



KONSTANZ | KLIMASCHUTZ

# KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG STADT KONSTANZ (ENERGIENUTZUNGSPLAN 2023)

*nach § 27 Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg,  
aufbauend auf dem Energienutzungsplan 2018 und  
der Klimaschutzstrategie 2021*

## Übersicht Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner

Der Energienutzungsplan Konstanz wurde von Juli 2022 bis November 2023 aktualisiert von:



**Tilia GmbH**  
Inselstraße 31  
04103 Leipzig

Ansprechpartnerin:  
Nelly Lehr  
Mail: nelly.lehr@tilia.info

Im Auftrag und unter Mitwirkung von:



**Stadt Konstanz**  
Amt für Klimaschutz  
Untere Laube 24  
78462 Konstanz

Ansprechpartner:  
Lorenz Heublein  
Mail: lorenz.heublein@konstanz.de

Weitere mitwirkende Unternehmen:



**Stadtwerke Konstanz GmbH**  
Max-Stromeyer-Straße 21 - 29  
78467 Konstanz

Ansprechpartner:  
Niklas Reichert  
Mail: n.reichert@stadtwerke-konstanz.de



**Smart Geomatics Informationssysteme GmbH**  
Ebertstraße 8  
76137 Karlsruhe

Ansprechpartner:  
Thomas Beck  
Mail: thomas.beck@smartgeomatics.de

Die vorliegende Version baut auf dem Energienutzungsplan Konstanz 2018 auf. In Bereichen ohne signifikante Veränderung erfolgt ein Verweis auf das Originaldokument.

Veröffentlichungsdatum: Januar 2024

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	3
Abbildungsverzeichnis .....	4
Tabellenverzeichnis .....	5
Begriffs- und Abkürzungsverzeichnis .....	6
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Bestandsanalyse .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Wärmeverbrauch und Wärmeerzeugung .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Stromverbrauch und Stromerzeugung.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz.....</b>	<b>18</b>
<b>3. Potenzialanalyse .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Nutzung von Abwärme.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Solarpotenzial Freiflächen.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.1 Vorgehensweise Erarbeitung Solar-Freiflächenpotenzialanalyse.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.3 Vorläufige Einordnung der Ergebnisse.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 Übersicht über weitere Potenziale .....</b>	<b>24</b>
<b>4. Szenarienanalyse .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 Szenarien für die Entwicklung des Wärmebedarfs.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 Szenario für eine Entwicklung zur klimaneutralen Wärmeerzeugung .....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.1 Definition von Eignungsgebieten für Wärmenetze .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.2 Ergebnisse des Szenarios für Gebiete mit zentraler Wärmeversorgung .....</b>	<b>31</b>
<b>4.2.3 Ergebnisse des Szenarios für Gebiete mit dezentraler Wärmeversorgung .....</b>	<b>33</b>
<b>4.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse des Klima-Plus-Szenarios im Bereich Wärme .....</b>	<b>37</b>
<b>4.3 Szenarien für die Entwicklung des Strombedarfs.....</b>	<b>39</b>
<b>4.4 Szenarien für eine Entwicklung zur klimaneutralen Stromerzeugung.....</b>	<b>41</b>
<b>4.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Klima-Plus Szenario .....</b>	<b>42</b>
<b>4.6 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für 2030 und 2040.....</b>	<b>43</b>
<b>5. Maßnahmenkatalog .....</b>	<b>45</b>
<b>5.1 Kurzfristige Maßnahmen .....</b>	<b>47</b>
<b>5.2 Mittelfristige Maßnahmen .....</b>	<b>55</b>
<b>Fazit .....</b>	<b>58</b>
<b>Anhang 1 .....</b>	<b>59</b>
<b>Wärmedichten Konstanz - Gesamtstadt.....</b>	<b>59</b>
<b>Absoluter Wärmebedarf Konstanz - Gesamtstadt .....</b>	<b>60</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>61</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Erdgasverbräuche im Stadtgebiet Konstanz 2018 – 2021 .....	9
Abbildung 2: Absoluter Wärmebedarf auf Baublockebene .....	11
Abbildung 3: Wärmedichte im Stadtgebiet Konstanz .....	12
Abbildung 4: Wärmeerzeugung nach Energieträgern in Konstanz .....	13
Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Energieträger im Stadtgebiet Konstanz .....	14
Abbildung 6: Anteil der verschiedenen Energieträger im Gebäudebestand gemäß Schornsteinfegerdaten .....	15
Abbildung 7: Übersicht Baujahr Wärmeerzeugungsanlagen .....	16
Abbildung 8: Stromverbrauch im Stadtgebiet Konstanz 2018 – 2021 .....	16
Abbildung 9: Stromerzeugung Stadtgebiet Konstanz 2021 nach Energieträgern.....	17
Abbildung 10: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Stadtgebiet Konstanz 2015 - 2021 (witterungsbereinigt) .....	19
Abbildung 11: Freiflächen-Solarpotenziale mit Stand Oktober 2023 – eine Ergänzung um weitere Flächen ist vorgesehen.....	23
Abbildung 12: Entwicklung des Wärmebedarfs in Abhängigkeit der Sanierungsrate (SR) – Prognose für 2030, 2035 und 2040.....	27
Abbildung 13: Prioritätsgebiete der Wärmenetzplanung Kernstadt Konstanz (2022) – von grün (hohe Priorität) nach rot (keine Priorität).....	29
Abbildung 14: Prioritätsgebiete der Wärmenutzung Vororte Konstanz (2022) - rot = keine Priorität.	29
Abbildung 15: Übersicht über prioritäre Gebiete und Erzeugungstechnologien gemäß Wärmenetzplanung (2022) .....	30
Abbildung 16: aktuelle Wärmenetz-Prioritätsgebiete der Stadtwerke Konstanz (2023).....	31
Abbildung 17: Entwicklung des Energieträgereinsatzes Wärmenetze (Prognose bis 2040).....	33
Abbildung 18: Stadtgebiete, die im Szenario dezentral versorgt werden (Stand 2023, Ansicht: Google Earth).....	35
Abbildung 19: Entwicklung des Energieträgereinsatzes: dezentrale Erzeugung – „Klima-Plus-Szenario“ bis 2040 .....	36
Abbildung 20: Entwicklung des Energieträgereinsatzes Wärme – „Klima-Plus-Szenario“ bis 2040 .....	37
Abbildung 21: Energieträgereinsatz und Treibhausgasemissionen des Wärmesektors im "Klima-Plus- Szenario" bis 2040 .....	38
Abbildung 22: Entwicklung Strombedarf Konstanz bis 2040 .....	40
Abbildung 23: Prognostizierter Stromverbrauch/-erzeugung Szenario Klimaschutz Plus bis 2040.....	42
Abbildung 24: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im „Klima-Plus-Szenario“ bis 2040 .....	43

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verteilung des Wärmebedarfs nach Sektoren 2021.....	10
Tabelle 2: Verteilung Brennstoffe nach Endenergiebedarf 2021.....	13
Tabelle 3: Stromverbrauch Stadt Konstanz 2021 nach Sektoren.....	17
Tabelle 4: Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz, Stadt Konstanz 2021 (nicht witterungsbereinigt).....	18
Tabelle 5: Beispiele von Abwärmepotenzial der örtlichen Industrie und Gewerbe (2021).....	20
Tabelle 6: Übersicht über Potenziale des Energienutzungsplans 2018.....	24
Tabelle 7: Übersicht Annahmen zentral versorgte Gebiete (Stand 2022) .....	32
Tabelle 8: Rahmenbedingungen, Vorteile und Nachteile von dezentralen Wärmeerzeugungstechnologien (Stand 2023).....	34
Tabelle 9: Annahmen für die Entwicklung des Strombedarfs (Grundlage Prognos et al, 2021).....	39
Tabelle 10: Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz 2030 und 2040.....	44

## Begriffs- und Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
BICO2BW	CO <sub>2</sub> -Bilanzierungstool für Städte und Gemeinden in Baden-Württemberg
BHKW	Blockheizkraftwerk
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
KVA	Kehrrichtverbrennungsanlage (in dem Fall Kehrrichtverbrennungsanlage Thurgau)
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien
FFÖ-VO	Freiflächenöffnungsverordnung
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssystem
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunden
ha	Hektar
ifeu	Institut für Umwelt- und Energieforschung
KEA BW	Klimaschutz und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
kW <sub>p</sub>	Kilowatt peak – Bezeichnung für die elektrische Leistung von Solarzellen
m	Meter
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
PV	Photovoltaik
t	Tonnen

## 1. Einleitung

Die Bekämpfung des Klimawandels und die damit verbundene Transformation der Energiesysteme ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. Die Erreichung des Ziels der Klimaneutralität erfordert Umstellungen auf allen Ebenen und die entsprechenden gesellschaftlichen, technischen und politischen Maßnahmen. Gleichzeitig bedeutet das Erreichen weitgehender Klimaneutralität auch, dass die Summen, die wir bislang jährlich für unsere Versorgung mit Öl und Erdgas ausgeben, reduziert werden und die lokale Wertschöpfung durch eine möglichst umfängliche Nutzung erneuerbarer Energien deutlich gesteigert werden kann.

Die Stadt Konstanz zählt bezüglich ihrer Zielsetzungen zu den überdurchschnittlich ambitionierten deutschen Städten. So entschied der Gemeinderat im März 2021, dass das so genannte Klima-Plus-Szenario aus der Klimaschutzstrategie der Stadt Konstanz realisiert werden soll. Dieses beinhaltet unter anderem, dass die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2035 gegenüber 2018 um mindestens 91 % sinken sollen, um einen fairen Beitrag zum Pariser Klima-Abkommen (deutlich unter 2 Grad menschengemachte Erderwärmung) zu leisten. Bis zum Jahr 2040 wird darauf aufbauend und gemäß Zielsetzungen des Landes Baden-Württemberg (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2023) das Ziel der Klimaneutralität angestrebt. Die Konstanzer Klimaschutzstrategie baut auf einer Reihe von vorhergehenden Konzepten, wie zum Beispiel dem Integrierten Klimaschutzkonzept (2016) oder dem Energienutzungsplan (2018) auf.

Im Oktober 2020 hat das Land Baden-Württemberg mit einer Novelle des KlimaG BW alle kreisfreien Städte und großen Kreisstädte in Baden-Württemberg verpflichtet, eine kommunale Wärmeplanung zu erstellen. Der Konstanzer Energienutzungsplan diente hierfür im Vorfeld als Blaupause. Die bereitgestellten Landeszuwendungen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurden nun genutzt, um den „Energienutzungsplan 2023“ mit aktualisierter Datengrundlage und unter Berücksichtigung zusätzlicher Landesvorgaben zu erstellen. Gegenüber der vorherigen Version des Energienutzungsplans wurden, in Kompatibilität mit der Klimaschutzstrategie, folgende Aktualisierungen vorgenommen:

- Der Zeithorizont der Prognosen wurde entsprechend der Anforderungen des Landesklimateilgesetzes auf 2040 verkürzt und die Meilensteine 2030, 2035 und 2040 in die Szenarien integriert.
- Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz wurde auf das Bezugsjahr 2021 aktualisiert.
- Aufgrund der in der Zwischenzeit vom Land geschaffenen Ermächtigungsgrundlage zur Datenlieferung konnte erstmals auf gebäudescharfe Schornsteinfegerdaten zurückgegriffen werden. Daraus konnten exaktere Aussagen zu nicht-leitungsgebundenen Energieträgern getroffen werden, als dies im Energienutzungsplan 2018 der Fall war.
- Die kartographischen Darstellungen wurden entsprechend der Datenlieferungen überarbeitet und aktualisiert (separater Auftrag).
- Parallel zur Aktualisierung des Energienutzungsplans haben die Stadtwerke Konstanz eine strategische Wärmenetzplanung erstellt. Diese wurde als Grundlage für das in Abschnitt 4 vorgestellte Szenario zur zukünftigen Wärmeherzeugung berücksichtigt.
- Erstmals in einem Konzept für die Energieversorgung der Stadt Konstanz wurden auch detaillierter die Freiflächen für Solarenergie betrachtet (siehe Abschnitt 3.2). Eine entsprechende

„Freiflächen-Solarpotenzialanalyse“ wurde dazu durch das Amt für Stadtplanung und Umwelt beauftragt. Der Energienutzungsplan 2023 gibt einen ersten Einblick in die Untersuchungen, die ausführliche Potenzialuntersuchung wird voraussichtlich im ersten Halbjahr 2024 veröffentlicht.

Punkte, die gegenüber dem Energienutzungsplan 2018 und der Klimaschutzstrategie 2021 keine Neuerung darstellen, werden überblicksartig und mit Verweis auf die bestehenden Konzepte dargestellt (z. B. Abschnitt 3.3.). Wie in den Leitlinien der kommunalen Wärmeplanung vorgegeben, besteht das Konzept aus den Bausteinen Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Szenarienanalyse und Maßnahmenkatalog. Die Kapitel bauen aufeinander auf, bilden aber für sich abgeschlossene Themengebiete.

## 2. Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse der vorhergehenden Konzepte im Bereich Strom und Wärme wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung auf das Jahr 2021 aktualisiert. Die Grundlage für die Aktualisierung waren aktuelle Verbrauchs- und Erzeugungsdaten der Stadtwerke Konstanz (2021) sowie die Daten zu den Wärmeerzeugungsanlagen von den Schornsteinfegern der jeweiligen Konstanzer Kehrbezirke (2021).

Parallel zur einmaligen Bilanzierung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erhebt die Stadtverwaltung Konstanz jährlich die Treibhausgasemissionen mit Hilfe des Bilanzierungstools der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, BICO2BW. Die vorliegenden Ergebnisse wurden entsprechend mit den Ergebnissen aus der Bilanzierungssoftware plausibilisiert.

### 2.1 Wärmeverbrauch und Wärmeerzeugung

Der größte Anteil des Wärmeverbrauchs in Konstanz wird durch erdgasbetriebene Anlagen gedeckt. Dementsprechend war der gebäudescharfe Erdgasverbrauch für das Jahr 2021, der von den Stadtwerken Konstanz zur Verfügung gestellt wurde, eine wesentliche Grundlage für die Ermittlung des Wärmeverbrauchs.

Der Erdgasverbrauch im Stadtgebiet Konstanz betrug im Jahr 2021 ca. 681 GWh. Bei dieser Angabe handelt es sich um den Brennwert des Energieträgers. Dies bedeutet, dass auch die Wärme des Abgases, das nach der Verbrennung entsteht, mit einbezogen wird. Der Heizwert wiederum beschreibt nur die Heizwärme, die direkt erzeugt wird und ist dementsprechend niedriger. 681 GWh Erdgasverbrauch bedeuten umgerechnet in den Heizwert 520 GWh.

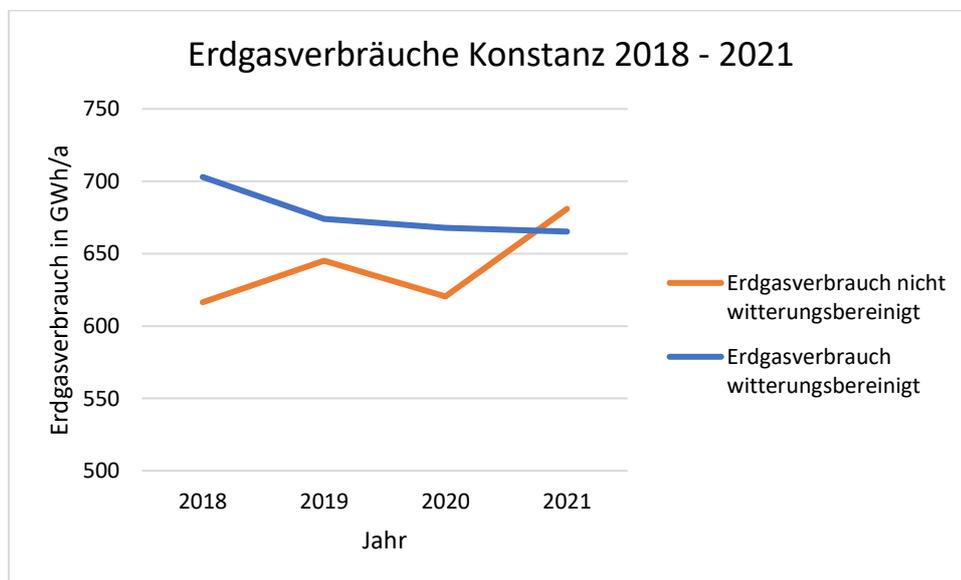


Abbildung 1: Erdgasverbräuche im Stadtgebiet Konstanz 2018 – 2021  
(eigene Darstellung, Daten Stadtwerke Konstanz)

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung des Erdgasverbrauchs im Stadtgebiet Konstanz, einmal witterungsbereinigt und einmal ohne Witterungsbereinigung. Aus der Abbildung wird deutlich, dass der absolute Erdgasverbrauch ohne Witterungsbereinigung stark schwankt und in den Jahren 2018 bis 2021 zunahm (z. B. Zunahme um 9 % von 2020 zu 2021), während der witterungsbereinigte Erdgasverbrauch insgesamt über die letzten Jahre leicht abgenommen hat. Wird diese leichte Abnahme des

Erdgasverbrauchs für die Zukunft interpoliert, so ist diese jedoch bei Weitem nicht ausreichend, um die Klimaschutzziele der Stadt Konstanz zu erreichen (ifeu, 2021).

Weiterhin wurden von den Schornsteinfegern der Konstanzer Kehrbezirke die Daten zu Brennstoff und Nennwärmeleistung der Wärmeerzeugungsanlagen im Stadtgebiet Konstanz aus dem Jahr 2021 zur Verfügung gestellt. Anhand der Schornsteinfegerdaten zu den Wärmeerzeugungsanlagen und den Laserscandaten der Gebäude, konnte mithilfe der Standardwerte der TABULA-Typologie (Institut für Wohnen und Umwelt, 2023) der Wärmebedarf an nicht-leitungsgebundenen Energieträgern ermittelt werden. Nach der vorgestellten Berechnungsmethodik beträgt der Endenergiebedarf im Bereich Wärme in Konstanz insgesamt 919 GWh/a.

In einem ersten Schritt der Bestandsanalyse wurden die ermittelten Wärmebedarfe auf die einzelnen Sektoren aufgeteilt. Tabelle 1 zeigt die Aufteilung nach Sektoren mit dem jeweiligen Anteil und dem entsprechendem Endenergiebedarf.

*Tabelle 1: Verteilung des Wärmebedarfs nach Sektoren 2021*

<b>Sektoren</b>	<b>Anteil</b>	<b>Endenergie 2021</b>
<b>Einheit</b>	[%]	[GWh/a]
<b>Wohnen</b>	73 %	675
<b>GHD</b>	13 %	118
<b>Verarbeitendes Gewerbe / Industrie</b>	1 %	10
<b>Kommunale und öffentli- che Gebäude</b>	13 %	114
<b>Sonstiges</b>	0 %	2
<b>Gesamt</b>	100 %	919

Die räumliche Verteilung des absoluten Wärmebedarfs ist in Abbildung 2 dargestellt. Hierbei wird deutlich, dass der absolute Wärmebedarf pro Baublock am Klinikum (Petershausen Ost) am größten ist. Aufgrund der unterschiedlichen Zuschnitte der Baublöcke ist eine direkte Vergleichbarkeit allerdings eingeschränkt.

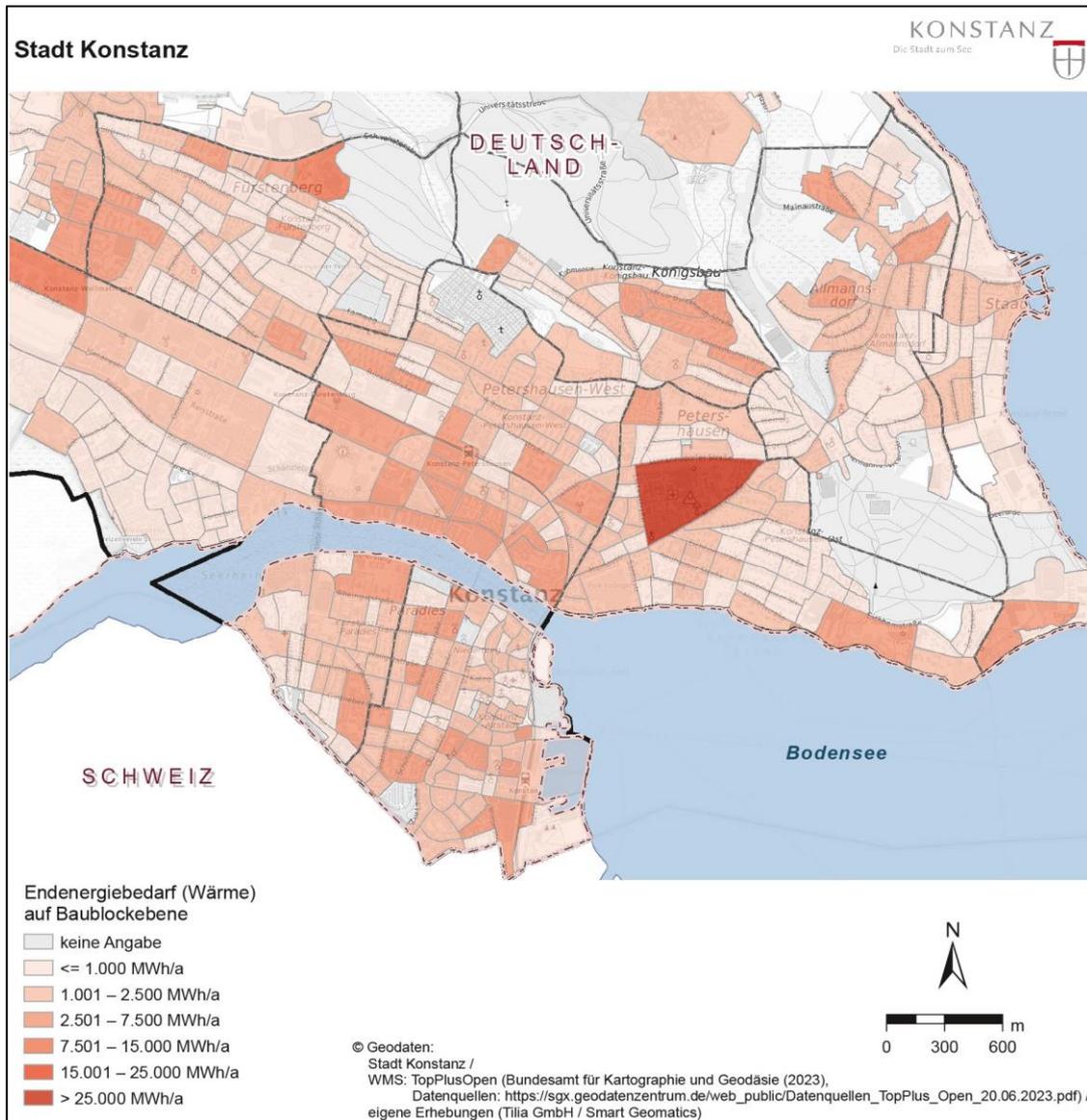


Abbildung 2: Absoluter Wärmebedarf auf Baublockebene  
 (Eigene Darstellung, Datenquellen siehe Rand unten, Datengrundlage: 2021)

Um die Wärmebedarfe vergleichbar zu machen, wurde die Wärmedichte berechnet. Das bedeutet, dass die absoluten Wärmebedarfe pro Meter Straßenabschnitt ermittelt wurden. Hier ist eine hohe Wärmedichte im Industriegebiet und in Petershausen zu erkennen, sowie zusätzlich in der Konstanzer Altstadt und im Stadtteil Paradies. Eine Karte über das gesamte Stadtgebiet kann im Anhang gefunden werden.

