei strategischen Zielen:

1. Ehrgeizige Einsparungen und Steigerung der Effizienz in der Wärmenutzung
2. Umstellung der Wärmeerzeugungsanlagen auf erneuerbare Energiequellen
3. Aufbau, Verdichtung und Erweiterung von Wärmenetzen

Dazu wurden, gegliedert nach Handlungsfeldern, mit der Kommune und wesentlichen Akteuren Maßnahmen abgestimmt und priorisiert. Nach dem KlimaG BW sollen für die Kommune durch den Wärmeplan mindestens fünf kurzfristig zu beginnende Maßnahmen mit höherer Priorität benannt werden. Diese sind:

1. Initiierung und Begleitung von Prozessen zum Aufbau eines neuen Wärmenetzes und gegebenenfalls kleiner Wärmeverbünde
2. Themenbezogene Bürgerveranstaltungen zur Information der Bürgerinnen und Bürger über Ergebnisse des KWP und zur beratenden Begleitung bei der Umsetzung.
3. Initiierung und Begleitung von Beratungsangeboten / Informationsveranstaltungen für Besitzerinnen und Besitzer privater Wohngebäude zur Nutzung Solarenergie zur Wärme- und Stromerzeugung auch in Verbindung mit Speichern und Elektromobilität
4. Initiierung und Begleitung von Beratungsangeboten / Informationsveranstaltungen für Besitzerinnen und Besitzer privater Wohngebäude zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie, speziell in Eignungsgebieten effizienter Wärmepumpen ggfs. mit Vorstellung von best-practice-Beispielen aus der Bürgerschaft
5. Organisation und Moderation der Suche nach potenziellen Betreibern (Contractoren / Bürgerenergiegenossenschaften etc.) von kleineren Wärmeverbünden.

Die prioritären Maßnahmen werden im nachfolgenden Maßnahmenkatalog erläutert, nach ihrem jeweiligen Handlungsfeld sortiert und durch weitere Maßnahmen ergänzt.

7.1 Übergeordnete / administrative Maßnahmen

Maßnahmen höchster Priorität

Übergeordnet 1	**Initiierung und Begleitung von Prozessen zum Aufbau eines neuen Wärmenetzes oder kleinerer Verbünde**	
	Das Ziel ist die Initiierung und Begleitung / Moderation von Prozessen zum Aufbau eines neuen Wärmenetzes und ggfs. kleinerer Wärmeverbünde. Durch Information der potenziellen Anschlussnehmerinnen und Anschlussnehmer soll der Prozess frühzeitig integrativ organisiert und strukturiert werden, um den Hemmnissen bei dem Anschluss an ein Wärmenetz / eines Wärmeverbundes entgegenzuwirken und Befangenheiten zu verringern. Durch die frühzeitige und laufende Miteinbeziehung wird den Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern zudem Planungssicherheit für ihre Wärmeversorgung gegeben.	
	Akteure / Initiatoren:	• Kommunale Verwaltung • Betreiber / Contractoren neuer Wärmenetze • WEG und Hausverwaltungen sowie Einzel-Anschlussnehmer:innen • Ggfs. externe Berater
	Beginn / Zeitraum:	Ab sofort und fortlaufend
	Durchführung	• Vermittlung von Beratungsangeboten zu z. B. Rechtsfragen, technischer Planung oder wirtschaftlicher Realisierung • Administrative Unterstützung für die Anschlüsse oder Zusammenschlüsse mehrerer Gebäude • Proaktive Begleitung der Prozesse der weiteren Untersuchung und dem Aufbau der Wärmenetze / -verbünde

Weitere Maßnahmen

- Aufbau eines kommunales Klimaschutz- und Sanierungsmanagements
  - Hier sollen die Moderation und Information von Beratung, Förderung und Organisation vonseiten der Gemeinde zusammenlaufen.
  - Dabei sollen durch aktives Vorgehen und Sensibilisierung Hemmnisse verringert und Vorbehalte gegen ehrgeizige Sanierung, Wärmenetze, Freiflächenanlagen, Windparks etc. abgebaut werden.
  - Das Management sollte fest in der Gemeindeverwaltung verankert sein und mit einer klaren Aufgabenbeschreibung und Zuständigkeiten versehen sein.

