

# Energienutzungsplan der Stadt Senden

Auftraggeber

**Stadt Senden**  
**Hauptstraße 34**  
**89250 Senden**

Projekt-Nr.

**550598**

Bearbeitung

**Roland Schipf**  
**Michael Schönemann**  
**Dr. Wolfram Dietz**

Augsburg, 08.05.2023

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Zielstellung</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Vorgehensweise und Ergebnis</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Bestandsanalyse</b> .....	<b>5</b>
<b>3.1</b>	<b>Energienetze</b> .....	<b>6</b>
<b>3.2</b>	<b>Erneuerbare Energieerzeugung</b> .....	<b>7</b>
3.2.1	Erneuerbare Stromerzeugung .....	7
3.2.2	Erneuerbare Wärmerzeugung .....	10
<b>3.3</b>	<b>Energieverbrauch</b> .....	<b>11</b>
3.3.1	Stromverbrauch und regenerative Stromerzeugung .....	11
3.3.2	Wärmebedarf .....	14
3.3.3	Gewerbe und Industrie .....	16
3.3.4	Wohnen und energetisch gleichgestellte Nutzungen .....	17
3.3.5	Energieträger zur Wärmebereitstellung – Wohnen .....	20
3.3.6	Energiebedarf im Verkehrssektor .....	21
<b>3.4</b>	<b>Energiebilanz</b> .....	<b>23</b>
<b>3.5</b>	<b>Treibhausgasemissionen</b> .....	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>Regenerative Energieerzeugungspotenziale</b> .....	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>Solarenergie – Freiflächenanlagen</b> .....	<b>26</b>
<b>4.2</b>	<b>Solarenergie – Dachflächenanlagen</b> .....	<b>28</b>
4.2.1	Basisuntersuchung aller Dächer .....	28
<b>4.3</b>	<b>Wasserkraft</b> .....	<b>30</b>
<b>4.4</b>	<b>Biogas</b> .....	<b>31</b>
<b>4.5</b>	<b>Biomasse zur Wärmeengewinnung</b> .....	<b>32</b>
4.5.1	Waldholz .....	32
4.5.2	Kurzumtriebsplantagen .....	34
4.5.3	Reststoffe .....	34
4.5.4	Fazit: Wärme aus Biomasse .....	35
<b>4.6</b>	<b>Abwärme</b> .....	<b>36</b>
<b>4.7</b>	<b>Kraftwärmekopplungsanlagen (KWK)</b> .....	<b>36</b>
<b>4.8</b>	<b>Oberflächennahe Geothermie</b> .....	<b>37</b>
4.8.1	Räumliche Eingrenzung der einzelnen verfügbaren Techniken .....	37

4.8.2	Quantitative Potenzialermittlung .....	39
<b>5</b>	<b>Energieeinsparpotenziale .....</b>	<b>40</b>
<b>5.1</b>	<b>Sanierung .....</b>	<b>40</b>
5.1.1	Wohngebäude .....	40
5.1.2	Kommunale Liegenschaften .....	41
<b>5.2</b>	<b>Einsparungen im Gewerbe .....</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>Fazit: Energieverbrauch und regenerative Energieerzeugung .....</b>	<b>44</b>
<b>6.1</b>	<b>Stromausbaupfad .....</b>	<b>47</b>
<b>6.2</b>	<b>Wärmestrukturwandel .....</b>	<b>49</b>
<b>6.3</b>	<b>Mobilität .....</b>	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>Maßnahmen .....</b>	<b>52</b>
<b>7.1</b>	<b>Detailliertere Betrachtungen zu Maßnahmen .....</b>	<b>52</b>
7.1.1	Gestaltungsansätze für nachhaltige Neubauten .....	52
7.1.2	Neubau nachhaltiger städtischer Liegenschaften .....	53
7.1.3	Treibhausgasreduzierung bei städtischen Bestandsgebäuden .....	55
7.1.4	Eigenstromerzeugung in der Wasserver- und -entsorgung .....	56
7.1.5	Fernwärmenetzausbau und möglicher Fernwärme-Trassenschluss .....	59
<b>7.2</b>	<b>Maßnahmenkatalog .....</b>	<b>62</b>
7.2.1	Maßnahme 1: Grundsatzbeschlüsse zum Klimaschutz .....	63
7.2.2	Maßnahme 2: Verankerung eines klimabewussten Handelns in der Verwaltung .....	65
7.2.3	Maßnahme 3: Kommunales Gebäude- und Energiemanagement .....	68
7.2.4	Maßnahme 4: Nachhaltige Beschaffung .....	70
7.2.5	Maßnahme 5: Energetische Sanierungskonzepte für städtische Liegenschaften .....	72
7.2.6	Maßnahme 6: Nachhaltige Bauleitplanung für Neubaugebiete .....	73
7.2.7	Maßnahme 7: Kommunale Steuerung des Zubaus von Photovoltaik- Freiflächenanlagen .....	75
7.2.8	Maßnahme 8: Eigenstromerzeugung in der Wasserversorgung .....	78
7.2.9	Maßnahme 9: Eigenstromerzeugung, insbesondere auf kommunalen Dachflächen .....	79
7.2.10	Maßnahme 10: Prüfung des Ausbaupotenzials Wasserkraft .....	80
7.2.11	Maßnahme 11: Unterstützung des Fernwärmeausbau .....	81