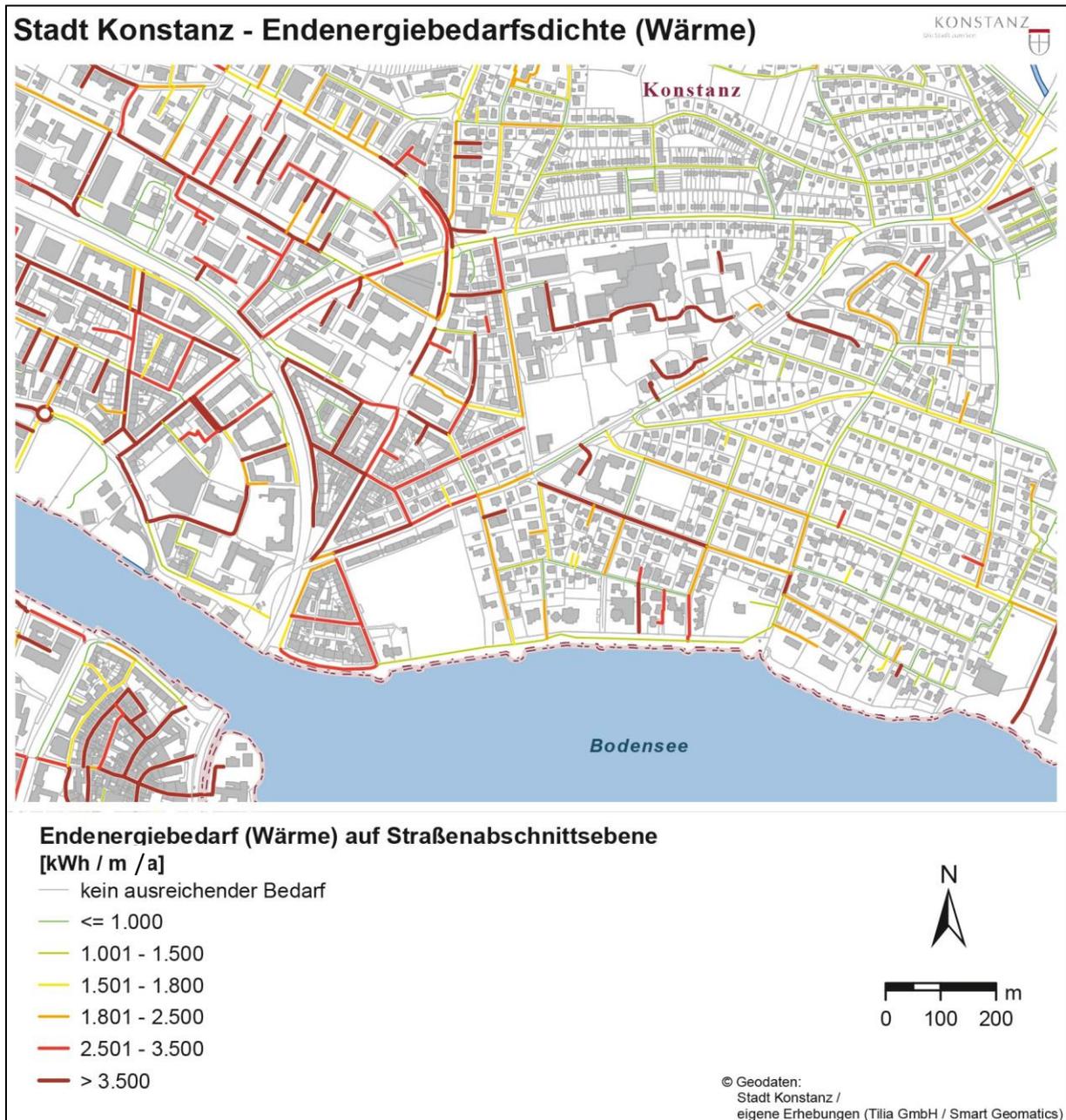


Abbildung 3: Wärmedichte im Stadtgebiet Konstanz  
(Eigene Darstellung, Datenquellen siehe Rand unten; Datengrundlage: 2021)

In Abbildung 4 ist dargestellt, welchen Anteil die verschiedenen Energieträger bei der Deckung des Wärmebedarfs im Stadtgebiet Konstanz einnehmen. Dabei wird deutlich, dass Erdgas mit 74 % den höchsten Anteil hat, gefolgt von Heizöl mit 20 %. Gebäude, bei denen der Energieträger nicht bekannt war, wurden anteilig anhand der bekannten Energieträger und Verbrauchsmengen abgeschätzt.

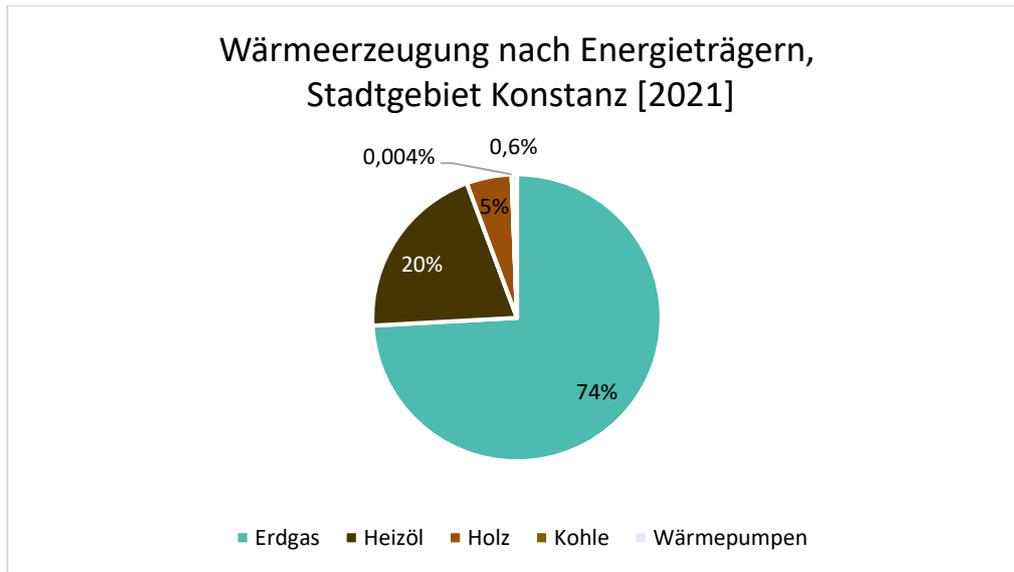


Abbildung 4: Wärmeerzeugung nach Energieträgern in Konstanz  
(Eigene Darstellung, Eigene Erhebungen von Stadt Konstanz, Tilia GmbH und Smart Geomatics)

Aus Abbildung 4 geht hervor, dass etwa drei Viertel der Wärme über Erdgas erzeugt wird, ein Fünftel über Heizöl. Biomasse in Form von Holz (z. B. Pelletanlagen) deckt etwa 6 % des Wärmebedarfs. Regenerative Wärme durch den Einsatz von Wärmepumpen spielt noch eine untergeordnete Rolle. Bei den Wärmepumpen ist zu beachten, dass hier nur die Wärmepumpen erfasst werden konnten, die über einen gesonderten Wärmepumpentarif mit Strom versorgt werden. Es ist davon auszugehen, dass der tatsächliche Anteil von Wärmepumpen etwas höher liegt.

Seit der Erfassung des Energieverbrauchs im Energienutzungsplan 2018 (Datenbasis damals aus 2016/2017) hat sich das Gesamtbild der Wärmeerzeugung damit abgesehen von einem leichten Rückgang beim Heizöl und einem ebenso leichten Zuwachs beim Erdgas nicht grundlegend geändert. **Aus Klimaschutzgesichtspunkten ist dies ein eindeutiges Zeichen für klarere ordnungsrechtliche Vorgaben zum Heizungsaustausch, wie sie im Rahmen des novellierten Gebäudeenergiegesetzes in Verbindung mit dem Wärmeplanungsgesetz angestrebt werden.**

Tabelle 2 zeigt die Anteile sowie die Energiemengen der eingesetzten Brennstoffe in tabellarischer Form.

Tabelle 2: Verteilung Brennstoffe nach Endenergiebedarf 2021

Brennstoff	Anteil	Endenergie [2021]
Einheit	[%]	[GWh/a]
Erdgas	74 %	681
Heizöl	20 %	186
Biomasse	6 %	46
Wärmepumpen	0,6 %	5
Gesamt	100 %	919

Vom dargestellten Wärmeverbrauch entfallen 18 GWh (2 %) auf Kraftwerke, die mehrere Gebäude über ein Wärmenetz versorgen. Die vorhandenen Wärmenetze werden zu 67 % komplett erdgasbasiert und zu 32 % mit einer Mischung aus Abwasserwärme, Holzhackschnitzelkesseln und Erdgas gedeckt. Dies geht aus Daten der Stadtwerke Konstanz hervor.

In Abbildung 5 ist die räumliche Verteilung der Energieträger im Stadtgebiet Konstanz zu sehen. Auch hier wird deutlich, dass nahezu im gesamten Stadtgebiet Konstanz eine erdgasbasierte Wärmeversorgung vorherrscht. Die Situation in den Ortsteilen ist teils anders, dies kann den GIS-Karten online entnommen werden.

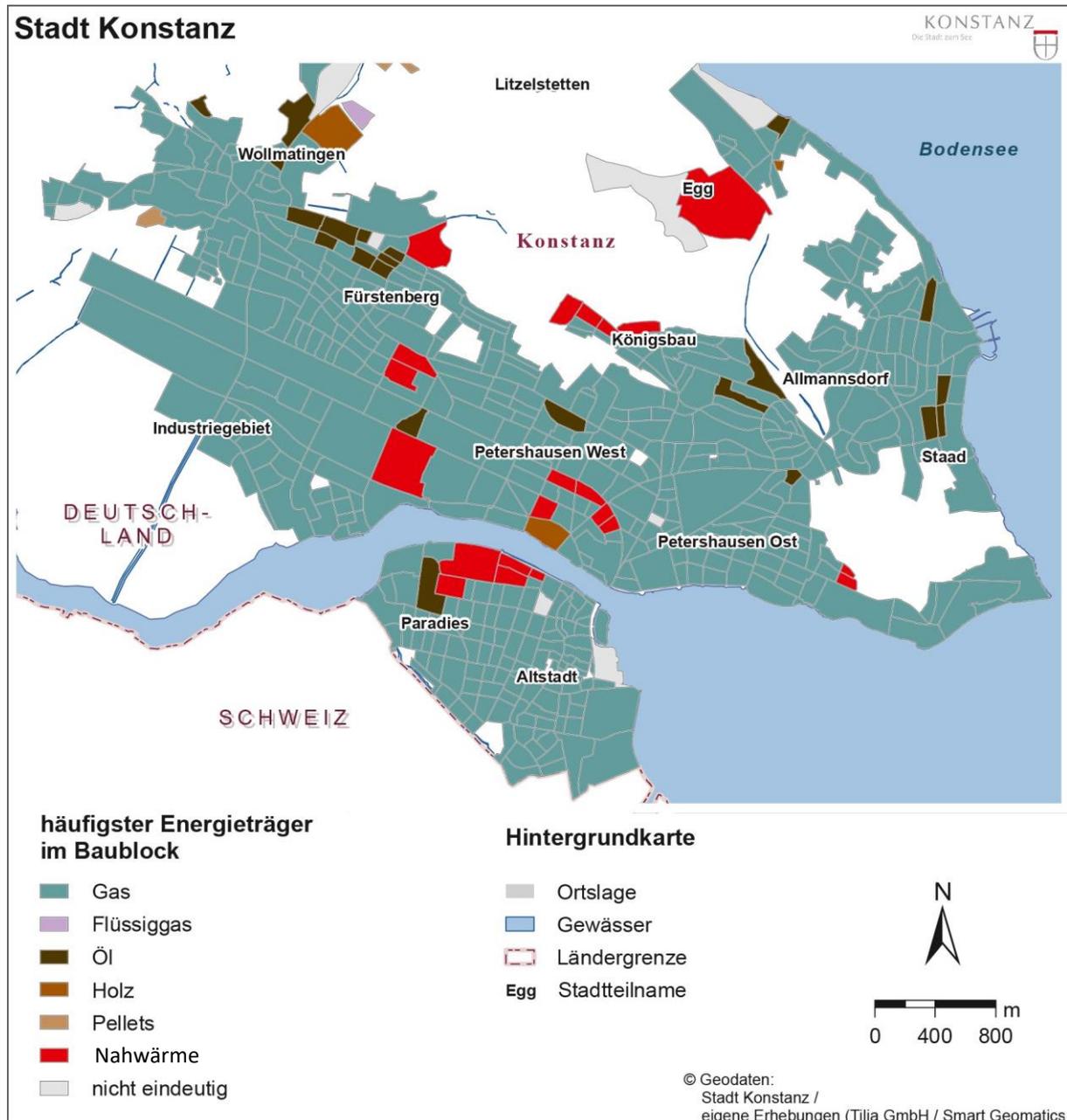
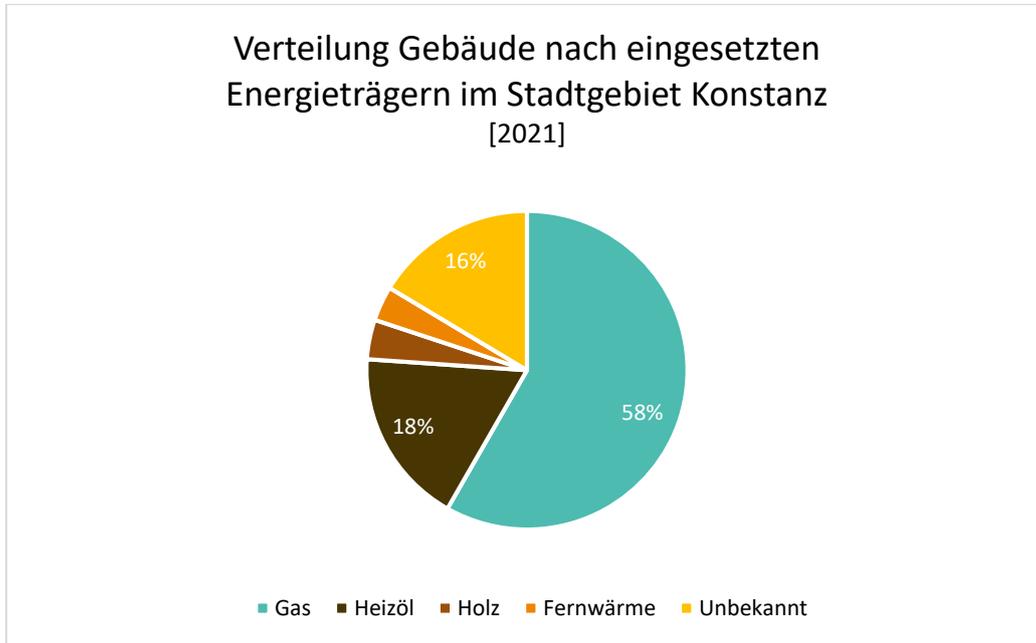


Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Energieträger im Stadtgebiet Konstanz  
(Eigene Darstellung, Datenquellen siehe Rand unten; Datengrundlage 2021)

Die Brennstoffe können ebenso nach der Anzahl der Gebäude, die mit dem jeweiligen Energieträger betrieben werden, ausgewertet werden. Hierbei ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei der Verteilung der Energieträger zur Deckung des Wärmebedarfs. Ein Großteil der Gebäude (58 %) wird mit Erdgas beheizt, gefolgt von Heizöl mit 18 % der Gebäude. Bei 16 % der Gebäude ist der Energieträger aus den Schornsteinfegerdaten nicht bekannt.



*Abbildung 6: Anteil der verschiedenen Energieträger im Gebäudebestand gemäß Schornsteinfegerdaten (eigene Darstellung basierend auf Daten der Schornsteinfeger der Konstanzer Kehrbezirke)*

Aus den Schornsteinfegerdaten ist auch das Alter der Wärmeerzeugungsanlagen in einem Großteil der Gebäude bekannt. Von den 13.503 wärmeversorgten Gebäuden im Stadtgebiet Konstanz war von 9.320 Gebäuden das Alter der Wärmeerzeugungsanlagen in den Schornsteinfegerdaten angegeben. Eine Auswertung der angegebenen Baujahre ergab, dass 15 % der Wärmeerzeugungsanlagen vor 1991 eingebaut wurden und damit laut dem geltenden Gebäudeenergiegesetz (GEG) bereits ausgetauscht werden müssten, wenn sie nicht gewisse Ausnahmetatbestände erfüllen (Bundesministerium der Justiz, 2023). Dies verdeutlicht nicht nur die ökologische, sondern auch die rechtliche Notwendigkeit des Austauschs von Wärmeerzeugungsanlagen.

Eine Übersicht über die angegebenen Baujahre der Wärmeerzeugungsanlagen ist in Abbildung 7 auf der folgenden Seite zu finden.

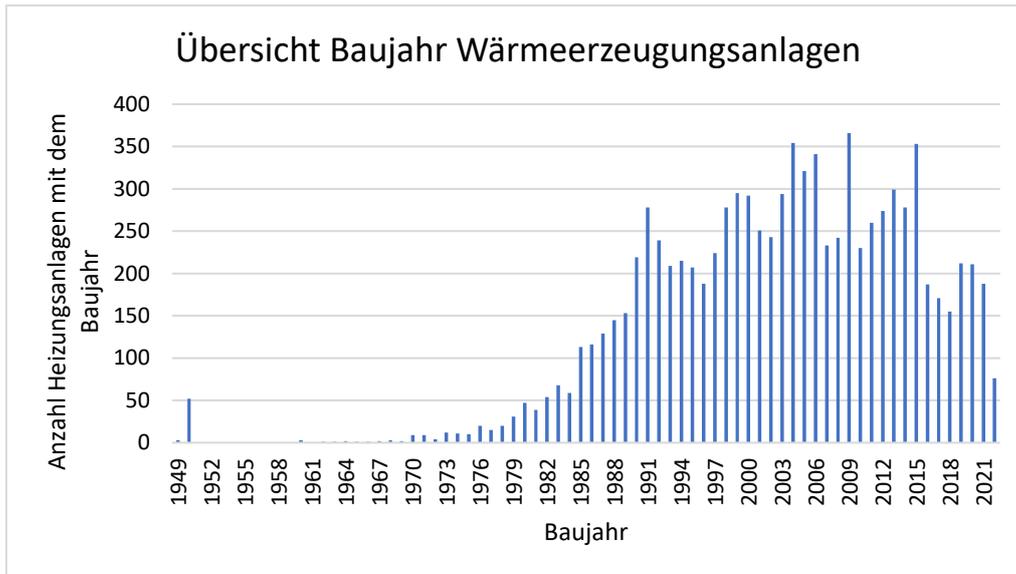


Abbildung 7: Übersicht Baujahr Wärmeerzeugungsanlagen  
(eigene Darstellung basierend auf Daten der Schornsteinfeger der Konstanzer Kehrbezirke; Datengrundlage 2022)

Ein Fazit der Betrachtung der Wärmeerzeugung ist, dass derzeit noch deutlich über 90 % der Wärme im Stadtgebiet Konstanz fossil erzeugt wird. Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, müssen sowohl Gebäude energetisch saniert als auch die Wärmeerzeugungsanlagen ausgetauscht und auf erneuerbare Energien umgestellt werden.

## 2.2 Stromverbrauch und Stromerzeugung

Der Stromverbrauch aus dem Verteilnetz im Stadtgebiet Konstanz betrug nach Angaben der Stadtwerke Konstanz im Jahr 2021 249 GWh. Hinzu kommen 27 GWh/a, aus BHKWs für direkten Eigenverbrauch, sodass der Gesamtstromverbrauch im Stadtgebiet 277 GWh/a beträgt. In Abbildung 8 ist die Entwicklung der Stromverbräuche seit 2018 (ohne die Stromverbräuche aus Eigenerzeugung mit direktem Eigenverbrauch) abgebildet. Hier ist eine leichte Abnahme von 1 % gegenüber 2020 und eine signifikante Reduzierung um 10 % gegenüber 2018 zu beobachten.

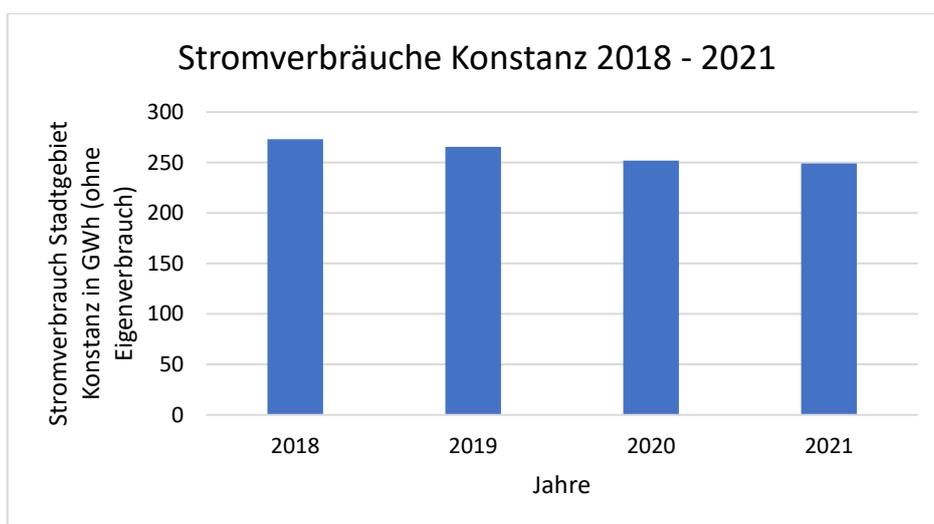


Abbildung 8: Stromverbrauch im Stadtgebiet Konstanz 2018 – 2021  
(eigene Darstellung basierend auf Daten der Stadtwerke Konstanz)

Der Stromverbrauch verteilt sich folgendermaßen auf die einzelnen Sektoren:

Tabelle 3: Stromverbrauch Stadt Konstanz 2021 nach Sektoren

Sektoren	Anteil	Stromverbrauch 2021
Einheit	[%]	[GWh/a]
Wohnen	56 %	156
Kommunale und öffentliche Einrichtungen	16 %	43
GHD	25 %	68
Industrie	2 %	5
Sonstiges	2 %	5
<b>Gesamt</b>	<b>100%</b>	<b>277</b>

Vom angegebenen Stromverbrauch wurden nach Angaben der Stadtwerke Konstanz als Stromnetzbetreiber rund 20 % (52 GWh/a) im Jahr 2021 im Stadtgebiet Konstanz erzeugt. Dabei stammte der Großteil (69 %) der Erzeugung aus erdgasbasierten BHKWs, gefolgt von Strom aus Photovoltaikanlagen (25 %). Die verbleibenden 6 % entfallen auf BHKW, die entweder mit Erdgas oder Biogas betrieben werden.

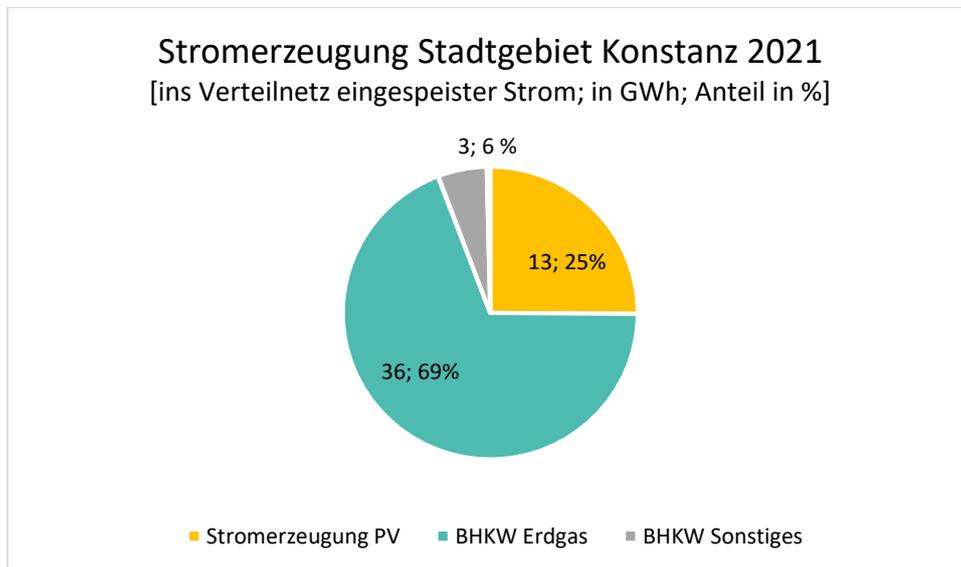


Abbildung 9: Stromerzeugung Stadtgebiet Konstanz 2021 nach Energieträgern (eigene Darstellung basierend auf Angaben der Stadtwerke Konstanz)

Anhand der Daten aus dem Marktstammdatenregister (Bundesnetzagentur, 2022) ist davon auszugehen, dass ein weiterer Teil des Stromverbrauchs über Photovoltaikanlagen gedeckt wird, die direkt für eine Eigenversorgung der Gebäude genutzt werden. Auswertungen im Marktstammdatenregister haben ergeben, dass im Jahr 2023 Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtnettonennleistung von etwa 23,6 MWp vorhanden waren (Stand 11/2023). Pro kWp beträgt die mögliche Erzeugungsmenge im

Stadtgebiet Konstanz laut „Photovoltaic Geographical Information System“ der Europäischen Kommission ca. 1.140 kWh/kWp (European Commission, 2023). Anhand der angegebenen Annahmen ist davon auszugehen, dass im Stadtgebiet Konstanz ca. 13 bis 14 GWh/a Strom direkt für den Eigenverbrauch produziert werden (Gesamtproduktion aus 23,6 MWp x 1,14 GWh/MWp = 34,2 GWh | Abzüglich 13 GWh Netzeinspeisung, bleiben 13,6 GWh Eigenverbrauch). Dies steigert den Anteil des in Konstanz erzeugten Stroms auf knapp ein Viertel des Gesamtbedarfs (gut 10 % des Gesamtbedarfs via Photovoltaik, 14 % durch Erdgas- und Biogas-BHKWs). Gleichzeitig relativiert es den für die vergangenen Jahre beobachteten sinkenden Strombedarf aus dem Netz.

### 2.3 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz ergibt sich durch die Multiplikation der ermittelten Endenergiemengen mit den jeweiligen Treibhausgasemissionsfaktoren. Die zu nutzenden Emissionsfaktoren wurden für die kommunale Wärmeplanung von der Klimaschutz- und Energieagentur (KEA BW) vorgegeben (KEA BW, 2023). Bei den Emissionsfaktoren wurden auch die Vorketten berücksichtigt. So entstehen auch bei Technologien, die häufig als „klimaneutral“ angenommen werden (wie z. B. Biomasse oder Strom aus Photovoltaikanlagen) Treibhausgasemissionen durch den Transport und die Produktion der Anlagen. Bei der Biomasse werden außerdem die gespeicherten Treibhausgasemissionen bei der Verbrennung freigesetzt.