- Die Aufgaben und Ziele dieses Klimaschutzmanagements sind die Realisierung von Maßnahmen der kom¬munalen Wärmeplanung und -transformation voranzutreiben, die Entwicklung des Wärmesektors einem Monitoring zu unterziehen und die kommunale Wärmeplanung strategisch und konzeptionell fortzuführen.

- Festlegung einer kommunalen Ansprechperson für die Umsetzung der Wärmeplanung.
  - Die zentrale Ansprechperson wird von Seiten der Kommune für die Begleitung der weiteren Planung und Umsetzung der Wärmeplanung tätig sein.
  - Bei ihr läuft die übergeordnete Organisation der Akteursbeteiligung sowie der Maßnahmenumsetzung zusammen.
  - Ziel der Festlegung einer zentralen Ansprechperson ist es, den Bürgerinnen und Bürgern eine niederschwellige Kontakt- und Beteiligungsmöglichkeit zu geben und sie dadurch zur Teilnahme am Prozess der Wärmeplanung zu motivieren.

7.2 Beteiligung Öffentlichkeit und Akteure

Maßnahmen höchster Priorität

Beteiligung 1	Themenbezogene Bürgerveranstaltung	
	Die Information der Bürgerinnen und Bürger über Ergebnisse des KWP und zur beratenden Begleitung bei der Umsetzung. Ziel ist es die Akteure, Interessensgruppen und die Bevölkerung frühzeitig und laufend in den Prozess der Wärmewende einzubeziehen. Durch aktives Vorgehen und Sensibilisierung sollen Hemmnisse verringert und Vorbehalte gegen ehrgeizige Sanierung, Wärmenetze, Windparks etc. abgebaut werden. Die Zielgruppe soll dabei über den Stand und die weiteren Schritte der Kommunalen Wärmeplanung informiert werden.	
	Akteure / Initiatoren:	• Kommunale Verwaltung • Klimaschutzmanagement • Ggfs. externe Berater (themenbezogen)
	Beginn / Zeitraum:	Ab sofort und fortlaufend
	Durchführung	• Organisation und Durchführung von Veranstaltungen zur Information der Bürgerinnen und Bürger • Ggfs. Hinzuziehung von externen Beratern wie z. B. der Klimaschutz- und Energieagentur des Landkreises

Weitere Maßnahmen

- Die mediale Präsenz der Aktivitäten der Gemeinde im Bereich Klimaschutz ausbauen, um die Öffentlichkeit zu informieren und einen barrierefreien Zugang zu Informationen zu ermöglichen.
    - Ziel ist es die Öffentlichkeit sowie weitere relevante Akteure laufend über den Stand und den Prozess der Wärmeplanung und im Allgemeinen der Energiewende in Seitingen-Oberflacht zu informieren.
- Vermittlung von Informationen zu technischen Konzepten und Förder-möglichkeiten, Infoveranstaltungen mit lokalem Handwerk und ggfs. der Klimaschutz- und Energieagentur des Landkreises

7.3 Energieeinsparung / Effizienzsteigerung in Gebäuden

Maßnahmen

- Initiierung und Begleitung von Beratungsangeboten für Besitzerinnen und Besitzer privater Wohngebäude zur Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude.
    - Hierbei ist das Ziel die Erhöhung der Sanierungsrate von derzeit unter 1 % auf 1,5 % durch Bedarfssenkung im Bestand der Wohngebäude.
    - Dies sollte auch und insbesondere geschehen, um die Gebäude in den unter-schiedlichen Eignungsgebieten auf die Versorgung durch Wärmepumpen oder Wärme¬netze / Wärmeverbünde vorzubereiten, falls nötig. Siehe auch Maßnahmen in Kap. 7.4.
    - Dies kann beispielsweise durch die Finanzierung der Gebäudechecks der Energieagentur geschehen.
- Vermittlung von Beratungen für den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie, Vermittlung von Informationen / Angeboten zur Abwärme-nutzung, Kraft-Wärme-Kopplung, Effizienzsteigerungen etc. Vor allem die Unternehmen, die im Fragebogen angegeben haben, Abwärme-potenziale zur Eigennutzung zu haben, sollten unterstützt werden diese Wärme nutzbar zu machen.