---

7.2.12	Maßnahme 12: Fernwärmeverbund anstreben .....	85
7.2.13	Maßnahme 13: Fernwärme-Erweiterungsgebiet Ay an der Iller .....	86
7.2.14	Maßnahme 14: Fernwärmeerweiterungsgebiet Wullenstetten .....	87
7.2.15	Maßnahme 15: Wärmenetzansatz Witzighausen.....	89
7.2.16	Maßnahme 16: Wärmenetzansatz Aufheim .....	90
7.2.17	Maßnahme 17: Aufsuchende Energieberatung „Check-Dein-Haus“ .....	92
7.2.18	Maßnahme 18: Bildung, Information und Motivation .....	94
<b>Quellen .....</b>		<b>96</b>

Förderhinweis:

Die Studie wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie im Rahmen des Bayerischen Förderprogramms Energiekonzepte und kommunale Energienutzungspläne über Bayern Innovativ GmbH, Projektträger Bayern gefördert.

# 1 Zielstellung

Der vorliegende Energienutzungsplan für die Stadt Senden dient als Planungsinstrument der Energiewende. Die Studie bildet eine Grundlage, um lokal einen Beitrag zu den Klimaschutzzielen von Paris zu leisten und den Anstieg der globalen Erderwärmung zu begrenzen.

Mit der Senkung der Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 65 % gegenüber 1990 und dem Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2045 hat sich die Bundesregierung ehrgeizige Ziele gesetzt. Die Energiewende muss daher in allen Sektoren und auf allen Ebenen stattfinden.

Eine zentrale Rolle spielen dabei die Landkreise und Kommunen. Etwa 35 % des gesamten Endenergieverbrauchs entfallen beispielsweise auf den Gebäudesektor (dena, 2022a). Energetisches Sanieren, energieeffizientes Bauen und die regenerative Energieversorgung bilden daher zentrale Ansatzpunkte für eine erfolgreiche Energiewende. Auch die Implementierung neuer Technologien und der Ausbau der Energieinfrastruktur stehen im Einflussbereich kommunaler Entscheidungsprozesse. Kommunen und Landkreise sind deshalb zentrale Akteure bei der Transformation der übergeordneten Zielvorgaben auf lokal passende Umsetzungskonzepte, vgl. Abbildung 1.



Abbildung 1: Von übergeordneten Zielvorgaben zur lokalen Anpassung

Klimaschutz ist eine dringliche Aufgabe. Maßnahmen sind in verschiedenen Handlungsfeldern anzugehen. Wissenschaftlich fundierte Reduktionspfade (s. Sachverständigenrat für Umweltfragen SRU, Pfad 3, in Abbildung 2) sehen eine starke Minderung der Treibhausgas-Emissionen bereits bis 2030 vor, denn je mehr sich die Gesellschaft der Klimaneutralität annähert, desto schwieriger werden weitere Reduktionen zu erzielen sein.

Die vorliegende Studie fokussiert auf energiebedingte Treibhausgas-Emissionen und auf die Erzeugung erneuerbarer Energien. Sie soll Maßnahmen anstoßen, um in Senden innerhalb kurzer Zeit wesentliche, für den Klimaschutz unerlässliche Treibhausgaseinsparungen zu erzielen.