Aufgrund der Tatsache, dass parallel zur Aktualisierung des Energienutzungsplans 2018 die territoriale Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Gebiet der Stadt Konstanz aktualisiert wurde, konnten auch die Emissionen durch Verkehr berücksichtigt werden.

Tabelle 4: Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz, Stadt Konstanz 2021 (nicht witterungsbereinigt)

Energieträger	Endenergiemenge	Emissionsfaktoren	Emissionen
	GWh/a	kg/kWh	t/CO <sub>2</sub>
Erdgas	681	0,233	158.666
Heizöl	186	0,311	57.800
Biomasse	46	0,022	1.021
Kohle	0,035	0,431	15
Wärmepumpen	5	0,011	61
Strom aus PV	26	0,04	1076
Strom aus BHKW	38	0,223	8.563
Strom importiert	212	0,4402	93.144
Verkehr	224		70.458
<b>Gesamt</b>	<b>1.195</b>		<b>396.384</b>

Gegenüber den Vorjahren ist ohne Witterungsbereinigung eine leichte Senkung der Treibhausgasemissionen zu verzeichnen. So lagen die Treibhausgasemissionen (nicht witterungsbereinigt) im Jahr 2021 4 % über denen des Jahres 2020 und 8 % unter denen des Jahres 2018. Witterungsbereinigt betrug die Senkung der Treibhausgasemissionen zwischen 2018 und 2021 16 % (siehe Abbildung 10).

Diese Tendenz nach unten ist jedoch bei Weitem nicht ausreichend, um die angestrebten Klimaschutzziele der Stadt Konstanz zu erreichen (ifeu, 2021). Zu den Zielsetzungen aus der Klimaschutzstrategie besteht aktuell (witterungsbereinigter Bilanzvergleich 2018 – 2021) eine Abweichung von 15 %.

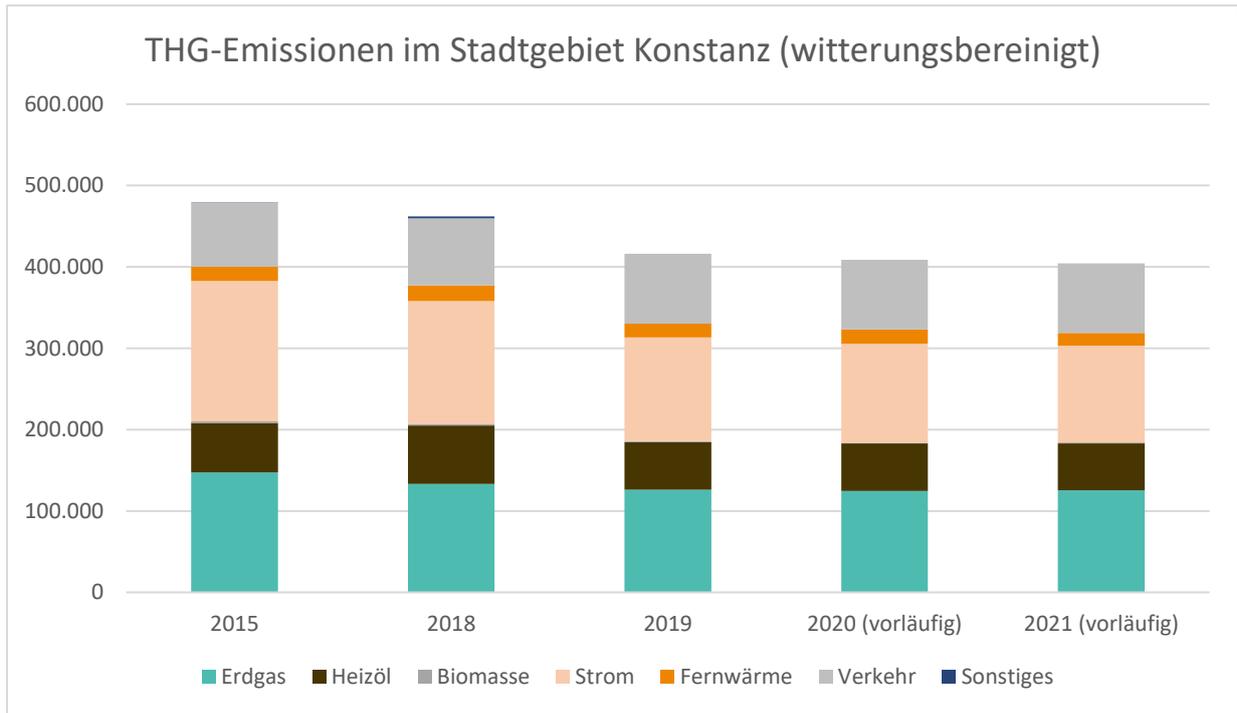


Abbildung 10: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Stadtgebiet Konstanz 2015 - 2021 (witterungsbereinigt)

### 3. Potenzialanalyse

Die Potenziale für Solarthermie, Geothermie, Biomasse, Windkraft und Wasserkraft wurden bereits im Energienutzungsplan 2018 in den entsprechenden Kapiteln ermittelt und beschrieben. Die Potenziale unterlagen seitdem keinen signifikanten Änderungen, sodass davon ausgegangen wird, dass die ermittelten Potenziale im Wesentlichen unverändert sind. Aus diesem Grund sind die Potenziale in Abschnitt 3.3 nur überblicksartig aufgeführt. Details zu den Potenzialen können im Energienutzungsplan 2018 auf den Seiten 49 – 65 (Stadt Konstanz, 2018) eingesehen werden.

Neue Erkenntnisse konnten hingegen bei der Nutzung industrieller Abwärme sowie bei den Solarpotenzialen von Freiflächen ermittelt werden. Diese werden in den folgenden Abschnitten aufgeführt und näher beschrieben. Im Anschluss erfolgt die Übersicht über die restlichen Potenziale.

#### 3.1 Nutzung von Abwärme

Im Rahmen des integrierten energetischen Quartierskonzeptes Konstanz Industriegebiet konnten die in Tabelle 5 aufgelisteten Potenziale an industrieller Abwärme im Industriegebiet Konstanz ermittelt werden. Das vorläufig ermittelte Abwärmepotenzial im Industriegebiet Konstanz beträgt ca. 10 GWh im Jahr (entspricht etwa 1 % des jährlichen Wärmebedarfs in Konstanz). Das konkrete Potenzial ist in Einzelfalluntersuchungen genauer zu betrachten und zu bewerten.

Tabelle 5: Beispiele von Abwärmepotenzial der örtlichen Industrie und Gewerbe (2021)

Name	Straße	WZ-Schlüssel	Abwärmefaktor	Abwärmeenergie [MWh/a]
Agrana Fruit Germany	Lilienthalstraße 1			5.200
INGUN Prüfmittelbau	Max-Stromeyer-Str. 160	27	0,31	255
THE PLANT	Byk-Gulden Straße 2	20	0,09	1.298
Südkurier Medienhaus/ Druckerei	Max-Stromeyer-Str. 178/180	18	0,03	1.000
Betonwerk Konstanz GmbH	Carl-Benz-Straße 7	23	0,15	
Bedifol GmbH	Byk-Gulden-Straße 2	22	0,17	8
Aldi	Oberlohnstraße 7	47		291
Kaufland	Carl-Benz-Straße 22	47		1.258
Norma	Carl-Benz-Straße 5	47		221
REWE	Max-Stromeyer-Str. 55	47		271
Lidl	Max-Stromeyer-Str.15	47		199
<b>Gesamtpotenzial</b>				<b>10.001</b>

### 3.2 Solarpotenzial Freiflächen

Die Erhebung von Freiflächen-Solarpotenzialen ist unter anderem in der Klimaschutzstrategie (2021) unter Maßnahme NEV 5 („Ausbau von Photovoltaikanlagen und Solaroffensive“) definiert worden. Gemäß Klimaschutzstrategie sollen bis 2035 innerhalb des Stadtgebiets Konstanz Photovoltaik-Erzeugungskapazitäten in Höhe von 150 MWp Leistung erreicht werden. Dies entspricht hinsichtlich der hiermit zu erzeugenden Strommengen etwas mehr als der Hälfte des bisherigen Stromverbrauchs im Stadtgebiet. Bei einem Dachflächen-Potenzial von etwa 100 MWp (auch hier von verschiedenen Faktoren abhängig, darunter Denkmalschutzrestriktionen, Bereitschaft der jeweiligen Gebäudeeigentümer und Leistungssteigerungen bei den Modulen) verbleibt eine Größenordnung von grob 50 MWp für die Erzeugung auf Freiflächen. Unter der überschlägigen Annahme, dass pro Hektar etwa 1 MWp Erzeugungskapazität untergebracht werden können, wären folglich etwa 50 Hektar für PV-Freiflächenanlagen erforderlich. Hinzu kommen Flächenbedarfe für Solarthermienutzungen. Solarthermie kann insbesondere im ländlicher geprägten Raum zum Einsatz kommen, beispielsweise um außerhalb der Heizperiode Brauchwarmwasser-Bedarfe zu decken.

Bricht man allein die Flächenbedarfe für die Solarstromproduktion für den Zeitraum 2024 bis einschließlich 2034 auf Fußballfeldgröße herunter (ein Fußballfeld = 0,714 Hektar), ergibt sich folgendes Bild:

- Umsetzungszeitraum: 11 Jahre
- 50 ha / 11 Jahre = 4,54 ha/Jahr = 6,37 Fußballfelder/Jahr

Vor dem Hintergrund des hohen Flächendrucks innerhalb des Stadtgebiets wurde mit dem Amt für Stadtplanung und Umwelt das Erstellen einer Freiflächen-Potenzialanalyse vereinbart, die nachfolgend in Grundzügen vorgestellt wird. Für nähere Details wird auf die eigenständige Publikation der Analyse verwiesen, welche voraussichtlich bis Mitte 2024 erfolgt.

#### 3.2.1 Vorgehensweise Erarbeitung Solar-Freiflächenpotenzialanalyse

Zur Ermittlung von aus natur- und landschaftsplanerischer Sicht geeigneten Solarstandorten auf der Gemarkung der Stadt Konstanz wurde zunächst ein Kriterienkatalog aufgestellt mit:

- a) Flächentypen, auf denen die Errichtung von Freiflächensolaranlagen aufgrund von gesetzlichen und/oder planerischen Gründen ausgeschlossen ist und
- b) Flächentypen, deren Nutzungsbestimmung und/ oder der beabsichtigte Schutzzweck Konfliktpotenzial bei der Errichtung von Freiflächensolaranlagen bergen.

Auf der Grundlage dieses Kriterienkatalogs wurde eine Raumwiderstandskarte erarbeitet, indem die Ausschlussflächen sowie die Flächen mit einer potenziell konflikthafter Nutzungsbestimmung und beziehungsweise oder Schutzzweck im Geoinformationssystem überlagert wurden. Die aus der Überlagerung verbleibenden Bereiche bilden den Suchraum für potenzielle Solarflächen. Aus dem Suchraum wurden geeignete zusammenhängende Flächen mit einer Größe von mindestens 2 Hektar identifiziert. Dies wurde als die erforderliche Mindestgröße für den wirtschaftlichen Betrieb einer Freiflächen-Solaranlage definiert.

Für diese mindestens 2 Hektar großen Potenzialflächen wurde im nächsten Schritt geprüft, ob in 1.000 Meter Radius der Fläche eine Trafostation vorhanden ist und so potenziell die Möglichkeit zum

vereinfachten Anschluss an das Stromnetz besteht. Für die aus dieser Prüfung verbleibenden Flächen, welche über eine Trafostation im Umfeld von 1.000 Metern verfügen, wurden schließlich Flächensteckbriefe angefertigt. Insgesamt wurden 16 Steckbriefe angefertigt, in denen 25 Teilflächen (aufgrund der Unterteilung von 2 Flächen in mehrere Zonen) näher bewertet wurden. Man entschied sich dafür, Steckbriefe zunächst für Potenzialflächen anzufertigen, die vollständig außerhalb großflächiger Schutzgebiete (21 Flächen) oder nur innerhalb von Landschaftsschutzgebieten liegen (4 Flächen).

Das Kernstück der Flächensteckbriefe bildet eine grobe Umweltbeurteilung, in der für die Schutzgüter des Naturschutz- und Umweltrechts (Boden, Wasser, Klima/Luft, Landschaft, Kultur- und Sachgüter, Tiere/Pflanzen, Mensch/Erholung und Fläche) bewertet wird, welche potenzielle Beeinträchtigungen durch eine Solarenergienutzung entstehen können. Hieraus folgt eine Gesamtumweltbeurteilung mit der Einstufung in die Kategorien:

- konfliktarme Fläche
- Konfliktpotenzial vorhanden
- konfliktreiche Fläche
- sehr konfliktreiche Fläche.

Für die potenziell zu erwartenden Beeinträchtigungen von Schutzgütern durch das Vorhaben der Errichtung von Freiflächensolaranlagen, wurden schließlich Möglichkeiten zur Vermeidung oder Minimierung der Beeinträchtigungen dargelegt. Darauf basierend erfolgte eine zweite Einstufung der Schutzgutbeeinträchtigungen unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Maßnahmen. Jede untersuchte Fläche wurde abschließend unter Berücksichtigung möglicher Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen als

- geeignete Fläche
- bedingt geeignete Fläche
- eher nicht geeignete Fläche oder
- ungeeignete Fläche

bewertet.

Zur Unterstützung einer Gesamteinschätzung sind in die Flächensteckbriefe auch Hinweise zu wichtigen Realisierungsvoraussetzungen integriert worden. Diese sind: Flächengröße, erwarteter Verfahrensaufwand und Eigentumsstruktur.

### 3.2.3 Vorläufige Einordnung der Ergebnisse

Aus der groben Umweltbeurteilung der Potenzialflächen ging hervor, dass keine der untersuchten 25 Flächen als durchweg konfliktfrei oder auch nur konfliktarm eingestuft werden kann. Alle Flächen weisen zunächst einmal Konfliktpotenzial auf oder sind sogar als konfliktreiche oder sehr konfliktreiche Fläche zu bewerten. Dies ergibt sich durch die reiche Ausstattung mit qualitativ hochwertigen, schützenswerten Naturgütern und Landschaftsbestandteilen im Untersuchungsgebiet. Durchweg geeignete Flächen, die sich auf flachem Land weit erstrecken und sich in räumlichem Zusammenhang von Vorbelastungen befinden, sind rar. Dadurch gestaltet sich die Auswahl geeigneter Solarstandorte als komplexe Aufgabe, welche aber auch mit Chancen verknüpft ist. Damit die Produktion von Energie aus regenerativen Quellen gesteigert werden kann, braucht es auf der Gemarkung Konstanz kreative Gestaltungsansätze bei der Errichtung von Solaranlagen im Offenland.

Überwiegend bestehen nämlich durchaus Möglichkeiten für Maßnahmen zur Vermeidung- und Minimierung möglicher negativer Umweltauswirkungen. In der anschließend vorgenommenen Umweltbeurteilung mit Berücksichtigung der Durchführung von Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen wurden daher 16 der 25 Flächen als geeignet für eine Solarnutzung bewertet.

Im Zuge des angestrebten Ziels einer zeitnahen Realisierung einiger Potenzialflächen, besteht weiterhin eine Vielzahl abzuwägender Faktoren. Neben den Belangen von Natur und Landschaft hängt die praktische Erschließbarkeit der Flächen in hohem Maße von der Eigentumsstruktur und den Bedingungen für den wirtschaftlichen Betrieb eines potenziellen Solarparks ab. Auch agrarstrukturelle Belange müssen berücksichtigt werden. Wie leicht oder schwer es wird, auf eine Fläche zuzugreifen, kann an dieser Stelle nicht beurteilt werden – hierzu sind Einzelfallbetrachtungen notwendig.

Werden die Ersteinschätzungen zur groben Realisierbarkeit von Flächen zusätzlich zur Umweltbeurteilung mit einbezogen, so ergeben sich vier Flächen mit einer Bruttoflächengröße von 31,5 Hektar, die als besonders geeignet für eine zeitnahe Realisierung eingeschätzt werden. Fest steht aber auch, dass das angestrebte Flächenziel von mindestens 50 Hektar nicht allein auf öffentlichen Flächen erreichbar sein wird. Die Stadt Konstanz muss deshalb für ihren Solarenergieausbau eine aktive Bodenpolitik betreiben. Aufgrund von mangelnden Alternativen wird zudem empfohlen, eine Realisierung untersuchter Flächen auch im Landschaftsschutzgebiet zu verfolgen.

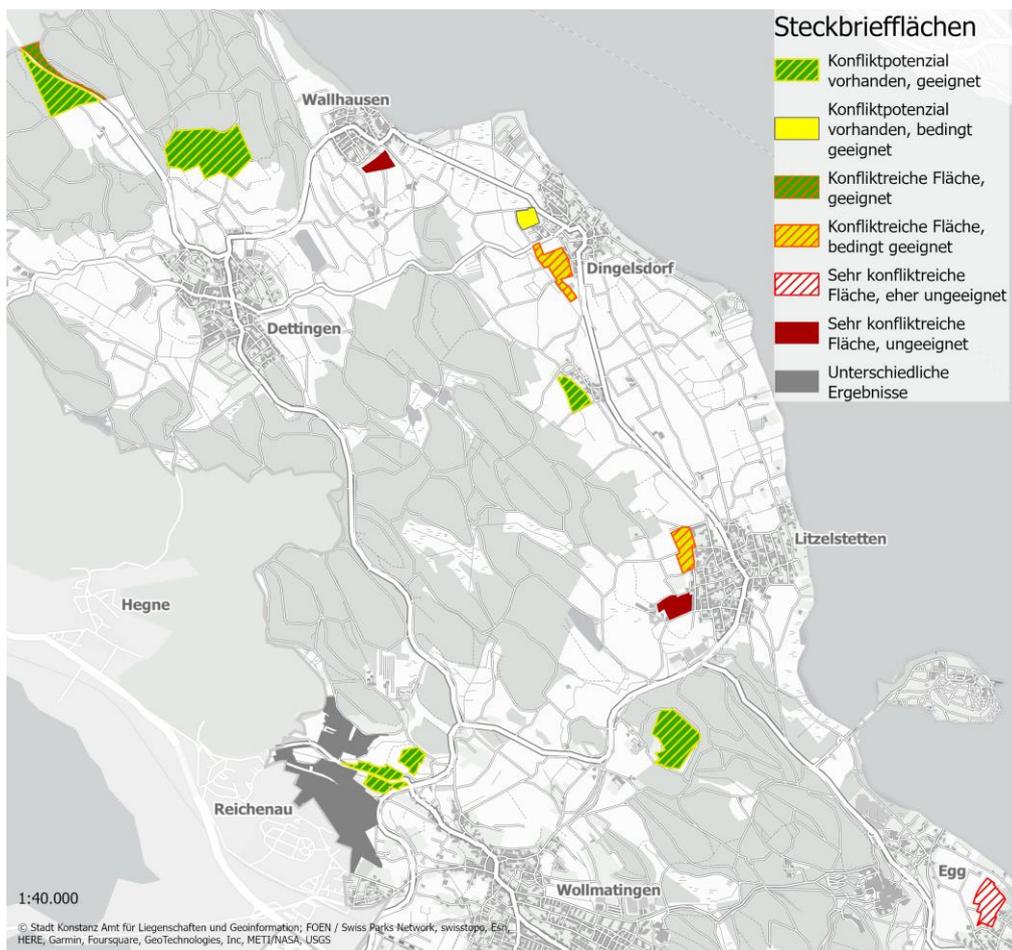


Abbildung 11: Freiflächen-Solarpotenziale mit Stand Oktober 2023 – eine Ergänzung um weitere Flächen ist vorgesehen

### 3.3 Übersicht über weitere Potenziale

Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht der im Energienutzungsplan 2018 ermittelten Potenziale. Weitere Details zur Methodik für die Ermittlung der Potenziale und zu den Quellen sind im Energienutzungsplan 2018, auf den Seiten 49 – 65 (Stadt Konstanz, 2018) zu finden.

Tabelle 6: Übersicht über Potenziale des Energienutzungsplans 2018

Potenzial	Inhalt und Annahmen des Potenzials	Höhe des theoretischen Potenzials	Einschränkungen	Quelle
<b>Abwasserwärme</b>	Versorgung von Gebäuden mit Abwasserwärme, sofern diese innerhalb von 100 m neben einem Hauptsammler stehen   Alternativ thermische Nutzung hinter dem Auslauf des Klärwerks	bis zu 166 GWh/a	Abwasser benötigt eine bestimmte Mindesttemperatur bei Ankunft an der Kläranlage, zu nah aneinander gelegene Anlagen können sich thermisch negativ beeinflussen   Potenzialnutzung nach Klärwerk: geographisch auf einen Ort beschränkt	Eigene Berechnungen anhand von Daten der Entsorgungsbetriebe Konstanz
<b>Dachflächennutzung Solar</b>	Nutzung der Dachflächen von Gebäuden durch PV- oder Solarthermieanlagen	Im ENP 2018: 95 GWh/a Strom durch PV-Anlagen, durch höhere Wirkungsgrade heute (2023) ca. 119 GWh/a	Denkmalschutz, Flächenkonkurrenz zwischen PV- und Solarthermieanlagen	Eigene Berechnungen anhand von Laserscandaten
<b>Oberflächennahe Geothermie</b>	Nutzung von Erdwärmesonden im gesamten Stadtgebiet	536 GWh/a bei 1.800 Vollbenutzungsstunden im Jahr	Erschwerte Nutzung bei versiegelten Flächen, Platzbedarf, Bodenbeschaffenheit, Einschränkungen bei Verdacht auf artesisch gespanntes Grundwasser	Eigene Berechnungen, ISONG, Untere Wasserbehörde Landratsamt
<b>Biomasse</b>	Nutzung von Abfällen und landwirtschaftlichen Reststoffen	Abfälle und Grünschnitt: 49 GWh/a, Landwirtschaft: 1,6 GWh/a	Größtenteils bereits in anderweitiger Verwertung (Biomüll z. B. in Vergärungsanlage bei Singen), logistischer Aufwand, Anlagen zur Aufbereitung nötig	„Bioenergieregionen 2.0“ (Deutsches Biomasseforschungszentrum, 2014) – sollten sich z. B. Überlegungen zum Bau einer Biogasanlage konkretisieren, wäre eine Aktualisierung notwendig
<b>Seewassernutzung</b>	Nutzung von Wärme aus dem Seerhein/Bodensee über Wärmetauscher	vorhabenbezogene Ermittlung (Potenzial v. a. durch Limitation von Entnahmestandorten beschränkt)	Wasser- und Naturschutzrechtliche Auflagen, teilweise aufwändige Wartung der Anlagen (→ Quagga-Muschel)	Dissertation Dr. Henriette Kammer (Kammer, 2017)
<b>Abwärme KVA Thurgau (Müllverbrennungsanlage)</b>	Nutzung der entstehenden Abwärme bei der Verbrennung von Müll zur Wärmeversorgung von Gebäuden	163 GWh/Jahr	Grenzüberschreitende EU und Nicht-EU Rahmenbedingungen, genehmigungstechnische Belange Fernwärmeleitung Weinfelden nach Kreuzlingen/Konstanz	Stadwerke Konstanz GmbH

<b>Windkraft</b>		bislang keine Standorte im Regionalplan ausgewiesen, ggf. nutzbarer Standort nördlich Bettenberg/entlang L220		Regionalplan Hochrhein-Bodensee
<b>Tiefengeothermie</b>		Nutzung wirtschaftlich derzeit nicht darstellbar, ggf. aber Thema bei Risikoübernahme durch den Bund		Studie GEOENERGY-CONSULTING (GeoEnergyConsulting, 2008)
<b>Wasserkraft</b>		Kein nennenswertes Potenzial im Stadtgebiet vorhanden		(Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2023)

## 4. Szenarienanalyse

### 4.1 Szenarien für die Entwicklung des Wärmebedarfs

Um die Entwicklungen des Wärmebedarfs im Stadtgebiet Konstanz zu prognostizieren, wurden verschiedene Sanierungsraten für unterschiedliche Szenarien hinterlegt. Dabei wurde für das erste Szenario eine Sanierungsrate von 1,6 %, die aktuelle Sanierungsrate in Baden-Württemberg (Umweltbundesamt, 2023), angenommen, für das zweite Szenario eine Sanierungsrate von 3 % (Verdopplung der Sanierungsrate) und für das dritte Szenario eine Sanierungsrate von 5 % (Sanierungsrate entsprechend der Klimaschutzstrategie 2021).

In den Szenarien wurde weiterhin angenommen, dass bei Wohngebäuden, öffentlichen und kommunalen Gebäuden und Gebäuden, die für Gewerbe, Handel oder Dienstleistungen genutzt werden, durch energetische Sanierungen alle Gebäude auf den Stand eines Effizienzhaus 55 gebracht werden und entsprechend nach der Sanierung nicht mehr als 50 kWh pro Quadratmeter und Jahr an Wärme verbrauchen. Ausnahme hiervon sind denkmalgeschützte Gebäude, bei denen nach der Sanierung ein Wärmebedarf von 120 kWh pro Quadratmeter und Jahr angenommen wird (Ziegler, 2014). Außerdem werden bei Fabriken/Industriegebäuden und Werkstätten keine signifikanten Einsparungen durch Sanierungen erwartet, da hier angenommen wird, dass der größte Teil des Wärmebedarfs auf Prozesswärme entfällt. Aus diesem Grund wird der Wärmebedarf bei Industriegebäuden und Werkstätten vereinfachend auch in Zukunft als gleichbleibend angenommen. Über das neue Energieeffizienzgesetz, das am 19.04.2023 vom Bundeskabinett verabschiedet wurde, sind jedoch auch hier signifikante Einsparungen zu erwarten (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, 2023).