7.4 Transformation dezentrale Wärmeerzeugung

Maßnahmen höchster Priorität

Transformation 1	Initiierung und Begleitung von Infoveranstaltungen zu Solarenergie	
	Initiierung und Begleitung von Beratungsangeboten für Besitzerinnen und Besitzer privater Wohngebäude zur Nutzung von Solarenergie zur Wärme- und Stromerzeugung auch in Verbindung mit Speichern und Elektromobilität. Die Solarenergie ist eines der größten Potenziale, die in Seitingen-Oberflacht dezentral erschlossen werden können. Die Solarthermie kann speziell in Kombination mit Holz als Energieträger für die Wärmeversorgung von Gebäuden einen wichtigen Beitrag leisten. Die Photovoltaik kann speziell in Kombination mit Wärmepumpen jeder Art durch den Eigenstromanteil die Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit der Wärmepumpen erhöhen.	
	Akteure / Initiatoren:	• Kommunale Verwaltung • Klimaschutz- und Sanierungsmanagement • Klimaschutz- und Energieagentur des Landkreises • Ggfs. externe Berater
	Beginn / Zeitraum:	Ab sofort, zunächst bis zur nächsten KWP-Aktualisierung (2030)
	Durchführung	• Recherche von Beratungsangeboten z. B. der Klimaschutz- und Energieagentur des Landkreises • Ggfs. Hinzuziehung von externen Beratern • Organisation von Veranstaltungen oder Vermittlung von Beratungsangeboten zur Information der Bürgerinnen und Bürger

Transformation 2	Initiierung und Begleitung von Infoveranstaltungen zu Geothermie	
	Initiierung und Begleitung von Beratungsangeboten für Besitzerinnen und Besitzer privater Wohngebäude zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie. Trotz Bohrtiefenbegrenzung ist das Potenzial der Nutzung von Geothermie zur Wärmeerzeugung in Seitingen-Oberflacht groß. Speziell in Eignungsgebieten für effiziente Wärmepumpen sollte das Ziel sein, die Eigentümerinnen und Eigentümer bei der Überprüfung, Erschließung und Nutzung von oberflächennaher Geothermie zu unterstützen. Damit soll ein möglichst hoher Anteil an effizienten Wärmepumpen erreicht werden. Im Gemeindegebiet sind laut [ISONG] derzeit 12 Erdwärmesonden bekannt. Ggfs. sind dadurch best-practice-Beispiele aus der Bürgerschaft möglich, die als Vorbild für weitere Interessierte dienen können.	
	Akteure / Initiatoren:	• Kommunale Verwaltung • Klimaschutz- und Sanierungsmanagement • Klimaschutz- und Energieagentur des Landkreises • Ggfs. externe Berater
	Beginn / Zeitraum:	Ab sofort, zunächst bis zur nächsten KWP-Aktualisierung (2030)
	Durchführung	• Recherche von Beratungsangeboten z. B. der Klimaschutz- und Energieagentur des Landkreises • Ggfs. Hinzuziehung von externen Beratern • Organisation von Veranstaltungen oder Vermittlung von Beratungsangeboten zur Information der Bürgerinnen und Bürger

Weitere Maßnahmen

- Organisation und Begleitung von Informationsveranstaltungen zu „Wärme-pumpen-ready“ / „Niedertemperatur-ready“ durch (anteilige) energetische Gebäudesanierung zur Vorbereitung auf die Nutzung von effizienteren Wärmepumpensystemen.
    - Durch vorbereitende Maßnahmen müssen viele Gebäude auf die Versorgung mit einer Wärmepumpe oder einem Wärmeverbund mit niedriger Vorlauftemperatur vorbereitet werden.
    - Dafür sind teilweise Energieeinsparmaßnahmen nötig, um z. B. die Vorlauftemperatur der Heizung reduzieren zu können.
    - Alternativ, bzw. zusätzlich kann die Wärmeübertragungsfläche der Heizung erhöht werden, durch z. B. Einbau größerer Heizkörper, um die gleiche Wärmeabgabe in den Raum bei niedrigerer Vorlauftemperatur in der Heizung zu ermöglichen.
- Initiierung und Begleitung von Beratungsangeboten für Besitzerinnen und Besitzer privater Wohngebäude zur Transformation der dezentralen Heizsysteme. Beispielsweise durch Finanzierung / Bewerbung der Heizungschecks der Energieagentur.