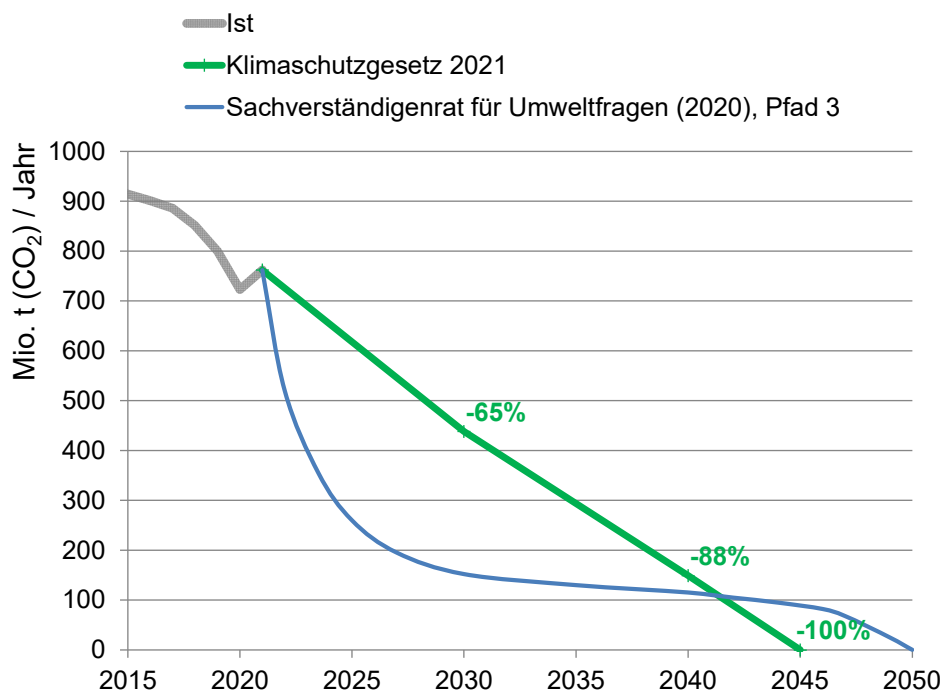


Abbildung 2: Pfade zur Vermeidung energiebezogener Treibhausgasemissionen für Deutschland. Quellen: SRU 2020 und Klimaschutzgesetz 2021.

## 2 Vorgehensweise und Ergebnis

Im Rahmen einer Bestandsanalyse wurde die energetische Ist-Situation erfasst. Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen für die wesentlichen Sektoren wurden erstellt und nach verschiedenen Energieträgern aufgeschlüsselt. Die Potenziale zu Energieeinsparung, zu Energieeffizienz und für erneuerbare Energien wurden ausgewertet. Darauf basierend wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber geeignete Maßnahmen identifiziert und Projektansätze konkretisiert.

## 3 Bestandsanalyse

In einer umfassenden Bestandsaufnahme wurden Daten zum Strom- und Wärmebedarf im gesamten Stadtgebiet aufgenommen. Hierzu wurden Verbrauchswerte der Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH als Niederspannungsnetzbetreiber erfragt und ausgewertet. Hinzu kamen Daten zu den Energieerzeugungsanlagen, insbesondere Anlagen im Sinne des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wie Biogasanlagen, Photovoltaik(PV)-Freiflächen- und -Dachanlagen, Wasserkraftanlagen und Windkraftanlagen. Die Daten der gemeindlichen Liegenschaften wurden von der Stadtverwaltung zusammengestellt.

Die Bestandsanalyse erfolgte für das Bezugsjahr 2019. Abweichungen davon im Einzelfall sind dokumentiert.

Die Daten zu den Energieerzeugungsanlagen und den Energieverbrauchern wurden zudem in einem Geoinformationssystem mit Koordinaten hinterlegt und räumlich verortet. Dies ist die Basis für die Erstellung von spezifischen Karten und erlaubt eine räumlich bezogene Maßnahmenidentifizierung. Die Art der Datenerfassung lässt eine Aktualisierung und Pflege der Datensätze zu.

### 3.1 Energienetze

Mit Ausnahme des Ortsteil Hittistetten ist im Stadtgebiet nahezu flächendeckend ein Erdgasnetz vorhanden, siehe Abbildung 3. Ein Ausbau des Fernwärmenetzes könnte in Zukunft den Rückbau dieser Strukturen nahelegen. Falls eine Verbreitung von Wasserstoffnetzen erfolgt, wäre diese vorhandene Infrastruktur weiterhin von Vorteil, insbesondere für Verdichtungsräume außerhalb des Fernwärmeversorgungsgebietes.