Parallel zur Senkung des Wärmebedarfs durch Sanierungen wird davon ausgegangen, dass die Bevölkerung in Konstanz von 87.355 EinwohnerInnen zum Stand 31.12.2022 (Stadt Konstanz, 2023) auf 100.000 EinwohnerInnen bis zum Jahr 2050 anwächst. Dadurch steigt der Energiebedarf, was zum Teil die Einspareffekte der energetischen Sanierung konterkariert.

Abbildung 12 zeigt die Ergebnisse der Szenarien für die Entwicklung des Wärmebedarfs unter den genannten Annahmen. Bis 2040 können durch energetische Sanierungen bei einer Sanierungsrate von 1,6 Prozent 15 Prozent des Wärmebedarfs eingespart werden, bei einer Sanierungsrate von drei Prozent sind es 30 Prozent des Wärmebedarfs und bei einer Sanierungsrate von fünf Prozent 45 Prozent des Wärmebedarfs.

Gegenüber des ersten Energienutzungsplans, bei dem der Wärmebedarf des Jahres 2016 zugrunde gelegt wurde, ist der Wärmebedarf im Jahr 2021 um 10 % gestiegen (nicht witterungsbereinigt). Dies zeigt, dass für eine Senkung des Wärmebedarfs mehr energetische Sanierungen durchgeführt und weitere Effizienzmaßnahmen ergriffen werden müssen. Zudem ist verstärkt das Nutzerverhalten in den Blick zu nehmen, da sich Energieverbräuche auch unter denselben baulichen Rahmenbedingungen teils massiv unterscheiden.

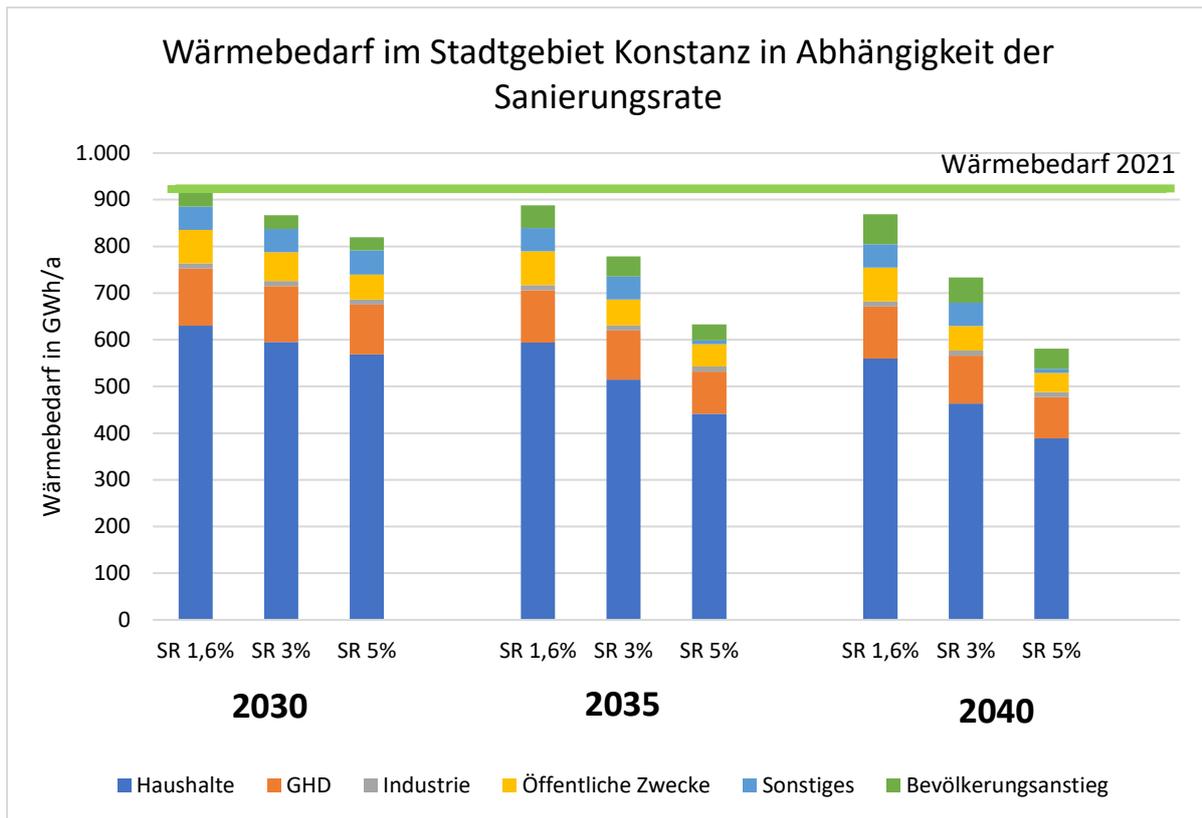


Abbildung 12: Entwicklung des Wärmebedarfs in Abhängigkeit der Sanierungsrate (SR) – Prognose für 2030, 2035 und 2040 (eigene Darstellungen und Berechnungen)

#### 4.2 Szenario für eine Entwicklung zur klimaneutralen Wärmeerzeugung

Im folgenden Abschnitt wird ein Szenario vorgestellt, wie eine klimaneutrale Wärmeversorgung in Konstanz aussehen könnte.

Das Szenario orientiert sich am Energienutzungsplan 2018 („Klimaschutzszenario“) und der Klimaschutzstrategie der Stadt Konstanz („Klima-Plus-Szenario“). Als Klimaschutzziel hat die Stadt Konstanz die Vorgaben des „Klima-Plus-Szenarios“ aus der Klimaschutzstrategie der Stadt Konstanz beschlossen (Stadt Konstanz, 2021). Die Zielsetzung beinhaltet, dass die Treibhausgasemissionen bis 2035 um 91 % gegenüber 2018 sinken sollen („weitgehende Klimaneutralität“) (ifeu, 2021). Bis 2040 strebt das Land Baden-Württemberg Klimaneutralität an (Staatsministerium Baden-Württemberg, 2023), womit bis dahin auch die Wärmeversorgung im Stadtgebiet Konstanz komplett klimaneutral gestaltet sein muss. Da die Klimaschutzziele der Stadt Konstanz sich aus dem „Klima-Plus-Szenario“ ableiten, werden in dem vorliegenden Szenario sowohl die Ziele als auch die Bezeichnung des Szenarios aus der Klimaschutzstrategie übernommen.

Um ein Szenario für die Wärmeversorgung aufzustellen, wird zunächst in zentral durch Wärmenetze versorgte Gebiete und dezentral mit Wärme versorgte Gebiete unterschieden. Um diese Unterscheidung vornehmen zu können, werden zuerst Eignungsgebiete für Wärmenetze in Anlehnung an die Wärmenetzstrategie der Stadtwerke Konstanz definiert.

#### 4.2.1 Definition von Eignungsgebieten für Wärmenetze

Die Eignungsgebiete für Wärmenetze wurden im Rahmen der „Strategischen Wärmenetzplanung“ identifiziert, die von den Stadtwerken Konstanz in Zusammenarbeit mit der Stadt Konstanz im Jahr 2022 erstellt wurde (komplette Studie ist im Anhang des Berichts zu finden). Um die geeigneten Gebiete für Wärmenetze zu identifizieren, wurde das Stadtgebiet Konstanz in Zonen unterteilt. Die Zonen wurden nach ihrer Eignung für Wärmenetze, die weitestgehend durch erneuerbare Energien gespeist werden sollen, untersucht. Die Einteilung des Stadtgebiets in Zonen erfolgte dabei anhand des Verlaufs markanter Hauptstraßen, homogener Bebauung und bestehender Stadtviertel. Dabei sind die eingeteilten Zonen nicht als fixe Begrenzungen für Wärmenetze gedacht, sondern eher als potenzielle Keimzellen für Wärmenetze, die in der tatsächlichen Realisierung größer oder kleiner ausfallen können.

Auch die Bewertung der Zonen für die Eignung der Wärmenetze bietet lediglich eine Grundlage für die weitere Planung. Der tatsächliche Ausbau der Wärmenetze hängt von einer Vielzahl von Faktoren, wie zum Beispiel der Anschlussquote in den jeweiligen Gebieten, den Investitions- und Betriebskosten verschiedener Wärmeerzeugungstechnologien sowie Kapazitäten der potenziellen Betreiber ab.

Als mögliche Abwärme- und Umweltwärmequellen stehen im Stadtgebiet Konstanz folgende für Wärmenetze geeignete Technologien zur Verfügung:

- Thermische Nutzung des Seerheins und des Bodensees über Gewässerwärmepumpen;
- Wärmegewinnung aus dem Ablauf für das gereinigte Wasser der städtischen Kläranlage;
- Nutzung von industrieller Abwärme (hauptsächlich vorhanden im Stadtteil Industriegebiet, Potenziale eher überschaubar);
- Nutzung von Abwärme der Kehrriechverbrennungsanlage Thurgau (KVA) – die Anlage steht im benachbarten Weinfeld, über ein Wärmenetz könnte die Wärme auch im Stadtgebiet Konstanz genutzt werden;
- Freiflächen-Solarthermie (eher in den Vororten, aufgrund des Platzbedarfs);
- Thermische Nutzung des Abwassers in den Hauptsammlern, soweit bestimmte für die biologischen Prozesse in der Kläranlage notwendige Temperaturen nicht unterschritten werden.

Die Zonen wurden anhand von Kriterien zur Eignung der Wärmenetze bewertet. Hierbei wurden folgende Kriterien berücksichtigt und die ermittelten Zonen mit der angegebenen Gewichtung entsprechend bewertet:

- Potenziale für erneuerbare Energien (Gebiete, die ein hohes Potenzial der genannten Energiequellen aufweisen, bekommen eine hohe Punktzahl), Gewichtung: 0,3
- Wärmeverteilungskosten (es wurden die Kosten einer potenziellen Wärmetrasse ermittelt. Je geringer die Kosten pro MWh für das jeweilige Gebiet, desto höher die Punktzahl), Gewichtung: 0,3
- Gebäudestruktur (Geschosswohnungsbauten senken durch hohen Wärmebedarf den Aufwand bei Projektplanung und Wärmetrassenverlegung. Je verdichteter das Gebiet, desto höher die Bewertung in diesem Kriterium), Gewichtung: 0,2
- Ankerkunden (Gebiete mit einheitlichen EigentümerInnen oder großen Abnahmestellen, erhalten eine höhere Bewertung), Gewichtung: 0,2

Insgesamt konnte bei der Analyse ein Höchstwert von 10 Punkten erreicht werden. Abbildung 13 zeigt das Ergebnis der Analyse. Grün markierte Bereiche weisen dabei eine hohe Eignung für Wärmenetze auf, rot markierte Bereiche eine entsprechend geringere Eignung.

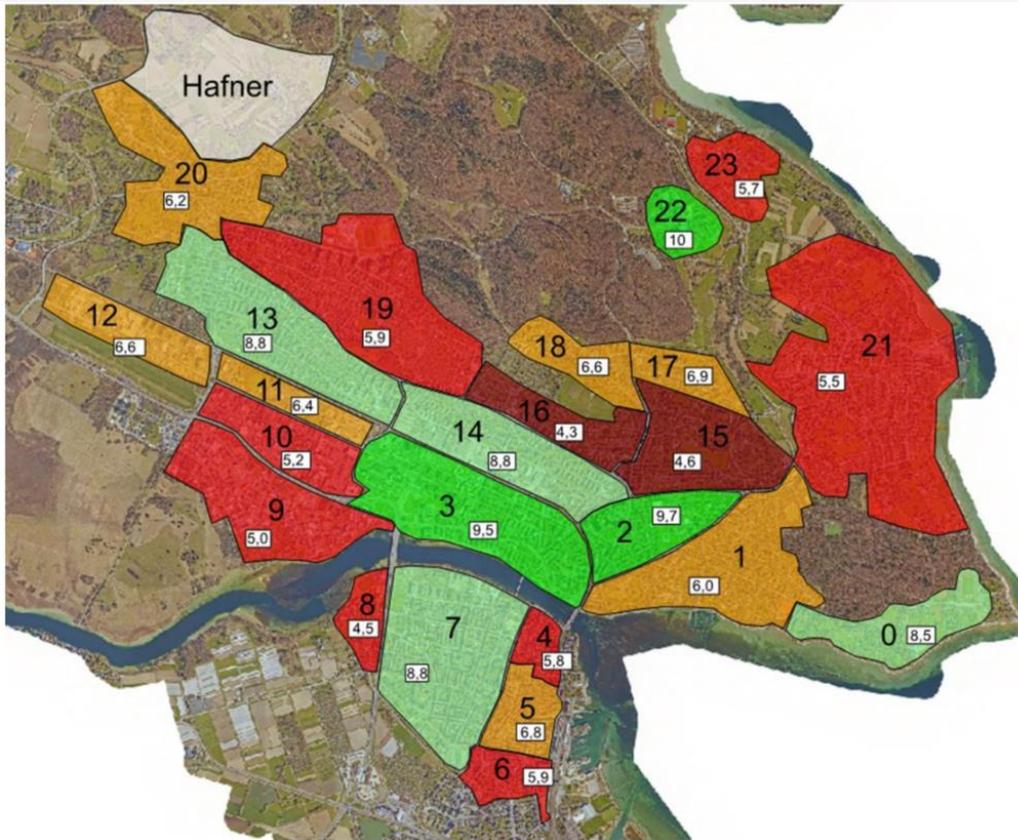


Abbildung 13: Prioritätsgebiete der Wärmenetzplanung Kernstadt Konstanz (2022)  
 – von grün (hohe Priorität) nach rot (keine Priorität)  
 (Quelle: Stadtwerke Konstanz)



Abbildung 14: Prioritätsgebiete der Wärmenutzung Vororte Konstanz (2022) - rot = keine Priorität  
 (Quelle: Stadtwerke Konstanz)

Entsprechend der Ergebnisse der Analyse erscheint eine prioritäre Erschließung folgender Gebiete mit Wärmenetzen für besonders sinnvoll:

- Zone 0: Gebiet rund um die Bodenseetherme
- Zone 2: Gebiet rund um das Klinikum
- Zone 3: Petershausen-West
- Zone 7: Paradies
- Zone 13: Berchengebiet
- Zone 22: Universität Konstanz

Abbildung 15 zeigt die Gebiete, deren Priorisierung, sowie die möglichen Wärmeerzeugungsarten. Aus der Abbildung wird deutlich, dass das Gebiet um die Bodenseetherme, die Konstanzer Innenstadt und das Berchengebiet die höchste Priorität bei der Projektentwicklung haben (Zonen 0, 7 und 13). Es folgen die Gebiete der Zonen 2 und 3 in Konstanz-Petershausen und schließlich die Zonen 4, 5 und 6 in der Konstanzer Innenstadt sowie die Zone 14 im Stadtteil Petershausen-West.

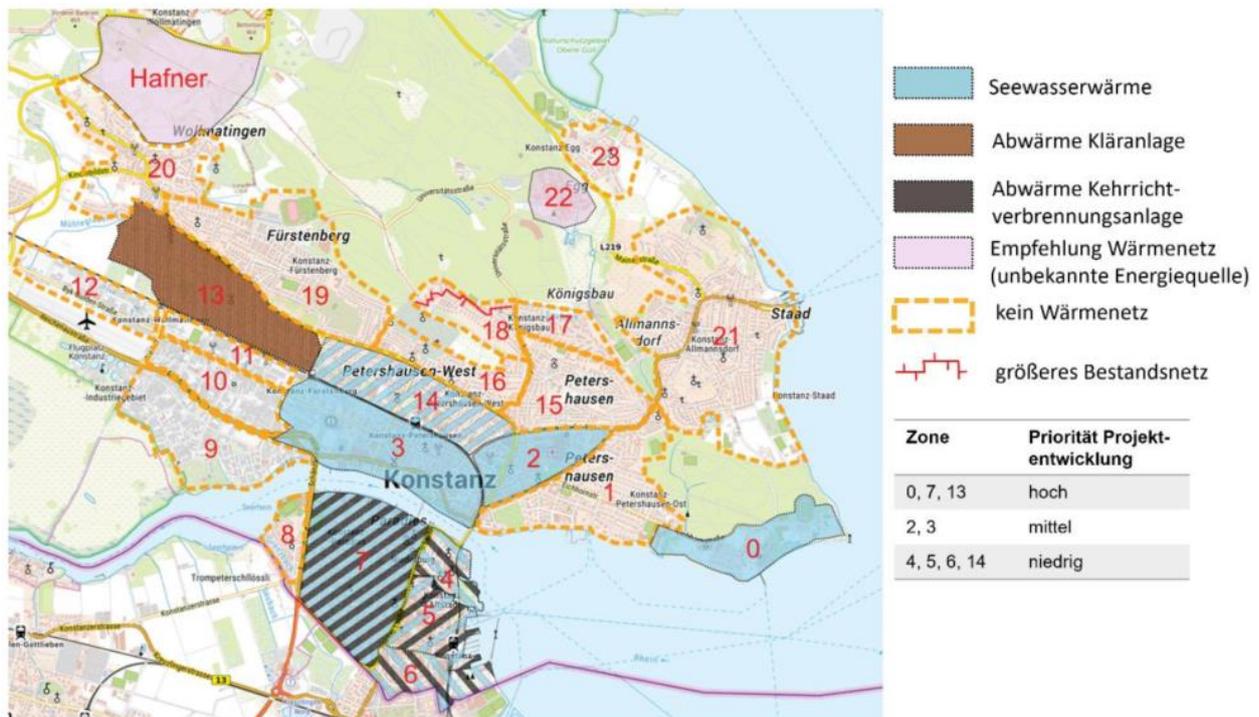


Abbildung 15: Übersicht über prioritäre Gebiete und Erzeugungstechnologien gemäß Wärmenetzplanung (2022)  
(Quelle: Stadtwerke Konstanz)

Parallel zu der Bearbeitung der vorliegenden Aktualisierung des Energienutzungsplans wurden mit den Stadtwerken Konstanz folgende Prioritätsgebiete festgelegt, die teils aus einer Zusammenlegung von Gebieten der ursprünglichen Wärmenetzplanung bestehen:

Angestrebter Realisierungszeitraum 2025 – 2030:

- **Bodensee-Therme** und Umgebung: ~ 18 GWh derzeitiger Wärmebedarf
- **Berchengebiet:** ~ 68 GWh derzeitiger Wärmebedarf

### Angestrebter Realisierungszeitraum bis 2035:

- **Konstanz linksrheinisch** in Verbindung mit Kreuzlingen: ~ 194 GWh derzeitiger Wärmebedarf auf Konstanzer Seite
- **Petershausen West:** ~ 72 GWh derzeitiger Wärmebedarf

Das Ergebnis der strategischen Wärmenetzplanung wurde von den SWK im Zuge der anstehenden Voruntersuchungen nochmals priorisiert. So sind die Gebiete der Universität (Zone 22) und des Klinikums (Zone 2) erstmal nicht bei den ersten Voruntersuchungen der SWK berücksichtigt. Hinzugekommen sind Bereiche der Altstadt (Zone 4-6), um diese in die gemeinsamen Überlegungen mit Kreuzlingen aufzunehmen. Hierbei steht die Wärmenetz-Realisierung unter Nutzung der Seewasserwärme und Abwärme der Kehrrichtverbrennungsanlage Thurgau im Fokus. Es ist im Vergleich zur ursprünglichen Wärmenetzplanung also nochmals zu Verschiebungen in der Priorisierung und dem Umfang der Gebiete gekommen. Dies ist die Konsequenz des iterativen Charakters der Wärmenetzplanung – je mehr Informationen hinzukommen, desto präziser werden die Aussagen.

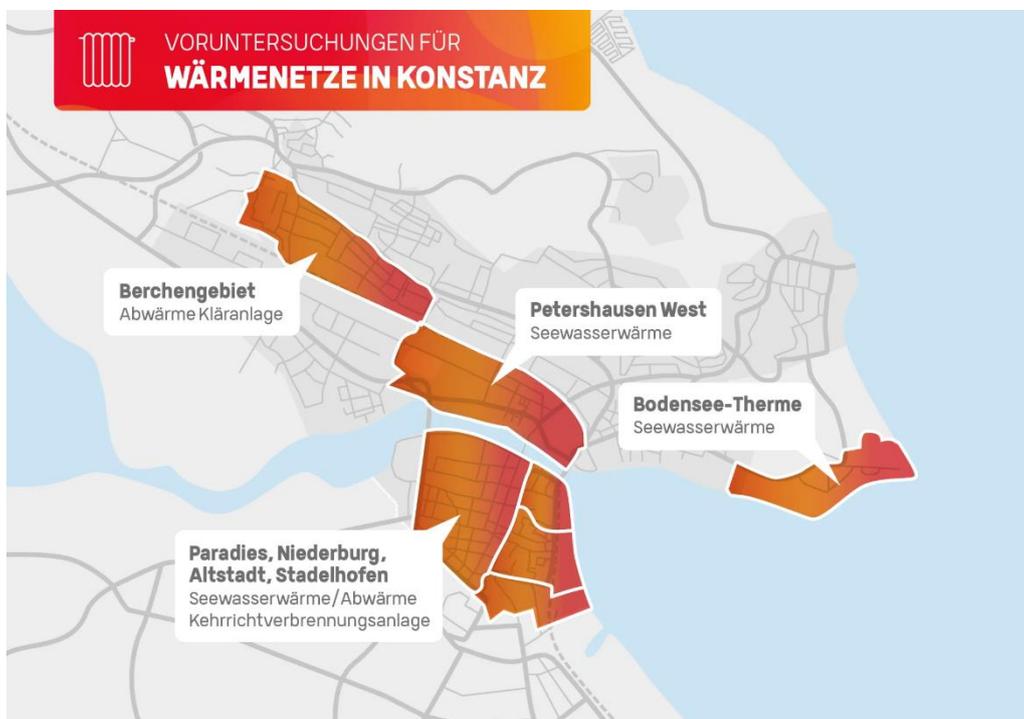


Abbildung 16: aktuelle Wärmenetz-Prioritätsgebiete der Stadtwerke Konstanz (2023)  
(Quelle: Stadtwerke Konstanz)

Im folgenden Abschnitt wird das „Klima-Plus-Szenario“ zur weitgehend klimaneutralen Wärmeversorgung im Stadtgebiet erläutert. Dabei dienen die vorgestellten Ergebnisse der strategischen Wärmenetzplanung (2022) der Stadtwerke Konstanz als Grundlage.

#### **4.2.2 Ergebnisse des Szenarios für Gebiete mit zentraler Wärmeversorgung**

In Anlehnung an die strategische Wärmenetzplanung der Stadtwerke Konstanz werden im „Klima-Plus-Szenario“ die Gebiete, deren Wärmeversorgung laut der Untersuchungen der Stadtwerke für Wärmenetze geeignet sind, perspektivisch auch über Wärmenetze versorgt. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Start der Wärmeversorgung über Wärmenetze schrittweise ab 2030 erfolgt, sodass das Ziel der weitestgehenden Klimaneutralität bis 2035 unter idealen Voraussetzungen (wie sie derzeit noch nicht bestehen) erreicht werden könnte. Ob die Wärmenetze tatsächlich ausgebaut werden, wann ein

Start der Wärmelieferung erfolgen kann und mit welchen Technologien die Wärme für das Netz erzeugt wird, hängt von vielen weiteren Faktoren wie zum Beispiel Förderprogrammen und Finanzierungsmöglichkeiten, Vertriebs Erfolg, Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu dezentralen Alternativen, Personalkapazitäten für Planung und Bau, etc. ab. Die hier vorgestellten Betrachtungen sind lediglich Grobbetrachtungen, die in dezidierten gebietsbezogenen Machbarkeitsstudien präzisiert werden müssen.

In der folgenden Tabelle 7 ist eine gebietsweise Übersicht über die Annahmen für die zentral mit Wärme versorgten Gebiete des „Klima-Plus-Szenarios“ zu finden.

Tabelle 7: Übersicht Annahmen zentral versorgte Gebiete (Stand 2022)

Gebietsnummer in Abbildung 15	Stadtteil	Vorgeschlagene Erzeugungstechnologie
0	Petershausen-Ost / Staad	Seewasserwärme
7	Paradies	Seewasserwärme/ Abwärme Kehrrichtverbrennungsanlage
13	Wollmatingen, Teilgebiet Berchen	Abwärme Kläranlage
2	Petershausen-Ost, Teilgebiet „Klinikum“	Seewasserwärme
3	Petershausen-West	Seewasserwärme
4, 5, 6	Altstadt	Seewasserwärme/ Abwärme Kehrrichtverbrennungsanlage
14	Petershausen-West / Fürstenberg	Seewasserwärme
22	Universität	Hochtemperaturwärmepumpen (Land plant Seewasserwärmenutzung auf Grundlage der bestehenden Kühlleitung)

In allen Gebieten wird von einer sehr hohen Anschlussquote von 90 % ausgegangen. Zusätzlich dazu wird davon ausgegangen, dass Bestandsgebäude in den zentral versorgten Gebieten, entsprechend den Annahmen in Abschnitt 4.1 saniert werden. Dies bedeutet: Ein Großteil der Gebäude wird mit einer Sanierungsrate von 5 % auf den Standard „Effizienzhaus 55“ energetisch saniert. Nach der energetischen Sanierung beträgt der durchschnittliche Verbrauch der Gebäude 50 kWh pro Quadratmeter und Jahr. Eine Ausnahme bilden hier wieder die denkmalgeschützten Gebäude, die auf den Standard „KfW Denkmal“ saniert werden und nach der Sanierung einen Energieverbrauch von 120 kWh pro Quadratmeter und Jahr haben.