7.5 Neubau von Wärmenetzen

Maßnahmen höchster Priorität

Wärmenetz 1	Organisation und Moderation der Suche nach Betreibern kl. Wärmeverbünde	
	Auch die Verbindung der Wärmeversorgung einzelner Gebäude oder einer kleineren Gruppe von Gebäuden kann wirtschaftlich sinnvoll sein und die Effizienz der Wärmeversorgung erhöhen. Ohne eigene Stadtwerke müssen für den Betrieb solcher potenzieller Wärmeverbünde externe Betreiber gefunden werden. Dazu kommen sowohl Bürgerenergiegenossenschaften als auch externer Contractoren in Frage.	
	Akteure / Initiatoren:	• Kommunale Verwaltung • Klimaschutz- und Sanierungsmanagement • Potenzielle Anschlussnehmer:innen, WEG, Hausverwaltungen
	Beginn / Zeitraum:	Kurzfristig und fortlaufend
	Durchführung	• Identifikation potenzieller Wärmeverbünde • Kontaktaufnahme mit den Gebäudeverantwortlichen • Aktive Moderation / Begleitung des Prozesses zum Aufbau von Wärmeverbünden • Vermittlung von Kontakten und Beratungsangeboten zu Rechtsfragen, technischer Planung und wirtschaftlicher Realisierbarkeit

Weitere Maßnahmen

- Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung ausgehend vom Gemeindezentrum und Anschluss der öffentlichen Gebäude inklusive Verlegung einer Wärmenetzleitung zum Rathaus. Studie und Planung erfolgte bereits während der Erstellung des Kommunalen Wärmeplans
- Initiierung und Begleitung von Machbarkeitsstudien neuer Netze nach BEW.
- Flächenfindung /-sicherung für Heizzentralen mit erneuerbaren Energien, speziell in Randgebieten der Gemeinde für Solarthermie, Photovoltaik mit Wärmepumpen und oberflächennahe Geothermie

8 Monitoring und Controlling

Ein wesentliches Instrument des Monitorings und Controllings für die Umsetzung der Maßnahmen der Kommunalen Wärmeplanung ist die regelmäßige Erstellung einer Energie- und Treibhausgasbilanz. An dieser sind die zusammengefassten Effekte der fortlaufenden Umsetzung ablesbar (Top-Down). Gleichzeitig können für liegenschafts- oder quartiersbezogene Maßnahmen genauere und spezifische Daten erhoben und Effekte lokal dokumentiert werden (Bottom-Up).

Für das kontinuierliche Monitoring der angestrebten Transformation der Wärmenutzung können voraussichtlich nicht die gleichen Datenquellen genutzt werden, die für die Erstellung der kommunalen Wärmplanung zur Verfügung standen. Zum einen fehlen dafür die gesetzlichen Grundlagen für die Datenerhebung, zum anderen wäre der Bearbeitungsaufwand beim derzeitigen Stand der Systematisierung in Baden-Württemberg unverhältnismäßig hoch. Im weiteren Verlauf der Wärmewende und den bereits eingeleiteten Prozessen auf Landesebene ist zu hoffen, dass sich diese Situation in den nächsten Jahren zu mehr Vereinheitlichung und leichterer Zugänglichkeit geeigneter Datenquellen verbessert.

Vorgehensweise für das Monitoring und Controlling:

Die Kommune kann, ggf. in Zusammenarbeit und mit Unterstützung externer Akteure, regelmäßig folgende aggregierte Daten auswerten:

- Liefermengen an Erdgas für Heizungen sowie Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen aus den Aufstellungen des Netzbetreibers die über das Portal für Kommunen zugänglich sind. Damit lassen sich sowohl die Anzahl der jeweiligen Abnehmer als auch die Verbräuche ermitteln und aggregiert auswerten.
- Bei Wärmenetzen kann die Entwicklung der Anschlusszahlen in den jeweiligen Gebieten ermittelt werden.
- Durchgeführte Beratungen zu Modernisierungen im Sektor der privaten Wohngebäude (insbesondere Sanierungsfahrpläne) und ggfs. daraus folgende Umsetzungen.