Unter den vorgestellten und überaus anspruchsvollen Annahmen ergeben sich für die zentral mit Wärme versorgten Gebiete die in Abbildung 17 dargestellten Wärmebedarfe nach Energieträgern.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Aktuelle Planungen der Stadtwerke Konstanz sehen vor, dass auch neue Wärmenetze für die Spitzenlastabdeckung noch zu etwa 15 bis 20 Prozent auf fossile Energien zurückgreifen. Inwieweit sich dieser Anteil weiter reduzieren lässt, werden die gebietsbezogenen Machbarkeitsstudien zeigen.

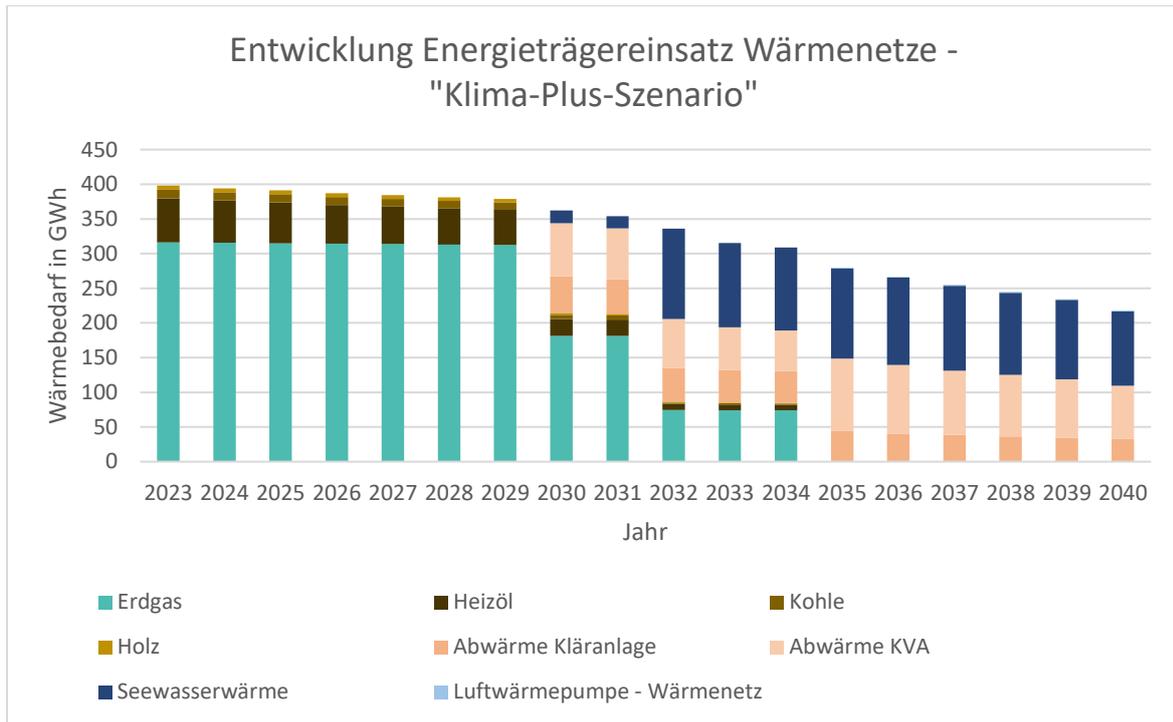


Abbildung 17: Entwicklung des Energieträgereinsatzes Wärmenetze (Prognose bis 2040)  
(Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellungen)

Wie sich die Umstellung der Wärmeversorgung gemäß Abbildung 17 auf die Entwicklung der Treibhausgasemissionen auswirkt, wird in Abschnitt 4.5 betrachtet.

#### 4.2.3 Ergebnisse des Szenarios für Gebiete mit dezentraler Wärmeversorgung

Gebäude in den Gebieten, die nicht mithilfe von Wärmenetzen versorgt werden, sind auf eine dezentrale Wärmeversorgung für die einzelnen Gebäude angewiesen. Hier bietet sich je nach Gegebenheiten eine Versorgung über Luftwärmepumpen, Erdwärmepumpen, Dach-Solarthermie und/oder holzbasierte Wärmeerzeugungsanlagen an, wobei die holzbasierte Lösung aus Nachhaltigkeitsgesichtspunkten die letztmögliche Option darstellen sollte.

In Tabelle 8 ist eine Übersicht zu finden, aus der die notwendigen Rahmenbedingungen sowie die Vor- und Nachteile der einzelnen erneuerbaren Wärmeversorgungstechnologien für dezentral versorgte Gebäude hervorgehen. Welche Technologie technisch und wirtschaftlich geeignet ist, muss durch eine Einzelfallprüfung für das jeweilige Gebäude ermittelt werden.

Tabelle 8: Rahmenbedingungen, Vorteile und Nachteile von dezentralen Wärmeerzeugungstechnologien (Stand 2023)

Technologie	Notwendige Bedingungen	Vorteile	Nachteile
<b>Kessel für feste Biomasse (z. B. Pellets)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geeigneter Raum für Holz-/Pelletlagerung</li> </ul>	+ Regionale Versorgung theoretisch möglich	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Begrenzte Ressource</li> <li>- Holzimporte meist nicht nachhaltig</li> <li>- Mehraufwand wegen Vorgaben zu Feinstaubemissionen</li> </ul>
<b>Luftwärmepumpe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geeigneter Platz für Außenanlage</li> <li>• Möglichst Niedertemperatur-Flächenheizung vorhanden oder nachrüstbar</li> </ul>	+ Keine direkten Treibhausgas-Emissionen + Keine direkte Abhängigkeit von Brennstoffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoher Stromverbrauch, abhängig von Höhe der Vorlauftemperaturen</li> <li>- Schallemissionen</li> </ul>
<b>Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unbebaute, unversiegelte Fläche für Erdwärmekollektor oder -bohrung</li> </ul>	+ Konstante Wärme aus der Erde	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoher Platzbedarf (unversiegelte Fläche von ca. 2,5 x beheizte Fläche) oder hoher Aufwand durch tiefe Bohrungen</li> </ul>
<b>„Klimaneutrales Gas“</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasanschluss oder Flüssiggaskessel</li> </ul>	+ Hohe Temperaturen können effizient erzeugt werden + Nutzung der vorhandenen Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bislang nicht/kaum verfügbar</li> <li>- Auch künftig extrem eingeschränkte Verfügbarkeit für den Wärmemarkt</li> <li>- deutlich höhere Wärmeerzeugungskosten als bei Stromnutzung in Verbindung mit Wärmepumpen</li> </ul>
<b>Solarthermie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geeignete Dachfläche</li> <li>• Wärmespeicher</li> </ul>	+ Kaum Betriebskosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Großer Platzbedarf für Speicher bei umfassender Nutzung</li> <li>- Redundanz für sonnenfreie Zeit notwendig</li> </ul>

### Exkurs: Nutzung von Biomasse

Die Nutzung von Biomasse wird von der Stadtverwaltung Konstanz und vielen weiteren Akteuren der Energiewirtschaft kritisch gesehen. Grund dafür ist, dass die Nutzung von Biomasse mehrere Nachteile mit sich bringt. Bei der Verbrennung von Holz oder Pellets werden klima- und gesundheitsschädliche Treibhausgas- und Feinstaubemissionen freigesetzt. Bei der Nutzung von Biomassepflanzen kann es zur Flächenkonkurrenz mit Nahrungsmitteln kommen, sowie zu ökologischen Problemen durch die Bewirtschaftung in Monokulturen (Verlust von Lebensräumen, Bodenerosion, etc.) (Sustainability Success, 2023). Außerdem wird Biomasse eher in landwirtschaftlichen Regionen gewonnen, während der Energiebedarf vorwiegend in dicht besiedelten Gebieten vorhanden ist. Dies führt teilweise zu ökologisch schädlichen, langen Transportwegen (go climate, 2023). Insgesamt ist nachhaltig erzeugte Biomasse bei Weitem nicht in dem Umfang verfügbar, der für eine Dekarbonisierung der Wärmeversorgung erforderlich wäre.

Die Gebiete, die bis mindestens 2040 mit einer hohen Wahrscheinlichkeit überwiegend mit dezentralen Erzeugungsoptionen versorgt werden müssen, sind in Abbildung 18 abgebildet. Diese Einteilung ist, wie bereits im Abschnitt 4.2.2 erwähnt, aber eine Momentaufnahme aus heutiger Sicht und kann sich je nach technischer Entwicklung, Sanierungsstand der Gebäude und politischen Rahmenbedingungen verändern.

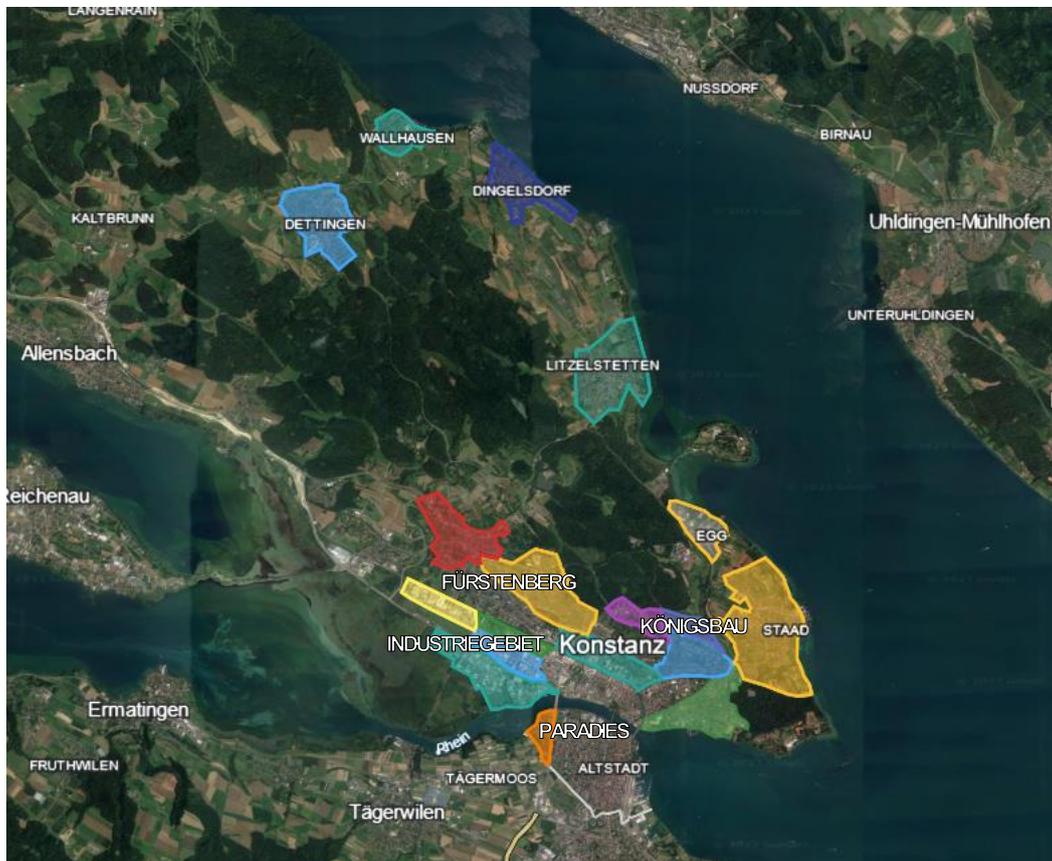


Abbildung 18: Stadtgebiete, die im Szenario dezentral versorgt werden (Stand 2023, Ansicht: Google Earth)

Die Annahmen für die Umstellung der Wärmeversorgung wurden im Wesentlichen aus dem „Klima-Plus-Szenario“ der Konstanzer Klimaschutzstrategie und dem „Klimaschutzszenario“ des Energienutzungsplans 2018 übernommen. Dabei werden folgende Annahmen zu Grunde gelegt:

- Bei allen Gebäuden werden die in Abschnitt 4.1 vorgestellten Annahmen für energetische Sanierungen zu Grunde gelegt. Mit einer Sanierungsrate von 5 % werden alle Bestandsgebäude (mit wenigen Ausnahmen/Denkmalschutz) auf den Standard Effizienzhaus 55 saniert und verbrauchen nach der Sanierung 50 kWh pro Quadratmeter und Jahr.
- Neubaugebiete werden bezüglich ihres Wärmebedarfs berücksichtigt, wobei vom Standard KfW-Effizienzhaus 40 ausgegangen wird. Der Verbrauch beträgt dementsprechend durchschnittlich 40 kWh pro Quadratmeter und Jahr.
- Die Bevölkerung von Konstanz steigt bis 2050 auf 100.000 EinwohnerInnen an, der Energieverbrauch steigt entsprechend anteilig.
- Alle Gebäude werden, priorisiert durch das Alter der Wärmeerzeugungsanlage, mit einer jährlichen Austauschrate von 10 % auf eine erneuerbare Wärmeversorgung umgestellt. Dabei kommen die folgenden Technologien zum Einsatz:
  - Gebäude mit einem Wärmebedarf von unter 20.000 kWh im Jahr werden mit Erdwärmepumpen, die Wärme durch Erdwärmesonden beziehen, versorgt.

- Die Gebäude, deren Wärmebedarf zum obersten Viertel gehört, werden aus einem Hybridsystem aus Wärmepumpe (65 %) und – in der Perspektive – „klimaneutralem Gas“ (35 %) versorgt.
- Die verbleibenden Gebäude in den dezentralen Gebieten werden mit einer Luftwärmepumpe ausgestattet.

Die Ergebnisse der Energiemengen nach Energieträgern für die dezentral versorgten Gebiete des Klima-Plus-Szenarios sind in Abbildung 19 zu sehen. Hierbei wird deutlich, dass im Zieljahr 2040 gemäß Szenario ein Großteil (74 %) des Wärmebedarfs in den dezentral mit Wärme versorgten Gebieten durch Luftwärmepumpen gedeckt wird, gefolgt von „klimaneutralem Gas“ (22 %) und Erdwärmepumpen (4 %). Der Anteil Erdwärmepumpen im Bestand fällt auch deshalb relativ gering aus, weil nur bei Gebäuden mit vergleichsweise geringem Wärmebedarf davon ausgegangen wurde, dass diese über ausreichend Freiraum für die nachträglichen Erdwärmebohrungen verfügen. Gegebenenfalls kann der Geothermie-Anteil höher ausfallen, insbesondere wenn künftig vermehrt öffentliche Freiflächen für Geothermiebohrungen zur Verfügung gestellt werden sollten.

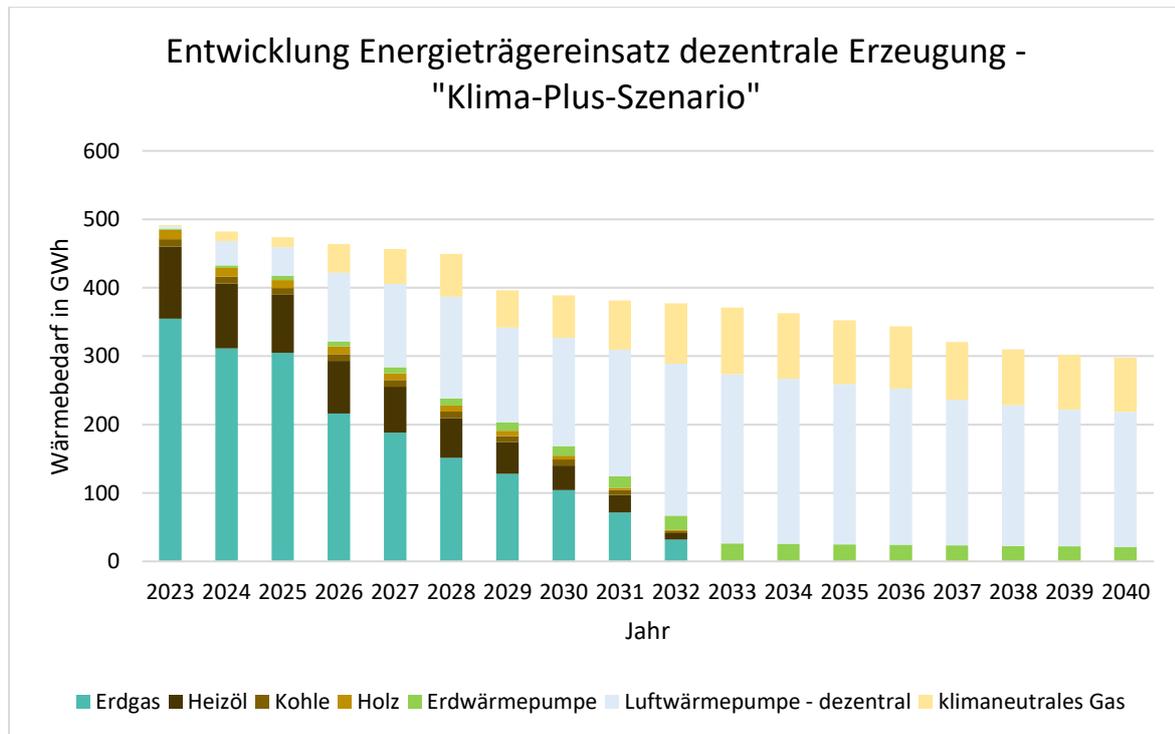


Abbildung 19: Entwicklung des Energieträgereinsatzes: dezentrale Erzeugung – „Klima-Plus-Szenario“ bis 2040 (Quelle: eigene Berechnungen und Darstellungen)

#### 4.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse des Klima-Plus-Szenarios im Bereich Wärme

Werden die vorgestellten Ergebnisse für die zentralen und dezentralen Gebiete zusammengeführt, so ergibt sich die in Abbildung 20 dargestellte Aufteilung nach Energieträgern.

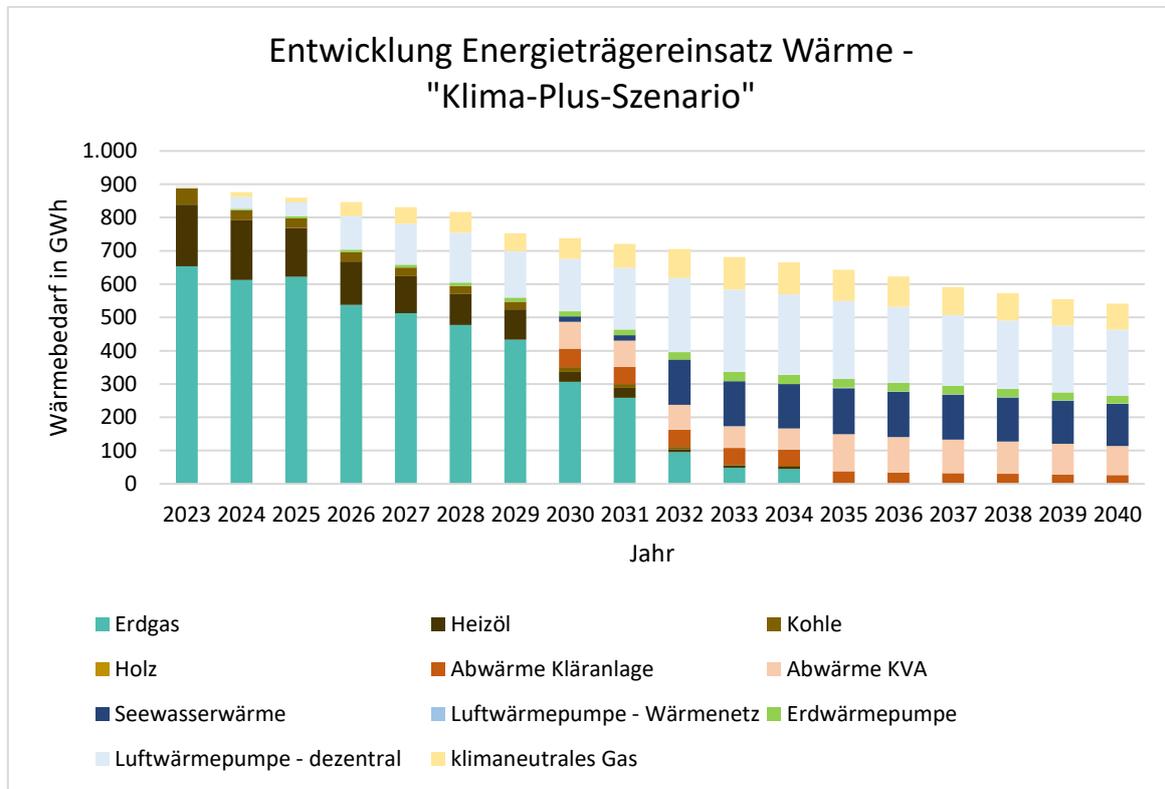


Abbildung 20: Entwicklung des Energieträgereinsatzes Wärme – „Klima-Plus-Szenario“ bis 2040 (Quelle: eigene Berechnungen und Darstellungen)

Deutlich wirken sich die angenommenen Umstellungen der Wärmeversorgung auf die Treibhausgasemissionen aus. Abbildung 21 zeigt die Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Bereich Wärme unter den vorgestellten Annahmen. Dabei wird ersichtlich, dass auch nach 2035 durch den Strombedarf der Wärmepumpen noch Treibhausgasemissionen entstehen. Auch im Falle erwartbarer Verfügbarkeitsengpässe beim „klimaneutralen Gas“ würden über 2035 hinaus zusätzliche Treibhausgasemissionen entstehen. Wie Treibhausgasemissionen im Stromsektor vermieden werden können, wird in Abschnitt 4.4 beleuchtet.

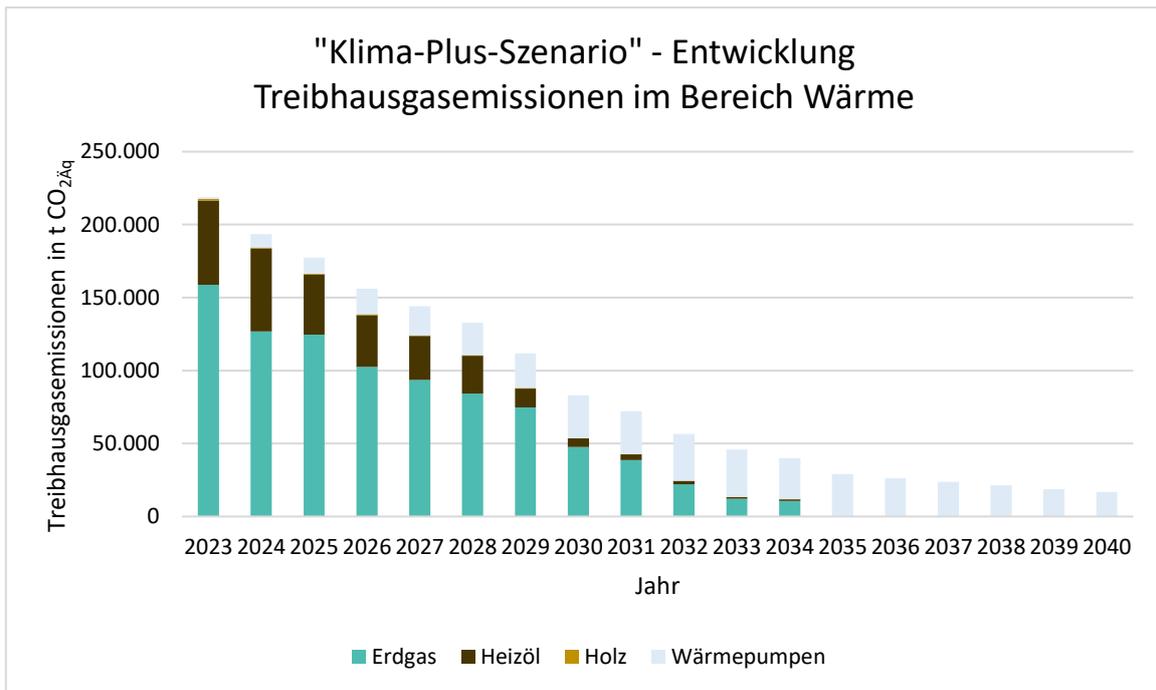


Abbildung 21: Energieträgereinsatz und Treibhausgasemissionen des Wärmesektors im "Klima-Plus-Szenario" bis 2040 (Quelle: eigene Berechnungen und Darstellungen)

### Exkurs: Gebiete, in denen das Erdgasnetz zurückgebaut werden kann

Um eine weitgehende Klimaneutralität zu erreichen, wird ein Rückbau bzw. eine Abschaltung des bestehenden Erdgasnetzes, mindestens in bestimmten Gebieten, erforderlich werden. Dies betrifft insbesondere Gebiete, in welchen ein Wärmenetz verlegt wird und somit der Parallelbetrieb des Erdgasnetzes unwirtschaftlich wird. In anderen Gebieten ist theoretisch auch eine Umstellung auf erneuerbare Gase denkbar. Eine solche „Umstellung“ unterliegt jedoch extrem hohen Hürden, die sich von der Verfügbarkeit und den Preisen über die technischen Voraussetzungen bis hin zur Umstellung beim Endverbraucher erstrecken. Laut einem Entwurf der EU-Gasrichtlinie aus dem Jahr 2021 bestehen deshalb für die existierenden Gasnetze folgende Optionen (European Commission, 2021):

- Beendigung der Durchleitung von Erdgas bis spätestens 2040 und Rückbau der entsprechenden Netze;
- (Theoretische) Nutzung des Netzes für eine Versorgung von Gebäuden mit klimaneutralem Gas bzw. Wasserstoff. Hierbei muss der Betrieb der Wasserstoffversorgung rechtlich vom Betrieb des Erdgasnetzes entflochten (vollständige Entflechtung bis spätestens 2030) sowie die technischen Gegebenheiten des Netzes und der technischen Anlagen berücksichtigt werden.