Zusätzlich können folgende öffentliche Datenquellen zur Ermittlung geeigneter Kennzahlen verwendet werden:

- Abfrage von stromerzeugenden Anlagen über das Marktstammdatenregister[2] (MaStR) der Bundesnetzagentur mit folgenden Angaben:
    - Jahr der Inbetriebnahme
    - Leistung
    - Art der Anlage (PV-Anlage, Stromspeicher, Blockheizkraftwerk etc.)

[2] MaStR (marktstammdatenregister.de)

- Pro Kehrbezirk aggregierte Statistiken zu Feuerstellen des Landesinnungsverbandes der Schornsteinfeger Baden-Württemberg (z. B. Anzahl von Feuerstätten mit Erdgas und Heizöl). Üblicherweise sind diese Daten dort persönlich abzufragen. Es besteht keine gesetzliche Grundlage oder ein formalisiertes Verfahren dafür. Wegen der Aggregation der Daten sollten jedoch keine datenschutzrechtlichen Bedenken bestehen, allerdings decken sich die Grenzen der Kehrbezirke nicht unbedingt mit den Gemeindegrenzen, sodass eine gewisse Unschärfe entsteht. Auf diesem Weg können jedoch trotzdem Einschätzungen zum Rückgang fossiler Feuerstätten gewonnen werden.

In der Umsetzung der Wärmeplanung ist das Monitoring und Controlling der Maßnahmen Teil eines PDCA-Cyklus (Planung-Durchführung-Controlling-Anpassung):

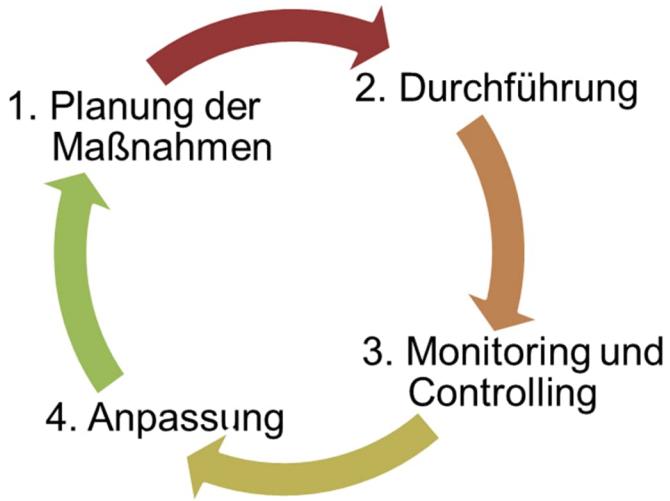


Abb. 44: PDCA-Zyklus der Umsetzung, „rollierende Planung"

Über die Kennzahlen oder auch die direkte Einschätzung durch Akteure und Betroffene sollen die Maßnahmen und Annahmen des KWP laufend angepasst werden.

In regelmäßigen Abständen soll der gesamte Wärmeplan aktualisiert bzw. fortgeschrieben werden (Kapitel 9).

9 Verstetigung und Fortschreibung

Ein wichtiger Aspekt für eine erfolgreiche Umsetzung des KWP ist die langfristige Vernetzung von Akteuren zur Koordination der laufenden Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung als gemeinsame strategische Planungsgrundlage. Dafür müssen geeignete Gremien, Verantwortlichkeiten und Beteiligungsformate entwickelt und abgestimmt werden.

Kleinere Kommunen ohne die notwendigen personellen Ressourcen, können die mit den vorgeschlagenen Maßnahmen verbundenen Prozesse in großen Teilen eher anstoßen, begleiten und moderieren als selbstständig aktiv tätig zu werden. Trotzdem müssen vorhandene Zuständigkeiten in Sachen Klimaschutz ggf. so weit gestärkt werden, um für die Bürgerschaft sowie Industrie- und Gewerbetreibende eine beständige lokale Anlaufstelle für Anregungen und Fragen zur Energie- und Wärmewende anbieten zu können. Darüber hinaus stehen externe Angebote und Dienstleistungen, z. B. der Klimaschutz- und Energieagentur des Landkreises, zur Verfügung, die für die Kommune genutzt werden sollten.

Die zur Betreuung und Verstetigung der Wärmewende in den einzelnen Kommunen notwendigen Kapazitäten können ggf. auch interkommunal organisiert und gebündelt werden.

Die laufende Anpassung der Maßnahmen und deren Umsetzung ergibt sich aus dem Monitoring und Controlling (vgl. Kapitel 8). Für die Fortschreibung des Wärmeplans nach den Fristen des KlimaG BW bzw. WPG ab 2028 bzw. 2030 kann durch die Kommunen vor allem die Zugänglichkeit von eigenen Datengrundlagen verbessert werden. Insgesamt sind jedoch die bis dahin vorliegenden Rahmenbedingungen, Gesetzes- und Datengrundlagen abzuwarten. Das WPG sieht für die Fortschreibung eine Vorab-Prüfung vor, die Maßnahmen oder Gebietsfestlegungen ohne Notwendigkeit einer Aktualisierung erkennen und ausschließen soll. Ohne ein eigenes GIS, gerade in den kleineren Kommunen, in das die Kommunale Wärmeplanung in geeigneter Weise integriert worden wäre, ist eine Fortschreibung ohne Neuerstellung aus heutiger Sicht unwahrscheinlich. Bis dahin könnten jedoch überregionale GIS-Plattformen, z. B. auf Landkreis- oder sogar Landesebene, eine leichtere Zugänglichkeit von Datengrundlagen und Auswertungen bieten, die auch eine Fortschreibung erleichtern würden.

10 Literatur- und Quellenverzeichnis

[BMWI-09/2019] Geothermie-Forschung: Oben Acker, unten Kollektor; Doppelacker GmbH im Auftrag des BmWi, Energiewende direkt Ausgabe 09/2019, abgerufen am 25.05.2023 auf https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2019/09/Meldung/news2.html

[Hausl 2018] Stephan Philipp Hausl. Auswirkungen des Klimawandels auf regionale Energiesysteme. Modellierung und Optimierung regionaler Energiesysteme unter Berücksichtigung klimatischer und räumlicher Aspekte. Dissertation TU München 2018.

[ISONG] Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG). Online-Kartenmaterial des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LRGB). https://isong.lgrb-bw.de/ abgerufen am 04.01.2022

[KEA EWS 2022] Landesweite Ermittlung des Erdwärmesonden-Potenzials für die kommunale Wärmeplanung in Baden-Württemberg, 12/2022; KEA-BW, Universität Groningen, Hochschule Biberach

[KEA TK 2022] Kommunale Wärmeplanung, Einführung in den Technik-katalog und Tabellen; KEA BW, Version 1.0, Stuttgart 3/2022: https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Waermewende/Wissensportal/Kommunale-Waermeplanung-Einfuehrung-in-den-Technikkatalog-Version-1-barrierefrei.pdf (abgerufen 3/2023)

[KlimaG BW 2023] Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg. Landtag von Baden-Württemberg. Drucksache 17/4015. Februar 2023

[KWP LF 2020] Handlungsleitfaden Kommunale Wärmeplanung; Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Stuttgart 12/2020: https://um.baden-wuerttemberg.de/de/presse-service/publikation/did/handlungsleitfaden-kommunale-waermeplanung (abgerufen 3/2023)

[LUBW DF 2022] Solarpotenzial auf Dachflächen; LUBW: https://www.energie-atlas-bw.de/sonne/dachflachen/solarpotenzial-auf-dachflachen (abgerufen 2/2022)

[LUBW FF Solar] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg – Kartendienst; Freiflächen mit solarer Eignung

[LUBW WA 2019] Windatlas Baden-Württemberg; LUBW: https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/erneuerbare-energien/karten (abgerufen 04/2023)

[MaStr 2024] Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur mit dort registrierten stromerzeugenden Anlagen und Stromspeichern, abgerufen 05/2024

[terranets BW] Umstellungspfade zur Netztransformation von Terranets BW GmbH, abgerufen 05/2024 auf https://www.terranets-bw.de/unsere-netze/wasserstoff

[VDI 3807-2] Energieverbrauchswerte für Gebäude. Blatt 2. Heizenergie- und Stromverbrauchskennwerte. Hrsg. Verein deutscher Ingenieure Berlin: Beuth, 2014-11.