Es wird empfohlen, die Erdgasnetze an den Stellen prioritär abzuschalten und ggf. zurückzubauen, bei denen Anschlussmöglichkeiten an ein Wärmenetz bestehen oder geschaffen werden. Dabei sollte der geplante Zeithorizont frühzeitig kommuniziert werden. Dadurch kann auch die Motivation für den Anschluss an ein auf erneuerbaren Energien basierendes Wärmenetz gesteigert werden. In welchen Gebieten und mit welchen Vorlaufzeiten das Erdgasnetz abgeschaltet wird, sollte deshalb gemeinsam mit der Strategie zum Ausbau der Wärmenetze ausgearbeitet und entsprechend parallel zum Ausbau der Wärmenetze umgesetzt werden.

### Exkurs zur Verfügbarkeit von Wasserstoff für die Wärme- und Stromerzeugung in Konstanz

Zur Verfügbarkeit grünen Wasserstoffs in Konstanz (Wasserstoff aus „Power-to-gas-Anwendungen“) trifft bereits die Konstanzer Klimaschutzstrategie Aussagen (Klimaschutzstrategie 2021, S. 85). Grundsätzlich befindet sich Konstanz ähnlich wie mit seiner Gaszuleitung nicht an einem zentralen Punkt, sondern in der Peripherie. Eine Verfügbarkeit grünen Wasserstoffs über entsprechende Leitungen ist wiederum zunächst eher dort zu erwarten, wo der Wasserstoff für entsprechende industrielle Prozesse zwingend benötigt wird und das sogenannte „Wasserstoff-Kernnetz“ ausgebaut wird. Selbst an solchen Orten bleibt abzuwarten, ob/wie viel für die Wärme- und Stromnutzungen in Gebäuden übrig bleibt und zu welchem Preis.

Die Wärmewende in Konstanz wird folglich in den kommenden Jahren überwiegend auf Basis anderer Lösungsansätze erfolgen müssen. Ob es sich für verbliebene Gebäude und eventuelle industrielle Nutzungen in späteren Jahrzehnten noch lohnt, eine Wasserstoffleitung bis Konstanz zu legen, kann in etwa alle fünf Jahre erneut evaluiert werden.

### 4.3 Szenarien für die Entwicklung des Strombedarfs

Für die Prognose der Entwicklung des Strombedarfs wurde die Studie „Entwicklung des Bruttostromverbrauchs bis 2030“, die u. a. von der Prognos AG im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums erstellt wurde (Prognos AG et al, 2021), herangezogen. Die dort für das gesamte Bundesgebiet getroffenen Annahmen wurden anhand des Stromverbrauchs für die Stadt Konstanz heruntergerechnet. Vom gesamtdeutschen Stromverbrauch von ca. 624 TWh/a entfallen ca. 0,277 TWh/a auf die Stadt Konstanz, das entspricht ca. 0,04 % des gesamtdeutschen Strombedarfs. Vor diesem Hintergrund wurde folgende Bewertung und Übertragung der Annahmen der Studie auf das Stadtgebiet Konstanz vorgenommen:

Table 9: Annahmen für die Entwicklung des Strombedarfs (Grundlage Prognos et al, 2021)

Thema	Entwicklung bis 2030 für Bundesgebiet	Entwicklung bis 2030 für Stadtgebiet Konstanz
E-Mobilität	+ 68 TWh	+ 0,027 TWh
Schienenverkehr	+5 TWh	+ 0,01 TWh
Wasserstoff	+20 TWh	für Stadtgebiet Konstanz nicht relevant
Wärmepumpen	+35 TWh	+ 0,108 TWh (aus Klima-Plus-Szenario Wärmeerzeugung)
Rechenzentren + Batteriefabriken	+13 TWh	für Stadtgebiet Konstanz nicht relevant
Effizienz und Struktureffekte	- 51TWh	- 0,02 TWh
Kraftwerkseigenverbrauch	- 22 TWh	für Stadtgebiet Konstanz nicht signifikant
Sonstige Umwandlung	- 6 TWh	für Stadtgebiet Konstanz nicht relevant

Zusätzlich zu den aus der vorgestellten Studie übernommenen Annahmen wurde davon ausgegangen, dass sich die Entwicklungen nach 2030 linear bis 2040 fortsetzen. Unter den genannten Annahmen ergibt sich die in Abbildung 22 dargestellte Prognose für die Entwicklung des Strombedarfs.

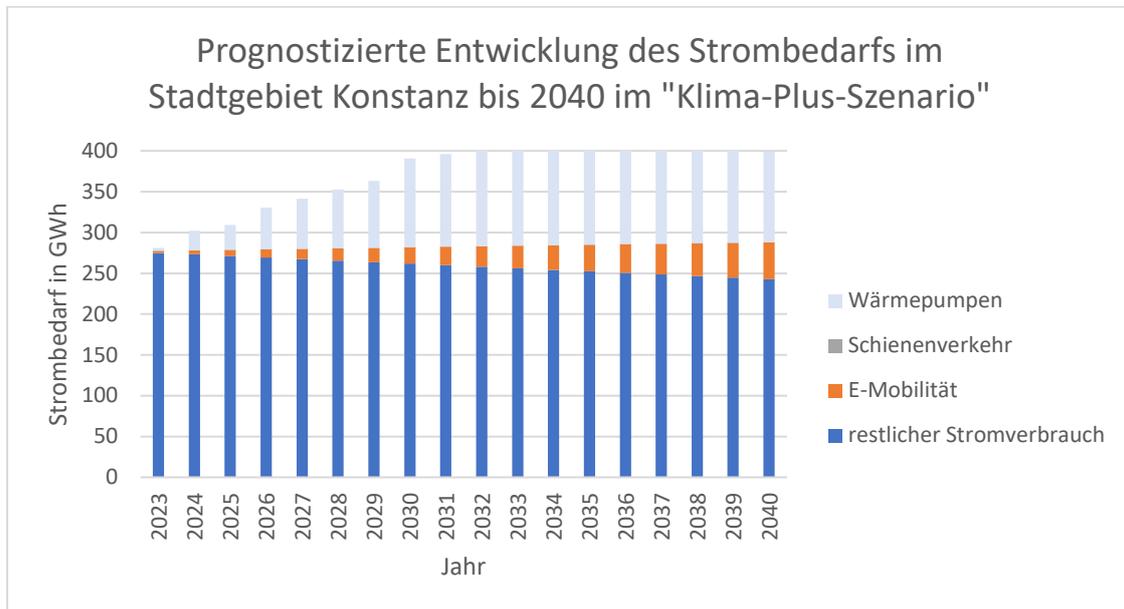


Abbildung 22: Entwicklung Strombedarf Konstanz bis 2040  
(Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellungen)

Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass der Strombedarf zum einen durch effizientere Geräte etwas sinkt, zum anderen durch die Nutzung von Elektroautos und Wärmepumpen deutlich ansteigt. Beim Stromverbrauch durch Wärmepumpen ergibt sich aus den in den Abschnitten 4.2.2 und 4.2.3 vorgestellten Szenarien zum Wärmeverbrauch und Wärmebedarf ein kontinuierlicher Anstieg bis 2033. Ab 2034 sinkt der Stromverbrauch dann leicht durch energetische Sanierungen, bevor er, durch die von Seewasserwärme und Abwärme gespeisten Wärmenetze, die ebenfalls Wärmepumpen benötigen, wieder ansteigt und anschließend wieder durch energetische Sanierungen kontinuierlich sinkt. Insgesamt steigt der Stromverbrauch im „Klima-Plus-Szenario“ bis 2040 um 42 %. Dabei wird im Jahr 2040 ca. 30 % des Stromverbrauchs für Wärmepumpen und ca. 10 % für Elektroautos verwendet. Zu berücksichtigen ist, dass der Strombedarf ohne massive energetische Sanierungen bei einem nahezu vollständigen Umstieg auf Wärmepumpen noch deutlich stärker ansteigen könnte. Würden die Sektoren Mobilität und Wärme ohne bedarfsreduzierende Maßnahmen vollständig auf Strom umgestellt, kommt der „Klimaschutz im Bundestag e. V.“ für Konstanz gar auf eine Verdreifachung des Strombedarfs – hierbei handelt es sich aber um ein sehr unwahrscheinliches „Extremszenario“.

Um den in jedem Szenario deutlich steigenden Strombedarf zu decken, ist auch im Stadtgebiet ein Ausbau von erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen notwendig. Welche Optionen es dafür gibt, wird im nächsten Abschnitt beleuchtet.

#### 4.4 Szenarien für eine Entwicklung zur klimaneutralen Stromerzeugung

In den Szenarien zur klimaneutralen Stromerzeugung soll ermittelt werden, welcher Anteil des Strombedarfs durch erneuerbare Stromerzeugungsanlagen im Stadtgebiet Konstanz potenziell gedeckt werden kann. Dazu wurde ermittelt, wie hoch das Potenzial der Stromerzeugung durch Dachflächen-Photovoltaikanlagen im Stadtgebiet Konstanz ist. Hierbei wurden die Dächer betrachtet, die keine Unebenheiten (wie z.B. Dachfenster oder Gauben) haben und die nicht verschattet sind. Da bei Gebäuden mit Denkmalschutz Photovoltaikanlagen auf den Dächern einer Genehmigung der Unteren Denkmalbehörde bedürfen, wurde bei der Analyse zwischen denkmalgeschützten und nicht denkmalgeschützten Gebäuden im Stadtgebiet Konstanz unterschieden. Grundsätzlich orientiert sich die Stadt Konstanz als genehmigende Stelle an den bestehenden Landesleitlinien, die PV-Anlagen in der Regel auch auf denkmalgeschützten Gebäuden ermöglichen sollen (Staatsministerium Baden-Württemberg, 2022).

Um ein Szenario für den Ausbau der Photovoltaikanlagen zu erstellen, wurde davon ausgegangen, dass die Photovoltaikanlagen auf Dachflächen bis Ende 2034 kontinuierlich ausgebaut werden, bis 80 % des Solarpotenzials auf Dachflächen genutzt werden. Damit könnten gemäß Energienutzungsplan 2018 ca. 95 GWh im Jahr erzeugt werden.

In Abbildung 23 sind die Ergebnisse des Szenarios unter den genannten Annahmen dargestellt, dabei wurden auch die bestehenden Stromerzeugungsanlagen berücksichtigt. Aus der Abbildung ist zu erkennen, dass auch bei Nutzung des örtlichen Dachflächen-Solarpotenzials zu 80 % lediglich ca. 38 % des Strombedarfs im Stadtgebiet Konstanz durch Photovoltaikanlagen im Stadtgebiet gedeckt werden können. Der restliche Strombedarf muss durch Photovoltaikanlagen auf Freiflächen und durch importierten Strom gedeckt werden.

Laut der Konstanzer Klimaschutzstrategie soll die Leistung der Photovoltaikanlagen im Stadtgebiet bis 2035 insgesamt 150 MWp betragen. Über geeignete Dachflächen ergibt sich, auf der Grundlage der Laserscandaten der Gebäude und unter Berücksichtigung gesteigerter Wirkungsgrade der Solarpanels seit der Erstellung des Energienutzungsplans 2018, ein theoretisches Potenzial von 134 MWp. Wird davon ausgegangen, dass dieses Potenzial zu 80 % genutzt wird, so ergibt sich neu eine mögliche Leistung von Dachflächen-Photovoltaikanlagen in Höhe von 107 MWp. Nimmt man vereinfachend eine tatsächliche Realisierung von 100 MWp an, besteht eine Differenz von etwa 50 MWp, die auf Freiflächen erzeugt werden müsste, um die Ziele des „Klima-Plus-Szenarios“ zu erreichen. Unter der Annahme, dass die Installation von 1 MWp Photovoltaik-Freiflächenanlage etwa einen Hektar Fläche benötigt (Carmen e.V., 2022), sind etwa 50 Hektar für die Erreichung des Ziels der Klimaschutzstrategie nötig. Je weniger Anlagen auf Dachflächen realisiert werden, desto mehr erhöht sich der Druck auf die Freiflächen.

In Abbildung 23 ist zu sehen, wie ein Szenario zur Stromerzeugung mit einer 80-prozentigen Belegung der geeigneten Dachflächen und 50 MWp Freiflächenanlagen aussieht, unter der Annahme, dass sowohl Dachflächen- als auch Freiflächenanlagen bis 2034 linear ausgebaut werden.

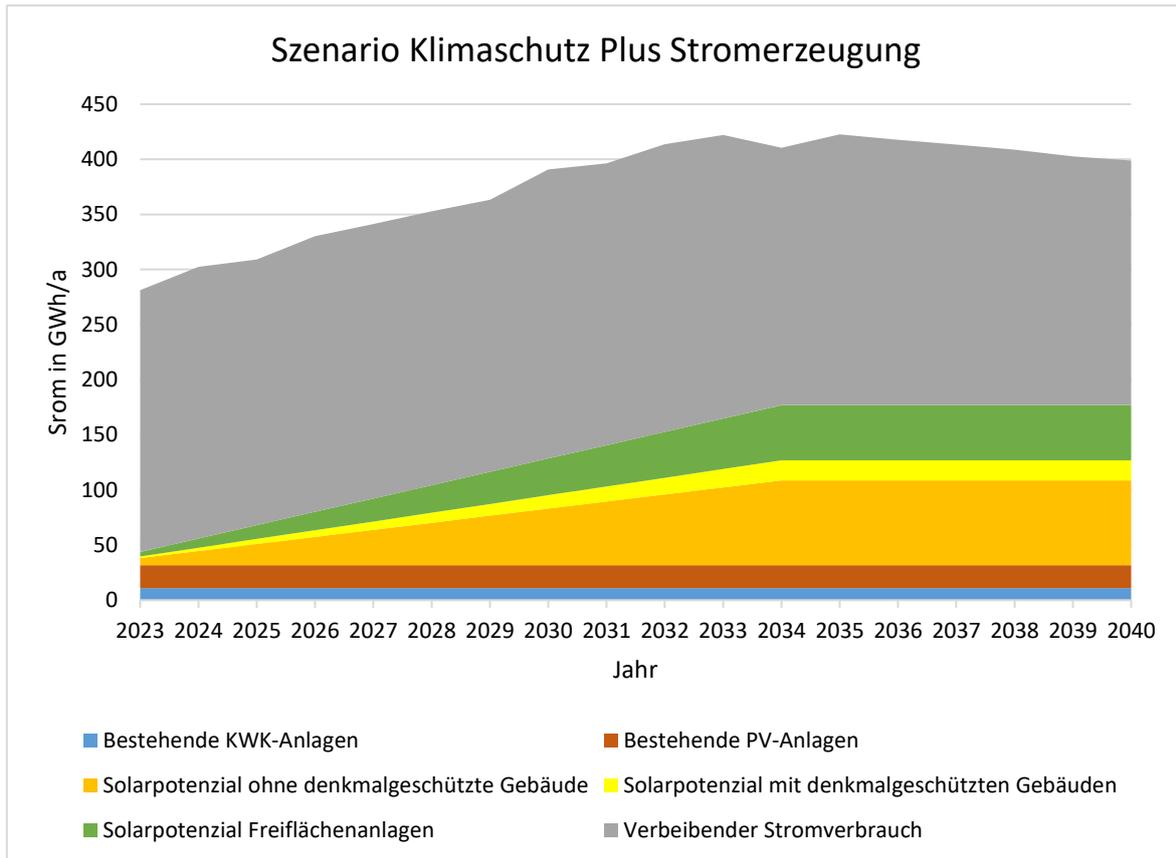


Abbildung 23: Prognostizierter Stromverbrauch/-erzeugung Szenario Klimaschutz Plus bis 2040  
(Quelle: eigene Berechnungen und Abbildungen)

Soll hypothetisch der Strombedarf des gesamten Stadtgebiets Konstanz durch Eigenerzeugung gedeckt werden, so wären beim Strombedarf des Jahres 2021 156 Hektar an Freiflächenanlagen nötig, während es beim gemäß Szenario erwarteten Strombedarf des Jahres 2040 bereits 325 Hektar wären. Dies übersteigt die geeigneten Flächen im Stadtgebiet Konstanz bei Weitem. Auch Herausforderungen durch wetterbedingte Schwankungen und begrenzte Stromnetzkapazitäten machen eine bilanzielle Stromautarkie des Stadtgebiets Konstanz mittels Photovoltaikanlagen aus heutiger Sicht extrem unwahrscheinlich. Konstanz wird – wie auch die meisten anderen deutschen Mittel- und Großstädte – also weiterhin auch von Energielieferungen von außerhalb des eigenen Territoriums abhängen. Der Unterschied besteht darin, dass diese zukünftig verstärkt aus dem regionalen Umland stammen könn(t)en und in geringerem Maße aus Drittstaaten.

#### 4.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Klima-Plus Szenario

Aus den vorgestellten Szenarien kann eine Entwicklung der aus der Energieerzeugung resultierenden Treibhausgasemissionen ermittelt werden. Hier werden, wie bereits in Abschnitt 2.3, wieder die Treibhausgasemissionsfaktoren aus dem Technikkatalog der KEA BW genutzt (KEA BW, 2023). Um zu prüfen, ob die Szenarien den Anforderungen der Klimaschutzziele der Stadt Konstanz gerecht werden, werden die Szenarien der notwendigen Reduzierung der Treibhausgasemissionen zur Erreichung der Klimaschutzziele gegenübergestellt.

Für den Bereich Strom und Wärme ergeben sich die Treibhausgasemissionen aus dem in den Abschnitten 4.2 bis 4.4 vorgestellten Klima-Plus-Szenario. Für den Bereich Verkehr wurde vereinfacht

angenommen, dass die Treibhausgasemissionen durch die Nutzung von klimafreundlichen Mobilitätsformen wie Fußverkehr, Radverkehr, öffentlichem Nahverkehr sowie Elektromobilität bis 2035 kontinuierlich sinken, sodass hier 2035 eine weitgehende Klimaneutralität erreicht ist. Der Klimamobilitätsplan (Veröffentlichung 2024) wird jedoch zeigen, dass gerade im Mobilitätssektor überaus hohe Anstrengungen notwendig sein werden, um bis 2035 zumindest in die Nähe einer Erreichung der politisch gesetzten und klimawissenschaftlich begründeten Zielsetzungen zu kommen.

Die ermittelten Treibhausgasemissionen wurden in Abbildung 24 dargestellt. Aus der Abbildung wird deutlich, dass die ambitionierten Klimaschutzziele bezüglich der Energieerzeugung im Klima-Plus-Szenario nahezu erreicht werden würden. Allerdings gibt es immer noch eine geringe Menge Treibhausgasemissionen durch die Strommengen, die nicht im Stadtgebiet erzeugt werden können und die folglich importiert werden müssen. Da in dem Szenario entsprechend der Vorgaben der KEA BW ein Treibhausgasemissionsfaktor für den Bundesstrommix angenommen wird, der für 2040 mit 0,151 kg/kWh prognostiziert wird, fallen diese Treibhausgasemissionen bilanziell an. Um dennoch eine komplette Klimaneutralität zu erreichen, wird empfohlen, die verbleibenden Treibhausgasemissionen mit Ausgleichsmaßnahmen zu kompensieren. Alternativ müsste der Bund die Anstrengungen zur Dekarbonisierung der Stromversorgung noch weiter beschleunigen.

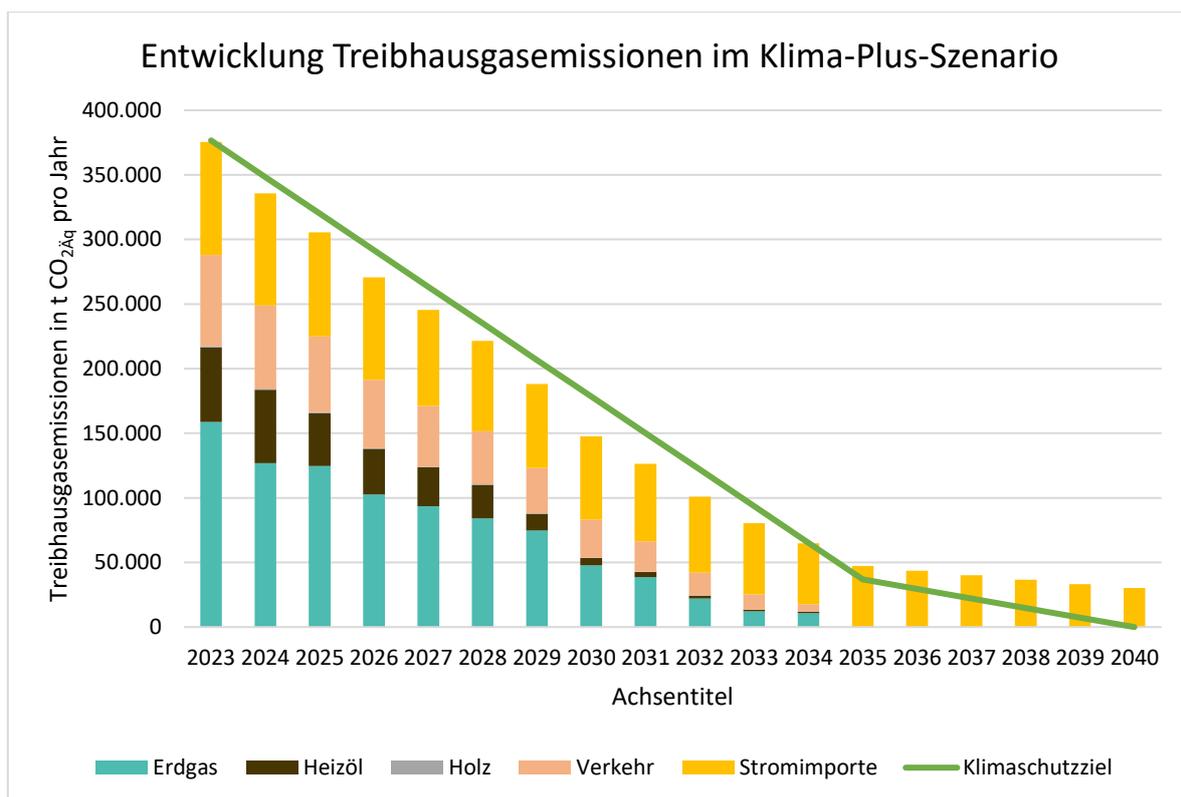


Abbildung 24: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im „Klima-Plus-Szenario“ bis 2040  
(Quelle: eigene Berechnungen und Abbildungen)

#### 4.6 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für 2030 und 2040

Aus den vorgestellten Berechnungen des Klima-Plus-Szenarios kann eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für die Jahre 2030 und 2040 erstellt werden. Aus der Bilanz wird nochmals deutlich, dass die im Klima-

Plus-Szenario verbleibenden Treibhausgasemissionen 2040 lediglich durch die Vorkette der Stromerzeugung aus Biomasse und Photovoltaikanlagen sowie die Stromimporte entstehen. Hier sind die Handlungsmöglichkeiten in Konstanz begrenzt, weshalb z.B. auf Kompensationsmaßnahmen und Zertifikate zurückgegriffen werden müsste, um bilanziell eine vollständige Klimaneutralität zu erreichen. Die dargestellten Restemissionswerte liegen dementsprechend auch leicht über denjenigen aus dem Absenkpfad der Klimaschutzstrategie. Die Klimaschutzstrategie geht davon aus, dass die Emissionen aus den Vorketten deutschlandweit schneller reduziert werden, als dies bislang zum Beispiel für den Bundesstrommix prognostiziert wird.

Tabelle 10: Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz 2030 und 2040

Energie-träger	2030			2040		
	Endener-giemenge	Emissions-faktoren	Emissionen	Endener-giemenge	Emissions-faktoren	Emissionen
	MWh/a	kg/kWh	t/CO <sub>2</sub>		kg/kWh	t/CO <sub>2</sub>
Erdgas	204.733	0,233	47.703	0	0,233	0
Heizöl	18.585	0,311	5.780	0	0,311	0
Biomasse	10.762	0,02	215	0	0,02	0
Strom aus PV	112.888	0,036	4.064	158.937	0,033	5.245
Strom im-portiert	238.762	0,270	64.466	200.144	0,151	30.222
Gesamt	585.729		122.228	359.082		35.467

## 5. Maßnahmenkatalog

Aus den Betrachtungen im Rahmen des vorliegenden Berichts und auf Basis der zuvor erarbeiteten Grundlagen (Energienutzungsplan 2018, Klimaschutzstrategie 2021) wurde eine Wärmewendestrategie mit verschiedenen kurzfristigen und langfristigen Maßnahmen abgeleitet. Diese Strategie besteht im Wesentlichen aus zwei Säulen: Zum einen soll eine Senkung des Wärmebedarfs durch energetische Gebäudesanierungen erreicht werden, zum anderen soll der verbleibende Wärmebedarf mithilfe von Wärmenetzen und dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis regenerativer Energien gedeckt werden. Wie in Abschnitt 4.5 gezeigt, würde die konsequente Umsetzung aller Maßnahmen im Stadtgebiet unter bestimmten Umständen dazu führen, dass die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2040 weitestgehend vermieden werden. Abhängigkeiten nach außen bestehen insbesondere bezüglich der Geschwindigkeit des Ausbaus der erneuerbaren Stromerzeugung bundesweit (inkl. Stromtrassen) sowie bezüglich der Verfügbarkeit von sogenanntem „klimaneutralem Gas“ (vgl. u. a. „Exkurs zur Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff“, Abschnitt 4.2.4).

Um das Ziel der klimaneutralen Energieerzeugung zu erreichen, wurden für die lokale Ebene sowohl kurzfristige als auch langfristige Maßnahmen identifiziert. Die kurzfristigen Maßnahmen sollen dabei spätestens bis fünf Jahre nach Abschluss der Wärmeplanung (also maximal bis einschließlich 2028) gestartet werden und im besten Falle auch in diesem Zeitraum bereits komplett umgesetzt werden. Bei den mittelfristigen Maßnahmen erstreckt sich die Umsetzung bis in die 2030er-Jahre, wobei die Zielsetzungen von Stadt (weitgehende Klimaneutralität 2035) und Land (Klimaneutralität 2040) zu berücksichtigen sind. Auch die mittelfristigen Maßnahmen müssen daher bis zur Erreichung des Ziels der Klimaneutralität kontinuierlich verfolgt und umgesetzt werden.

Die Maßnahmen wurden gemeinsam mit der Stadtverwaltung Konstanz und den Stadtwerken Konstanz erarbeitet und sind somit mit zwei wichtigen lokalen Akteuren im Bereich Energie abgestimmt. Sie basieren zudem auf der Konstanzer Klimaschutzstrategie, an deren Erarbeitung zahlreiche lokale Akteure beteiligt waren und die im Nachgang bereits vielfach im Gemeinderat oder anderweitig öffentlich präsentiert und diskutiert wurde.

Im Folgenden wird ein Überblick über die Maßnahmen im Bereich der Wärmeplanung gegeben, die anschließend in den Abschnitten 5.1 und 5.2 in einzelnen Maßnahmensteckbriefen vorgestellt werden. Bei den Maßnahmensteckbriefen wurden quantitative Kennzahlen, wie zum Beispiel die Reduzierung der Treibhausgasemissionen, bewusst nicht mit angegeben, da es zum Beispiel Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen gibt und die Wirkungen der Maßnahmen sich überschneiden.

### **Kurzfristige Maßnahmen – Start der Umsetzung innerhalb von 5 Jahren**

- 1.1 Erstellung von mindestens drei Machbarkeitsstudien für Gebiete, die potenziell für Wärmenetze geeignet sind und Übertragung der Ergebnisse auf weitere Gebiete
- 1.2 Planung und Aufbau erster Wärmenetze in den Gebieten mit höchster Priorität
- 1.3 Aufbau der klimaneutralen Wärmeversorgung in Neubaugebieten (Hafner, Döbele, ...)
- 1.4 Erweiterung der Produktangebote der Stadtwerke Konstanz und energiewendeadienlicher Handwerkszweige für die dezentrale Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien

- 1.5 Weiterführung der Förderrichtlinie zur energetischen Bestandssanierung und Intensivierung der kostenlosen Beratungsangebote für Heizungstausch und energetische Sanierungen
- 1.6 Beschleunigte Umsetzung energetischer Sanierungen der Gebäudehülle
- 1.7 Austausch von Wärmeerzeugungsanlagen hin zu erneuerbaren Energien
- 1.8 Schrittweise Ertüchtigung des Stromnetzes für den vermehrten Einsatz elektrischer Wärmepumpen sowie die Elektrifizierung des motorisierten Straßenverkehrs

#### **Mittelfristige Maßnahmen – Vollständige Umsetzung bis 2035**

- 2.1 Weitestgehender Verzicht auf die Nutzung von fossilen Brennstoffen zur Wärmeerzeugung
- 2.2 In den definierten Eignungsgebieten: Komplette Versorgung durch Wärmenetze, die zu über 80 % durch erneuerbare Energien gespeist werden
- 2.3 Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze und vollständige Umrüstung der dezentralen Wärmeversorgung auf weitgehend klimaneutrale Lösungen
- 2.4 Vollständige energetische Sanierung aller Gebäudeklassen, die nicht bereits Effizienzniveau A erreicht haben.

Die kurzfristigen und mittelfristigen Maßnahmen werden auf den Folgeseiten steckbriefartig dargestellt.

## 5.1 Kurzfristige Maßnahmen

### Maßnahme 1.1:

**Mindestens drei Machbarkeitsstudien für Gebiete, die potenziell für Wärmenetze geeignet sind und Übertragung der Ergebnisse auf weitere Gebiete**

#### Beschreibung des Gebiets und der Maßnahme:

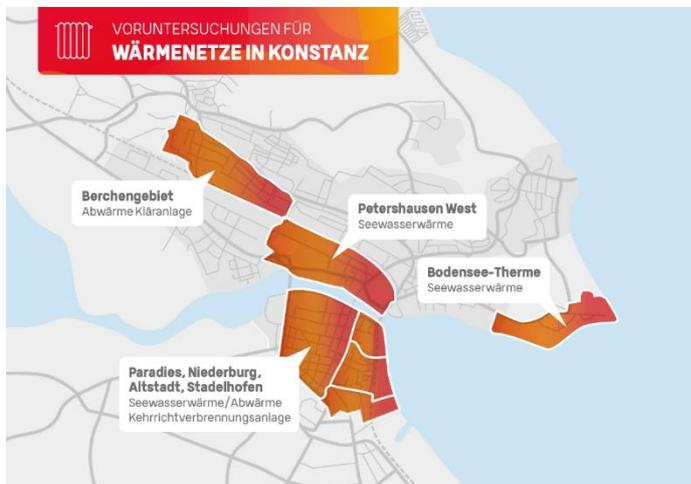
- Im Rahmen der strategischen Wärmenetzplanung der Stadtwerke Konstanz wurden verschiedene Gebiete identifiziert, die für die Wärmeversorgung mit Wärmenetzen geeignet sind;
- In Vorbereitung einer Umsetzung erfolgt schrittweise die Erstellung BEW-geförderter Machbarkeitsstudien. Drei Gebiete werden in 2023/24 mit Machbarkeitsstudien untersucht, weitere Gebiete folgen in den kommenden Jahren (erste Gebiete: Bodenseetherme, Berchengebiet, Konstanz linksrheinisch);
- Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudien sollen auch auf andere Gebiete übertragen werden.

#### Mögliche Förderungen:

- Die Erstellung der Machbarkeitsstudien kann u.a. über das Programm „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ (BEW) vom BAFA gefördert werden (BAFA, 2023).

#### Messgrößen zur Zielerreichung:

- Anzahl der erstellten Machbarkeitsstudien
- Anteil des Wärmebedarfs im Stadtgebiet, der durch die Machbarkeitsstudien abgedeckt wurde.



Eignungsgebiete für Wärmenetze in Konstanz

Grafik: Stadtwerke Konstanz GmbH

#### Zeithorizont zur Umsetzung:

- Die Machbarkeitsstudien sollten sukzessive innerhalb der nächsten Jahre erstellt werden.

#### Verantwortliche Akteure:

- Stadtwerke Konstanz, für die Beauftragung und Erarbeitung der Studien und die nachfolgenden Umsetzungsschritte.

#### Weitere nötige Akteure für eine Umsetzung:

- Stadtverwaltung Konstanz für die Kommunikation und Flankierung mit Vorgaben sowie die frühzeitige Sicherung von Flächen für Technikzentralen;
- GebäudeeigentümerInnen, die sich an das Wärmenetz anschließen.

#### Schritte zur Umsetzung:

- Kommunikation der Wärmenetz-Vorranggebiete und ihrer Priorisierung
- Beantragung von Förderung und Beauftragung durch die Stadtwerke Konstanz
- Kommunikation und Umsetzung der Ergebnisse

**Maßnahme 1.2: Planung und Aufbau erster Wärmenetze in den Gebieten mit höchster Priorität**

**Beschreibung des Gebiets und der Maßnahme:**

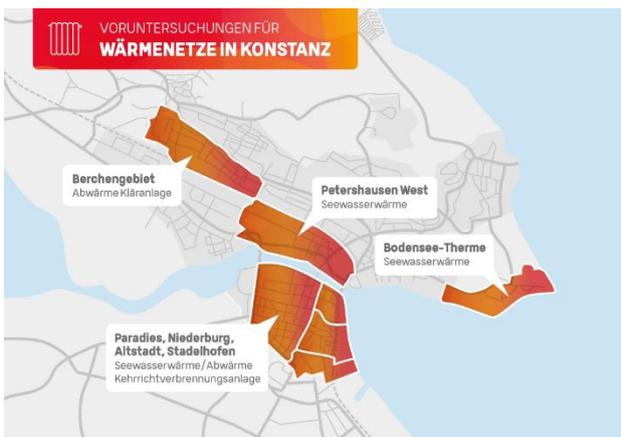
- In den Gebieten, die in der strategischen Wärmenetzplanung der Stadtwerke (4.2.1) als geeignet für Wärmenetze identifiziert wurden, sollen Wärmenetze geplant und aufgebaut werden;
- Dabei sollte mit den Gebieten mit der höchsten Priorität begonnen werden und die gewonnenen Erkenntnisse auch auf die weiteren Gebiete übertragen werden;
- Entsprechend des Klima-Plus-Szenarios sollten alle Wärmenetze bis spätestens 2035 aufgebaut und betriebsfähig sein.

**Mögliche Förderungen:**

- Die Investitionskosten der Wärmenetze können u.a. über das BEW-Programm vom BAFA gefördert werden (BAFA, 2023).
- Weitere Maßnahmen zur Fremdfinanzierung könnten sich als notwendig erweisen.

**Messgrößen zur Zielerreichung:**

- Anteil des Wärmebedarfs im Stadtgebiet, der durch Wärmenetze gedeckt wird;
- Anschlussquoten in Gebieten mit Wärmenetzen.



*Eignungsgebiete für Wärmenetze in Konstanz  
Grafik: Stadtwerke Konstanz GmbH*

**Zeithorizont zur Umsetzung:**

- Die Planung für die Wärmenetze sollte weiter vorangetrieben werden und die Wärmenetze sollten spätestens 2035 vollständig in Betrieb gehen, damit die Klimaschutzziele im Bereich Wärme erreicht werden können.

**Verantwortliche Akteure:**

- Stadtwerke Konstanz, für die Umsetzung der Bauprojekte und den Betrieb
- ggf. weitere Anbieter von Wärmenetzen

**Weitere nötige Akteure für eine Umsetzung:**

- Stadtverwaltung Konstanz für die entsprechenden planungsrechtlichen Rahmenbedingungen
- PlanerInnen und Bauunternehmen für den Bau des Wärmenetzes
- GebäudeeigentümerInnen, die sich an das Wärmenetz anschließen

**Schritte zur Umsetzung:**

- Klärung der Finanzierung des Wärmenetzausbaus allgemein (mit Berücksichtigung der Fördermöglichkeiten);
- Detailplanung der Wärmenetze (finanzielle, technische und rechtliche Aspekte) sowie Kommunikation der jeweils bevorstehenden Ausbauschritte an sämtliche relevanten Akteure;

- Realisierung mittels Beauftragung von Bauunternehmen durch die Stadtwerke Konstanz und ggf. weitere Energieversorgungsunternehmen.

**Maßnahme 1.3: Aufbau klimaneutraler Wärmeversorgung in Neubaugebieten**

**Beschreibung der Maßnahme:**

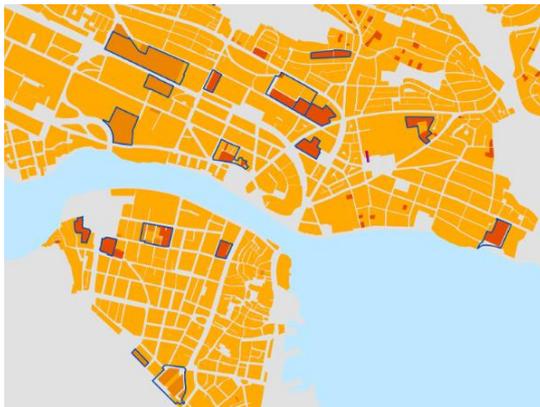
- Aufgrund der steigenden Bevölkerungszahlen in Konstanz soll in den nächsten Jahren und Jahrzehnten in Konstanz eine Vielzahl von Neubauquartieren entstehen (Stadt Konstanz, 2023);
- Diese Quartiere sollen von vornherein über die Jahresbilanz klimaneutral mit Energie versorgt werden, der wichtigste Teil ist dabei die klimaneutrale Wärmeversorgung;
- Als mögliche Wärmequellen sind dabei u. a. Erdwärmepumpen, Abwasserwärmepumpen und Luftwärmepumpen vorgesehen;
- Im Klima-Plus-Szenario wurde die Wärmeversorgung der Neubaugebiete bereits berücksichtigt.

**Mögliche Förderungen:**

- Die Wärmeerzeugungsanlagen können zum Beispiel über die Bundesförderung für effiziente Gebäude gefördert werden (BAFA, 2023).

**Messgrößen zur Zielerreichung:**

- Energieeffizienz des Neubaugebietes anhand des Energieverbrauchs;
- Anteil des Stromverbrauchs, der durch Photovoltaikanlagen gedeckt werden kann.



*Neubaugebiete im Stadtgebiet Konstanz (Ausschnitt)*

**Zeithorizont zur Umsetzung:**

- Schrittweise, jeweils mit dem Bau der entsprechenden Neubaugebiete.

**Verantwortliche Akteure:**

- Stadt Konstanz, für die Sicherung der Zielsetzung z. B. über Energiekonzepte und Verträge
- Stadtwerke Konstanz, für die Planung und Realisierung der Wärmeversorgung
- ggf. weitere Anbieter von Energieversorgungslösungen

**Weitere nötige Akteure für eine Umsetzung:**

- Stadtverwaltung Konstanz für die Festlegung entsprechender Vorgaben (privatrechtlich, baurechtlich usw.);
- Bauunternehmen für die Umsetzung;
- Bauträger, die sich für die entsprechenden Wärmeerzeugungstechnologien entscheiden.

**Schritte zur Umsetzung:**

- Erarbeitung von Energiekonzepten unter Berücksichtigung der städtischen Vorgaben
- Variantenvergleich und Festlegung erneuerbarer Wärmeversorgungslösungen für die verschiedenen Neubaugebiete;
- Detailplanung der Wärmeversorgung in Abstimmung mit den entsprechenden Bauträgern;
- Bauliche Umsetzung.

**Maßnahme 1.4:**

**Erweiterung der Produktangebote der Stadtwerke Konstanz und energiewendenedienlicher Handwerkszweige für die dezentrale Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien**

**Beschreibung der Maßnahme:**

- Um den GebäudeeigentümerInnen die Umstellung auf erneuerbare Wärmeerzeugungsanlagen zu erleichtern, ist ein attraktives Produktangebot nötig;
- Dieses kann aus einem Angebot zu einem Anschluss an ein Wärmenetz bestehen oder aus dezentralen Wärmeversorgungs-lösungen, wie zum Beispiel Luftwärmepumpen, Erdwärmepumpen etc;
- Auch im Bereich der Stromerzeugung sollte es Produktangebote geben, zum Beispiel durch die Solaroffensive zum Ausbau von Photovoltaikanlagen oder ggf. kleinere Blockheizkraftwerke;
- Es ist wichtig, dass das Produktangebot bei der entsprechenden Zielgruppe bekannt gemacht wird und durch attraktive Preise der klimaneutralen Wärmeerzeugungsoptionen Anreize gesetzt werden. Fossile „Alternativen“ sollten ab 2024 nur noch in Ausnahmefällen als Notlösung angeboten werden. Auch das Etablieren eines Gebrauchtmrkts für „Zwischenlösungen“ könnte sich als zielführend erweisen, damit im Falle eines kurzfristigen Heizungsausfalls kein längerfristiger „Lock-in-Effekt“ auf eine neue fossil betriebene Heizungsanlage erfolgt.

**Mögliche Förderungen:**

- Die Wärmeerzeugungsanlagen können zum Beispiel über die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) gefördert werden (BAFA, 2023).

**Messgrößen zur Zielerreichung:**

- Anzahl installierter dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen auf der Basis erneuerbarer Energien



*Beispiel eines Außengerätes einer Luftwärmepumpe*

**Zeithorizont zur Umsetzung:**

- Kontinuierliche Umsetzung bis 2035, um die Klimaschutzziele zu erreichen.

**Verantwortliche Akteure:**

- Stadtwerke Konstanz
- Energiewendenedienliche Handwerksbetriebe
- Stadtverwaltung Konstanz

**Weitere nötige Akteure für eine Umsetzung:**

- GebäudeeigentümerInnen, die sich für die entsprechenden erneuerbaren Energieversorgungs-lösungen entscheiden.

**Schritte zur Umsetzung:**

- Ausweitung und Kommunikation des Produktangebots für erneuerbare Energieversorgung der Stadtwerke Konstanz und weiterer entsprechender Anbieter;
- Schrittweise Umrüstung der Wärmeerzeugungsanlagen und parallele Installation weiterer Photovoltaikanlagen;
- Anstoßen von Gesprächen über das Etablieren einer „Gebrauchtbörse“ für fossile „Zwischenlösungen“, bis ein Wärmenetz ausgebaut oder ein Gebäude „wärmepumpenfähig“ saniert wurde.

**Maßnahme 1.5:**

**Weiterführung der Förderrichtlinie zur energetischen Bestandssanierung sowie Intensivierung der kostenlosen Beratungsangebote für Heizungstausch und energetische Sanierungen**

**Beschreibung der Maßnahme:**

- Über die Energieagentur Kreis Konstanz und die Stadtwerke Konstanz werden bereits kostenlose Beratungsangebote zum Thema Energiesparen, energetische Sanierungen, Strom- und Wärmeversorgung angeboten (Stadt Konstanz, 2023);
- Es wird geraten, diese Angebote innerhalb des Stadtgebiets kostenfrei weiterzuführen und nach Möglichkeit weiter zu intensivieren.

**Mögliche Förderungen:**

- Neben den kostenfreien Angeboten der Stadt Konstanz gibt es unter bestimmten Umständen auch Förderung für Energieberatung von der Bundesregierung (BAFA, 2023).

**Messgrößen zur Zielerreichung:**

- Anzahl in Anspruch genommener Beratungen
- Ein Jahr später: Abfrage der umgesetzten Maßnahmen



*Logo zur Sprechstunde Wärmewende bei der Energieagentur Kreis Konstanz*

**Zeithorizont zur Umsetzung:**

- Regelmäßiges Monitoring und entsprechende Intensivierung der Beratungsangebote

**Verantwortliche Akteure:**

- Energieagentur Kreis Konstanz
- Stadtwerke Konstanz
- Weitere Beratungsstellen wie Verbraucherzentrale etc.

**Weitere nötige Akteure für eine Umsetzung:**

- EinwohnerInnen und GebäudeeigentümerInnen in Konstanz, die das Beratungsangebot annehmen und Empfehlungen umsetzen.

**Schritte zur Umsetzung:**

- Fortführung, Kommunikation und ggf. Intensivierung des Beratungsangebots;
- Umsetzung der Ergebnisse aus der Beratung und entsprechendes Monitoring.

**Maßnahme 1.6: Beschleunigte Umsetzung energetischer Sanierungen der Gebäudehülle**

**Beschreibung der Maßnahme:**

- Wie im Abschnitt 4.1 gezeigt wurde, haben energetische Sanierungen der Gebäudehülle einen enormen Einfluss auf den Wärmebedarf;
- Die Umsetzung umfassender energetischer Sanierungen ist deshalb ein wichtiger Pfeiler für das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung.

**Mögliche Förderungen:**

- Für energetische Sanierungen gibt es Förderungen und Kredite von der KfW-Bank (KfW, 2023) sowie Möglichkeiten der steuerlichen Abschreibung (Bundesfinanzministerium, 2023).

**Messgrößen zur Zielerreichung:**

- Anzahl energetischer Sanierungen im Stadtgebiet



*Gebäude während der Gebäudesanierung*

**Zeithorizont zur Umsetzung:**

- Kontinuierliche Umsetzung erforderlich

**Verantwortliche Akteure:**

- GebäudeeigentümerInnen
- EnergieberaterInnen und Handwerksbetriebe zur Umsetzung der energetischen Sanierungen

**Weitere nötige Akteure für eine Umsetzung:**

- Beratungsstellen zur energetischen Sanierung (Energieagentur, Stadtwerke, etc.)
- Stadt Konstanz
- Landes- und Bundesregierung für die entsprechenden rechtlichen Vorgaben

**Schritte zur Umsetzung:**

- Durchführung von Beratungen zu energetischen Sanierungen;
- Verschärfung gesetzlicher Vorgaben für energetische Sanierungen;
- Umsetzung energetischer Sanierungen.

**Maßnahme 1.7: Austausch von Wärmeerzeugungsanlagen hin zu erneuerbaren Energien**

**Beschreibung der Maßnahme:**

- Um die Transformation zur klimaneutralen Wärmeversorgung umzusetzen, müssen sämtliche Wärmeerzeugungsanlagen mit erneuerbaren Energien betrieben werden;
- Hierzu ist ein sukzessiver Austausch von Wärmeerzeugungsanlagen in nahezu allen Gebäuden im Stadtgebiet notwendig;
- Gebäude sollten entweder an ein Wärmenetz angeschlossen oder direkt vor Ort auf eine erneuerbare Wärmeerzeugungstechnologie umgerüstet werden;
- Das Moratorium Kesselsersatz der Konstanzer Klimaschutzstrategie und die bevorstehende Novelle des Gebäudeenergiegesetzes bedeuten: Kesseltausch „fossil gegen fossil“ ist in der Regel ausgeschlossen (Gaskessel sind allenfalls noch für Spitzenlasten und als temporäre Notlösung bis zum Anschluss an einen in Aussicht gestellten Wärmenetzanschluss erlaubt).

**Mögliche Förderungen:**

- Für den Austausch von Wärmeerzeugungsanlagen gibt es Zuschüsse über die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) (BAFA, 2023) sowie Möglichkeiten der steuerlichen Abschreibung (Bundesfinanzministerium, 2023).

**Messgrößen zur Zielerreichung:**

- Anteil erneuerbar erzeugter Wärme im Stadtgebiet



**Zeithorizont zur Umsetzung:**

- Kontinuierliche Umsetzung erforderlich

**Verantwortliche Akteure:**

- GebäudeeigentümerInnen;
- Stadtwerke Konstanz und energiewendende Handwerksbetriebe zur Installation der erneuerbaren Wärmeerzeugungsanlagen.

**Weitere nötige Akteure für eine Umsetzung:**

- Stadtverwaltung Konstanz;
- Landes- und Bundesregierung für die entsprechenden verpflichtenden Vorgaben zum Einbau von erneuerbaren Heizungsanlagen.

**Schritte zur Umsetzung:**

- Verschärfung gesetzlicher Vorgaben für die Nutzung von fossilen Wärmeerzeugungsanlagen;
- Planung der Umrüstung der Wärmeerzeugungsanlagen durch EnergieberaterInnen oder Fachbetriebe;
- Austausch der entsprechenden Wärmeerzeugungsanlagen.

**Maßnahme 1.8:**

**Schrittweise Ertüchtigung des Stromnetzes für den vermehrten Einsatz elektrischer Wärmepumpen sowie die Elektrifizierung des Straßenverkehrs**

**Beschreibung des Gebietes und der Maßnahme:**

- Wie in Abschnitt 4.3 gezeigt, wird der Strombedarf deutlich ansteigen, u. a. aufgrund der zusätzlichen Bedarfe durch Elektromobilität und Wärmepumpen.
- Um diesen Strombedarf zu decken, muss zum einen die regenerative Stromerzeugung massiv ausgebaut werden, zum anderen muss das Stromnetz ertüchtigt werden, um die zusätzlichen Stromlasten zu transportieren.

**Mögliche Förderungen:**

- Der Ausbau der Stromnetze wird über die Stromnetzbetreiber von der Bundesregierung gefördert (BMWK, 2023).

**Messgrößen zur Zielerreichung:**

- Zusätzliche Kapazitäten im Stromnetz



**Zeithorizont zur Umsetzung:**

- Kontinuierliche Umsetzung erforderlich, verstärkter Ausbau bis 2035 um die Klimaschutzziele zu erreichen.

**Verantwortliche Akteure:**

- Stadtwerke Konstanz als Verteilnetzbetreiber

**Weitere nötige Akteure für eine Umsetzung:**

- Unterstützung der passenden wirtschaftlichen und planerischen Rahmenbedingungen auf verschiedenen Ebenen im föderalen System.

**Schritte zur Umsetzung:**

- Detaillierte Abschätzung des zukünftigen Strombedarfs;
- Sukzessiver Ausbau der Stromnetze.