11 ANHANG

11.1 Bezeichnungen für Energie und Wärme

Im Rahmen des KWP werden folgende Begriffe für Energie und Wärme verwendet:

Primärenergie: Energieform, die noch keinem Umwandlungs- oder Transformationsprozess unterzogen wurde (Erdgas, Erdöl, Kohle, Uran, Solarstrahlung, Wind…)

Endenergie: Energie, die an das Gebäude übergeben und i. d. R. über Zähler oder Messeinrichtungen abgerechnet wird (Erdgas, Heizöl, Holzpellets, Fernwärme, Strom…)

Erzeugernutzwärme: Wärme, die nach dem Wärmeerzeuger oder der Übergabestation im Gebäude nutzbar ist. Der Quotient aus Erzeugernutzwärme und Endenergie entspricht dem Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers.

Nutzwärme: Wärme, die für einen Nutzen aufgewendet wird, z. B. für die Raumheizung, warmes Wasser oder für Prozesse. Die Differenz zwischen Erzeugernutzwärme und Nutzwärme entspricht den Wärmeverlusten für Speicherung und Verteilung.

In Abb. 45 sind die Bilanzgrenzen und die Bezeichnungen im Energiefluss von der Primärenergie bis zur Nutzwärme im Gebäude dargestellt.

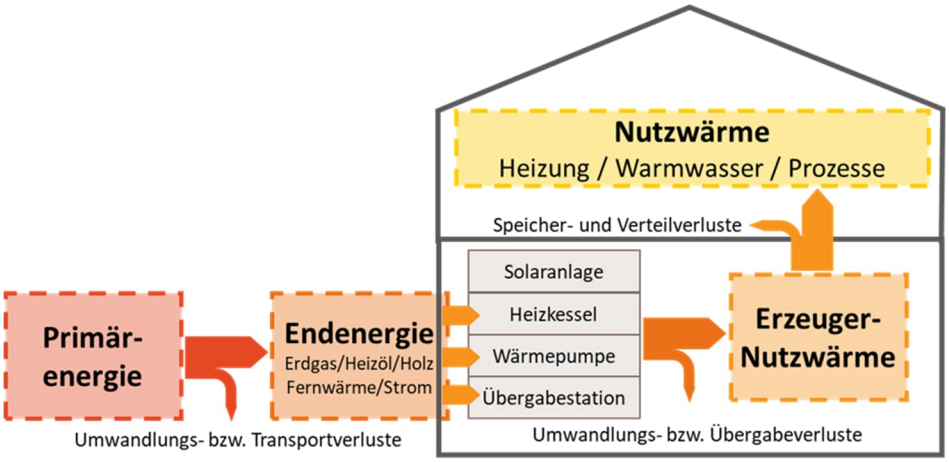


Abb. 45: Bilanzgrenzen und Bezeichnungen im Energiefluss bis zur Nutzwärme im Gebäude

Bei Wärme wird zusätzlich zwischen Verbrauchs- und Bedarfswerten unterschieden.

Verbrauchswerte sind Energiemengen, die über einen definierten Zeitraum gemessen und gegebenenfalls einer Witterungskorrektur unterzogen wurden.

Bedarfswerte sind Energiemengen, die z. B. anhand von Kennwerten oder mit einem bestimmten Berechnungsverfahren berechnet werden.

11.2 Anhang Karten

a. Übersicht Baublöcke und Gebäude in Seitingen-Oberflacht, ALKIS-Daten-Stand 2021
b. Energieträgermix – Energieträgerverteilung nach Deckungsanteil pro Baublock
c. Blockweise Wärme absolut Gesamt – absoluter Wärmebedarf (Erzeugernutzwärmeabgabe) nach Baublock
d. Blockweiser Gesamtwärmebedarf spezifisch – spezifischer Wärmebedarf (Erzeugernutzwärmeabgabe) nach Baublock
e. Blockweise Wärmedichte absolut Gesamt – Wärmedichte des Gesamtwärmebedarfs (Erzeugernutzwärmeabgabe) bezogen auf die Baublockfläche
f. Wärmedichtelinien – Wärmedichte bezogen auf die Länge des anliegenden Straßenstücks
g. Solares Wärmeerzeugungspotenzial – Potenziell durch Solaranlagen lieferbare Wärmemenge pro Baublock
h. Eignungsgebiete KWP Seitingen-Oberflacht

11.3 THG-Faktoren nach KEA-Technikkatalog