## 5.2 Mittelfristige Maßnahmen

### Maßnahme 2.1:

#### Weitestgehender Verzicht auf die Nutzung fossiler Brennstoffe zur Wärmeerzeugung

##### Beschreibung der Maßnahme:

- Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, muss bei der Energieerzeugung komplett auf fossile Brennstoffe verzichtet werden.
- Wie bereits in Maßnahme 1.7 erwähnt, ist hierzu ein sukzessiver Austausch hin zu erneuerbaren Wärmeerzeugungsanlagen nötig.
- Die Gebäude im Stadtgebiet Konstanz sollten möglichst bis 2035 entweder an ein Wärmenetz, das mit erneuerbaren Energien betrieben wird, angeschlossen werden oder durch eine erneuerbare Wärmeerzeugungsanlage dezentral versorgt werden.
- Mögliche Vorschläge dafür finden sich in den Szenarien in den Abschnitten 4.2.2. – 4.2.4 und 4.4.

##### Mögliche Förderungen:

- Die Wärmeerzeugungsanlagen können zum Beispiel über die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) gefördert werden (BAFA, 2023).

##### Messgrößen zur Zielerreichung:

- Anzahl installierter dezentraler Wärmeerzeugungsanlagen auf der Basis erneuerbarer Energien



*Erdgas-Kraftwerk*

##### Zeithorizont zur Umsetzung:

- Kontinuierliche Umsetzung bis 2035, um die Klimaschutzziele zu erreichen

##### Verantwortliche Akteure:

- GebäudeeigentümerInnen;
- Stadtwerke Konstanz und energiewendenden Handwerksbetriebe zur Installation der erneuerbar betriebenen Wärmeerzeugungsanlagen.

##### Weitere nötige Akteure für eine Umsetzung:

- Verschiedene Ebenen von Verwaltung und Politik für entsprechende Vorgaben und Genehmigungen.

##### Schritte zur Umsetzung:

- Verschärfung von gesetzlichen Vorgaben für die Nutzung von fossil betriebenen Wärmeerzeugungsanlagen (Bund);
- Planung der Umrüstung der Wärmeerzeugungsanlage durch EnergieberaterInnen oder Fachbetriebe;
- Umrüstung der entsprechenden Wärmeerzeugungsanlagen.

**Maßnahme 2.2:**

**Versorgung der Eignungsgebiete durch Wärmenetze, die zu mindestens 80 % aus erneuerbaren Energien gespeist werden**

**Beschreibung der Maßnahme:**

- Gebiete, die laut Abschnitt 4.2.1 für Wärmenetze geeignet sind, sollten bis spätestens 2035 durch Wärme aus Wärmenetzen versorgt werden;
- Diese Wärmenetze sollten zu mindestens 80 % aus erneuerbaren Energien gespeist werden;
- Mögliche Wärmeerzeugungsoptionen sind in Abschnitt 4.2.1 und 4.2.2 zu finden.

**Mögliche Förderungen:**

- Die Investitionskosten der Wärmenetze können u. a. über das BEW-Programm vom BAFA gefördert werden (BAFA, 2023);
- Weitere Maßnahmen zur Fremdfinanzierung könnten sich als notwendig erweisen.

**Messgrößen zur Zielerreichung:**

- Anteil des Wärmebedarfs im Stadtgebiet, der durch Wärmenetze gedeckt wird;
- Anschlussquoten in Gebieten mit Wärmenetzen.

**Zeithorizont zur Umsetzung:**

- Die Planung der Wärmenetze sollte mit höchster Priorität vorangetrieben werden und die Wärmenetze sollten spätestens 2035 in Betrieb gehen, damit die Klimaschutzziele im Bereich Wärme erreicht werden können.

**Verantwortliche Akteure:**

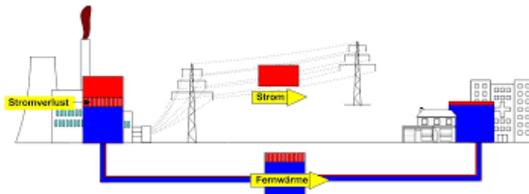
- Stadtwerke Konstanz für Bau und Betrieb der Wärmenetze
- ggf. weitere Unternehmen und/oder Genossenschaften zum Bau und Betrieb von Wärmenetzen

**Weitere nötige Akteure für eine Umsetzung:**

- Stadtverwaltung Konstanz für die entsprechenden flankierenden Regelungen
- Landratsamt bzgl. natur- und wasserrechtlicher Genehmigungen
- Bauunternehmen für den Bau der Wärmenetze

**Schritte zur Umsetzung:**

- Detailplanung der Wärmenetze;
- Beantragung von Förderungen und Beauftragung von Bauunternehmen durch die Stadtwerke Konstanz und ggf. weiterer Energieversorgungsunternehmen;
- Kommunikation und Umsetzung der Ergebnisse.



Schema zum Aufbau eines Wärmenetzes

**Maßnahme 2.3:**

**Vollständige energetische Sanierung aller Gebäudeklassen, die nicht bereits Effizienzniveau A erreicht haben**

**Beschreibung des Gebiets und der Maßnahme:**

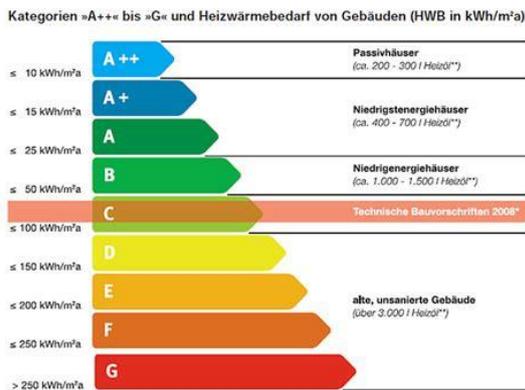
- Wie in Abschnitt 4.1 gezeigt, hat die energetische Sanierung einen signifikanten Einfluss auf den Wärmebedarf;
- Um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, sind deshalb umfassende Sanierungen im Stadtgebiet notwendig;
- Ziel ist es, dass alle Gebäude Effizienzniveau A, das heißt einen Wärmeverbrauch von unter 50 kWh pro Quadratmeter und Jahr, erreichen.

**Mögliche Förderungen:**

- Für energetische Sanierungen gibt es Förderungen und Kredite von der KfW-Bank (KfW, 2023) sowie Möglichkeiten der steuerlichen Abschreibung (Bundesfinanzministerium, 2023).

**Messgrößen zur Zielerreichung:**

- Anzahl energetischer Sanierungen im Stadtgebiet



*Bild eines Gebäudeenergieausweises*

**Zeithorizont zur Umsetzung:**

- Kontinuierliche Umsetzung erforderlich

**Verantwortliche Akteure:**

- GebäudeeigentümerInnen
- EnergieberaterInnen und Handwerksbetriebe zur Umsetzung der energetischen Sanierungen

**Weitere nötige Akteure für eine Umsetzung:**

- Beratungsstellen für die Beratung zu energetischen Sanierungen, z.B. Energieagentur und Stadtwerke
- Stadt Konstanz, landes- und Bundesregierung für die entsprechenden rechtlichen Rahmenbedingungen

**Schritte zur Umsetzung:**

- Durchführung von Beratungen zu energetischen Sanierungen
- Verschärfung von gesetzlichen Vorgaben für energetische Sanierungen
- Umsetzung der energetischen Sanierungen

## Fazit

Durch die kommunale Wärmeplanung, die gleichzeitig die Aktualisierung des Energienutzungsplans 2018 darstellt, konnten die Erkenntnisse vorangegangener Studien zur Energieversorgung im Stadtgebiet Konstanz aktualisiert und konkretisiert sowie die Vorgaben des KlimaG BW erfüllt werden. Aus der Bestandsanalyse (Abschnitt 2) der Wärmeplanung wird ersichtlich, dass nach wie vor ein Großteil (94 %) des Wärmebedarfs im Stadtgebiet Konstanz durch fossile Brennstoffe gedeckt wird. Beim Strombedarf wird der größte Teil (ca. 75 %) durch importierten Strom gedeckt. Auch wenn die emittierte Menge an Treibhausgasemissionen im Bezugsjahr 2021 im Vergleich zu 2018 leicht zurückgegangen ist, ist diese Entwicklung bei Weitem nicht ausreichend, um die von der Stadt Konstanz und dem Land Baden-Württemberg beschlossenen Klimaschutzziele zu erreichen.

Die Potenzialanalyse (Abschnitt 3) zeigt, dass es nach wie vor eine große Menge ungenutzter Potenziale gibt, um Teile des Energiebedarfs lokal zu decken. Besonders hohe Potenziale liegen im Bereich der Solarenergie (insb. Photovoltaikstromerzeugung) und der See(rhein)wasserwärme.

Aus der Szenarienanalyse (Abschnitt 4) wird deutlich, dass ein großer Teil des Stadtgebiets (zwischen 40 und 50 % des Wärmebedarfs), effizient über Wärmenetze versorgt werden könnte. Die Wärmenetze sollten durch erneuerbare Wärmequellen wie zum Beispiel Seewasserwärme oder Wärmege-  
winnung aus dem Ablauf der Kläranlage sowie durch Abwärmequellen (Abwärme der Kehrriech-  
verbrennungsanlage Weinfelden, in geringem Maße auch industrielle Abwärme) gespeist werden. Bio-  
masse sollte aus Nachhaltigkeitsgesichtspunkten allenfalls in der Spitzenlastdeckung eingesetzt wer-  
den. Die verbleibenden Stadtgebiete müssen über dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen mit erneuer-  
barer Wärme versorgt werden. Hier spielen Luftwärmepumpen eine entscheidende Rolle. Nur bei sehr  
hohen Wärmeverbräuchen sollten diese ggf. mit Erzeugungsanlagen, die perspektivisch mit klimaneut-  
ralem Gas gespeist werden, kombiniert werden. Wo immer möglich, empfehlen sich begleitend Maß-  
nahmen zur Senkung des Wärmebedarfs und zur Umstellung auf Flächenheizungen, damit Gebäude  
auch mit niedrigeren Temperaturen im Heizkreislauf versorgt werden können. Im Stromsektor können  
die Treibhausgasemissionen durch einen Ausbau von Photovoltaikanlagen, sowohl auf Dach- als auch  
auf Freiflächen, deutlich gesenkt werden. Für eine vollständige Zielerreichung wäre jedoch auch bun-  
desweit eine Vervielfachung des jährlichen Ausbaus der erneuerbaren Stromproduktion notwendig.

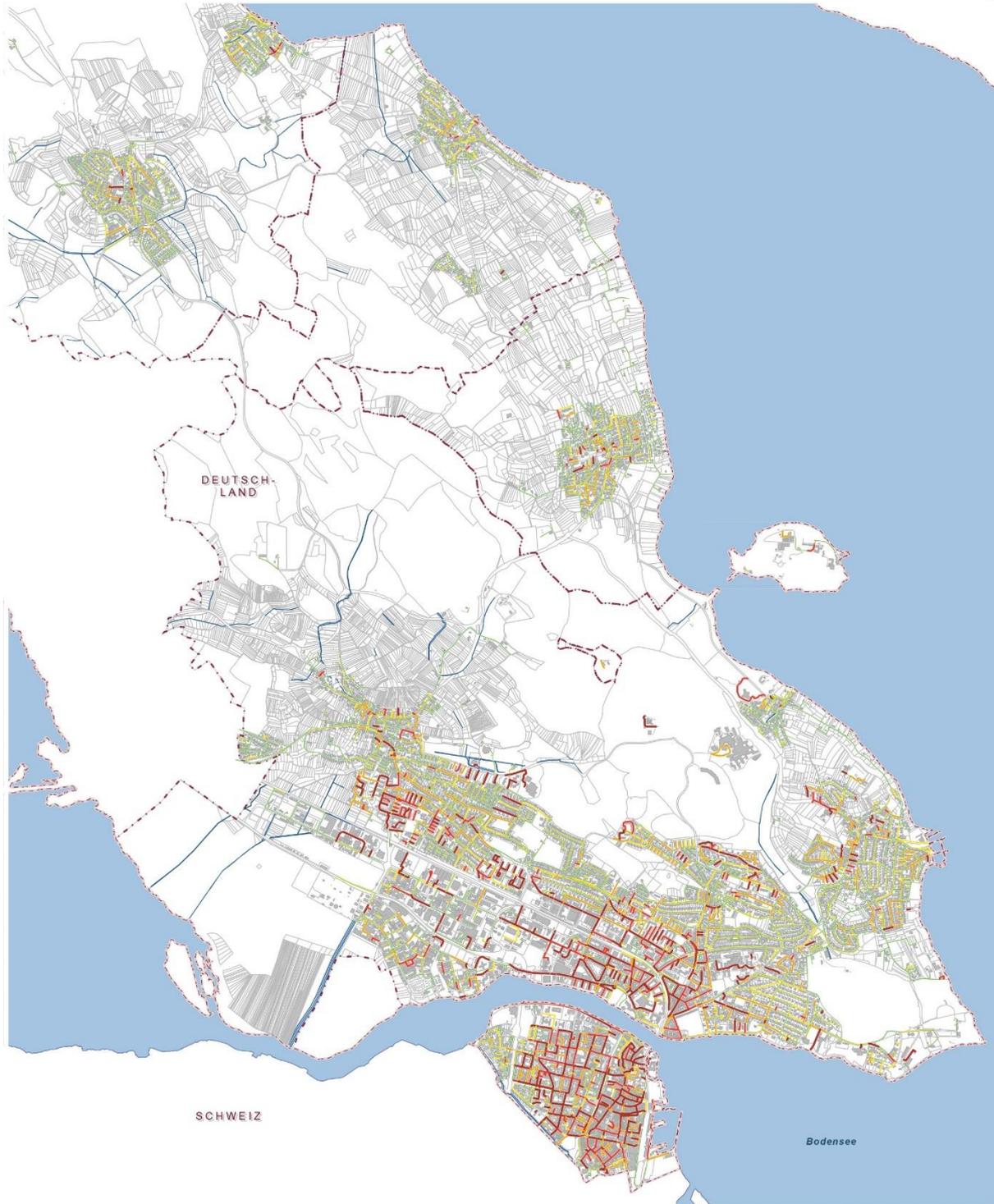
Insgesamt zeigt der vorliegende Bericht, dass die Klimaschutzziele nur mit einer Kombination aus ener-  
getischen Sanierungen, erneuerbaren Wärmenetzen und dezentralen erneuerbaren Wärmeerzeu-  
gungsanlagen erreicht werden können. Um eine Umsetzung der im Sinne des Klimaschutzes, der loka-  
len Wertschöpfung sowie der Energiesicherheit notwendigen Maßnahmen zu erreichen, müssen alle  
Akteure (PolitikerInnen auf allen Entscheidungsebenen, Stadtwerke Konstanz, andere Anbieter ener-  
giegewendendienlicher Lösungen inkl. Handwerk, GebäudeeigentümerInnen, Genehmigungsbehörden  
etc.) Hand in Hand arbeiten. Es handelt sich nicht um eine „nebenher zu lösende Aufgabe“, sondern  
um eine der aktuell größten gesamtgesellschaftlichen Herausforderungen. Ein Zusammenwirken von  
Akteuren aus Politik, Verwaltung und regulatorischem Rahmen, Planerinnen und Planern sowie klei-  
nen und mittleren wie auch großen Unternehmen ist zur Lösung der Aufgabe genauso notwendig wie  
das Hinterfragen und Neugestalten von Infrastruktur und Verhaltensweisen. Beiträge durch jede und  
jeden Einzelnen bis ans Maximum des jeweils eigenen Handlungsspielraums sind hierzu notwendig.

# Anhang 1

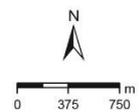
## Wärmedichten Konstanz – Gesamtstadt (Bezugsjahr 2021)

Stadt Konstanz - Endenergiebedarfsdichte (Wärme)

KONSTANZ  
Die Stadt am See



- Endenergiebedarf (Wärme) auf Straßenabschnittsebene  
[kWh / m<sup>2</sup> · a]**
- kein ausreichender Bedarf
  - ≤ 1.000
  - 1.001 - 1.500
  - 1.501 - 1.800
  - 1.801 - 2.500
  - 2.501 - 3.500
  - > 3.500

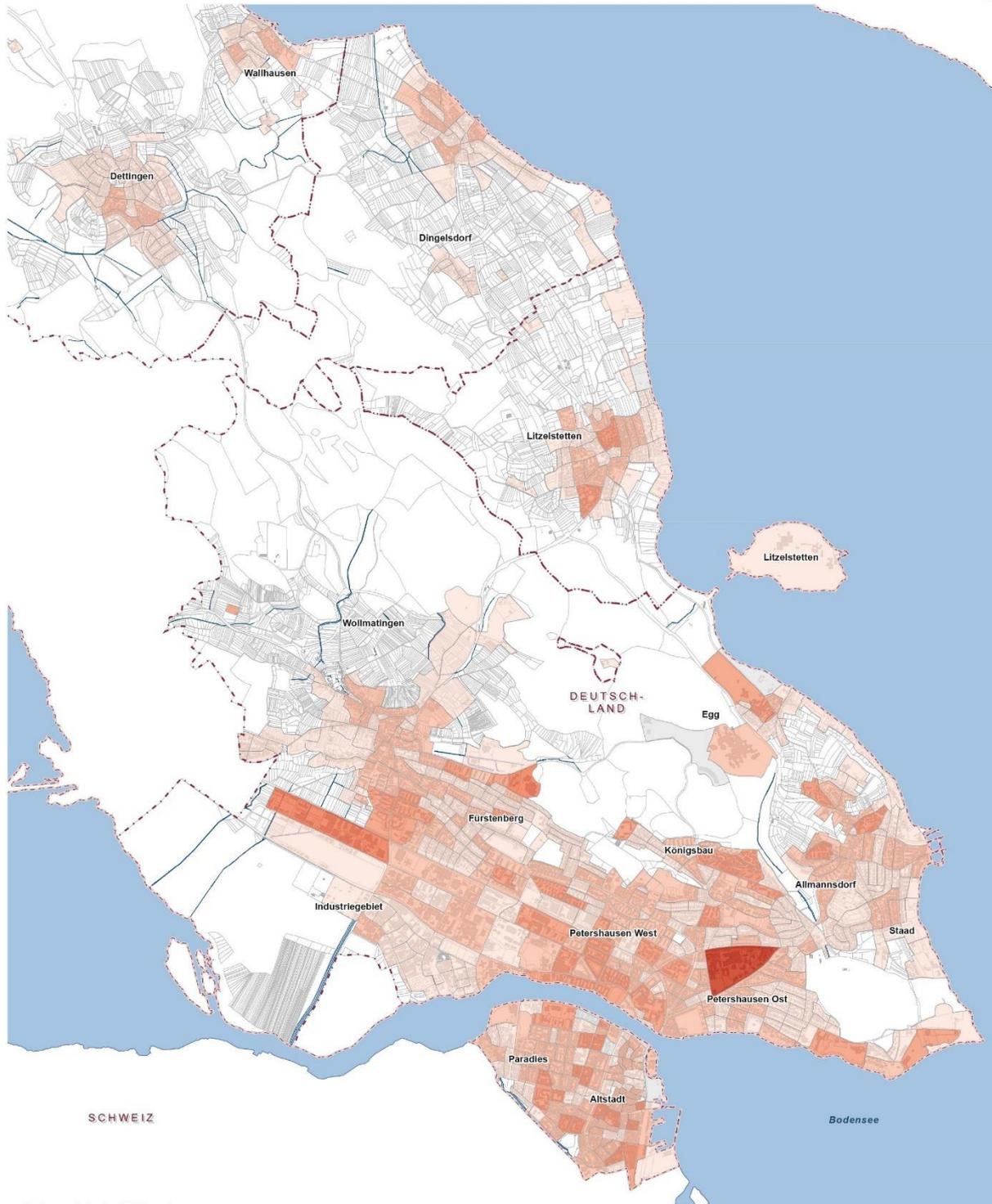


© Geokodieren:  
Stadt Konstanz /  
eigene Erhebungen (Tilia GmbH / Smart Geomatics)

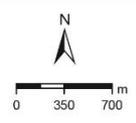
# Absoluter Wärmebedarf Konstanz – Gesamtstadt (Bezugsjahr 2021)

Stadt Konstanz

KONSTANZ  
Die Stadt am See



- Endenergiebedarf (Wärme) auf Baublockebene**
- keine Angabe
  - ≤ 1.000 MWh/a
  - 1.001 – 2.500 MWh/a
  - 2.501 – 7.500 MWh/a
  - 7.501 – 15.000 MWh/a
  - 15.001 – 25.000 MWh/a
  - > 25.000 MWh/a



© Geodaten: Stadt Konstanz / eigene Erhebungen (Tilia GmbH / Smart Geomatics)

## Literaturverzeichnis

- Bundesministerium der Justiz. (03.05.2023). *gesetze-im-internet.de*. Von Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden\* (Gebäudeenergiegesetz - GEG): [https://www.gesetze-im-internet.de/geg/\\_72.html](https://www.gesetze-im-internet.de/geg/_72.html)
- Bundesnetzagentur. (06.10.2022). *marktstammdatenregister.de*. Von Marktstammdatenregister: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>
- Carmen e.V. (03/2022). *Leitfaden Freiflächen Photovoltaik*. Von carmen-ev.de: [https://www.carmen-ev.de/wp-content/uploads/2022/03/Leitfaden\\_Freiflaechen-Photovoltaikanlagen.pdf](https://www.carmen-ev.de/wp-content/uploads/2022/03/Leitfaden_Freiflaechen-Photovoltaikanlagen.pdf)
- European Comission. (15.12.2021). *Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT on common rules for the internal markets in renewable and natural gases and in hydrogen*. Von EUR-Lex: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?format=PDF&uri=cellar%3A2f4f56d6-5d9d-11ec-9c6c-01aa75ed71a1.0001.02%2FDOC\\_1](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?format=PDF&uri=cellar%3A2f4f56d6-5d9d-11ec-9c6c-01aa75ed71a1.0001.02%2FDOC_1)
- European Comission. (20.04.2023). *European Commission*. Von PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM : [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/)
- go climate. (07.05.2023). *Biomasse Vor- und Nachteile*. Von goclimate.de: <https://www.goclimat.de/glossar/biomasse/vor-und-nachteile/#was-sind-die-nachteile-von-biomasse>
- ifeu. (2021). *Klimaschutzstrategie der Stadt Konstanz*. Konstanz.
- KEA BW. (13.02.2023). *KEA BW - Die Landesenergieagentur*. Von Neuer Technikkatalog hilft bei der kommunalen Wärmeplanung : <https://www.kea-bw.de/waermewende/wissensportal/kommunale-waermplanung/technikkatalog>
- Marktplatz Mittelstand GmbH & Co. KG. (11.11.2021). *Heizwert vs. Brennwert: Unterschied und Umrechnung*. Von heizungsbau.net: <https://www.heizungsbau.net/magazin/brennwert-heizwert-20152353>
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. (09/2019). *Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen*. Von um.baden-wuerttemberg.de: [https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2\\_Presse\\_und\\_Service/Publikationen/Energie/Handlungsleitfaden\\_Freiflaechensolaranlagen.pdf](https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Handlungsleitfaden_Freiflaechensolaranlagen.pdf)
- Petershaus GmbH & Co. KG. (26.04.2023). *Effizienzhaus Förderung*. Von petershaus.de: <https://www.petershaus.de/magazin/energie-technik/effizienzhaus-foerderung.html>
- Prognos AG et al. (21.10.2021). *Entwicklung des Bruttostromverbrauches bis 2030* . Von prognos.com: <https://www.prognos.com/de/projekt/entwicklung-des-bruttostromverbrauches-bis-2030>
- Staatsministerium Baden-Württemberg. (04.07.2022). *Land erleichtert Installation von Solaranlagen auf Kulturdenkmalen*. Von baden-wuerttemberg.de: <https://www.baden->

wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/land-erleichtert-installation-von-solaranlagen-auf-kulturdenkmalen

Stadt Konstanz. (31.03.2021). *Schnelle Absenkung der Treibhausgasemissionen bis 2035*. Von konstanz.de:  
<https://www.konstanz.de/service/pressereferat/pressemitteilungen/gemeinderat+beschliesst+klima-plus-szenario>

Stadt Konstanz. (14.02.2023). *Bevölkerung*. Von konstanz.de:  
<https://www.konstanz.de/leben+in+konstanz/statistik/bevoelkerung>

Stadt Konstanz. (2023). *Handlungsprogramm Wohnen*. Von konstanz.de:  
<https://www.konstanz.de/start/stadt+gestalten/handlungsprogramm-wohnen.html>

Sustainability Success. (23.03.2023). *sustainability-success.com*. Von Vor und Nachteile der Biomasse-Energie (Ist sie die richtige Wahl?): [https://sustainability-success.com/de/vor-und-nachteile-von-biomasse/?utm\\_content=cmp-true](https://sustainability-success.com/de/vor-und-nachteile-von-biomasse/?utm_content=cmp-true)

Umweltbundesamt. (14.02.2023). *Wie ist der Stand der energetischen Gebäudesanierung in Deutschland?* Von umweltbundesamt.de:  
<https://www.umweltbundesamt.de/umweltatlas/bauen-wohnen/verursacher/energetischer-gebäudezustand/wie-ist-der-stand-der-energetischen>

## Anlage

Abschlussbericht strategische Wärmenetzplanung (Stadtwerke Konstanz, Januar 2023).