Zu den Stromnetzen (Hochspannungs-, Mittelspannungs- und Verteilnetze) standen keine näheren Informationen zur Verfügung.

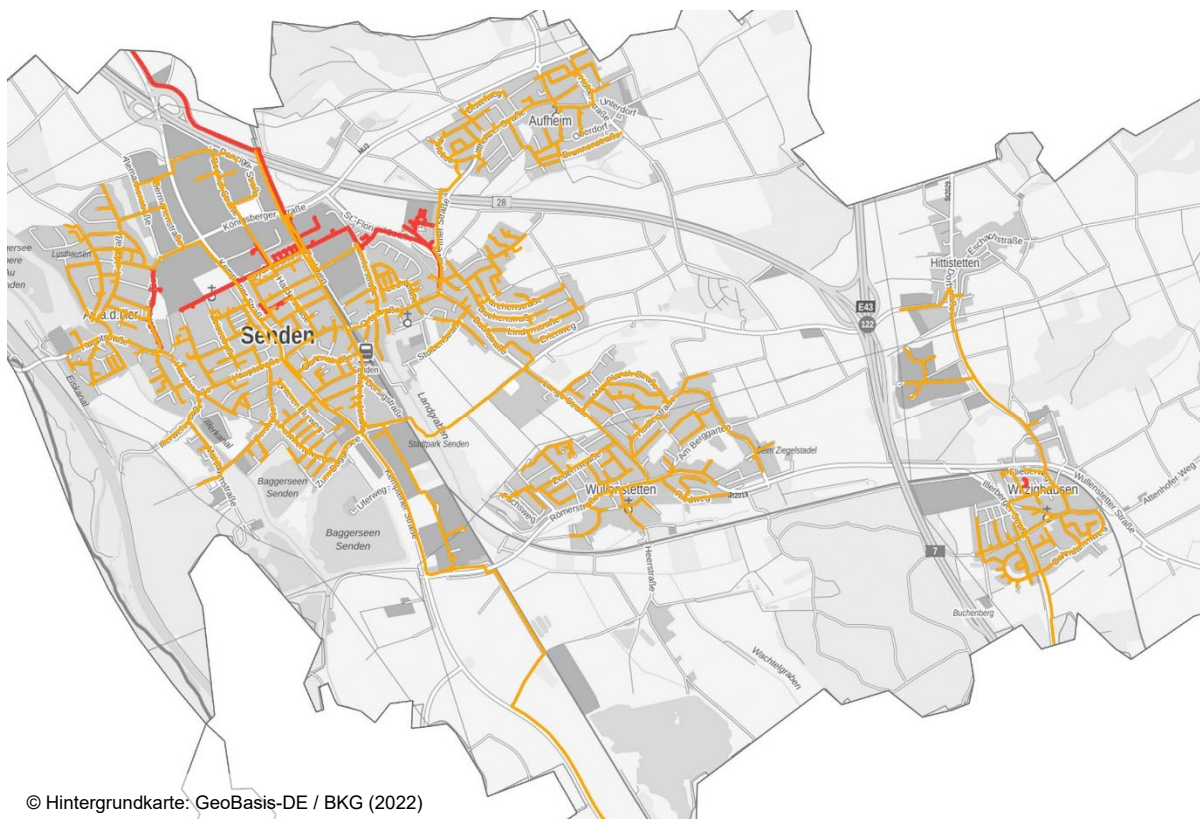


Abbildung 3: Erdgasnetz (orange) und Wärmenetz (rot) der Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm Netze GmbH (Quelle: Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm Netze GmbH, Stand 20.12.2021)

## 3.2 Erneuerbare Energieerzeugung

### 3.2.1 Erneuerbare Stromerzeugung

In Abbildung 4 sind die Standorte und Leistungen regenerativer Stromerzeugungsanlagen verzeichnet. An der Iller sind 4 Wasserkraftanlagen gelegen. Standorte für PV-Anlagen mit einer Leistung unter 30 kW werden in allen Bilanzen und Aufstellungen vollständig erfasst, allerdings stehen Daten für eine kartographische Darstellung nur für Anlagen bis zum Inbetriebnahmejahr 2014 zur Verfügung.

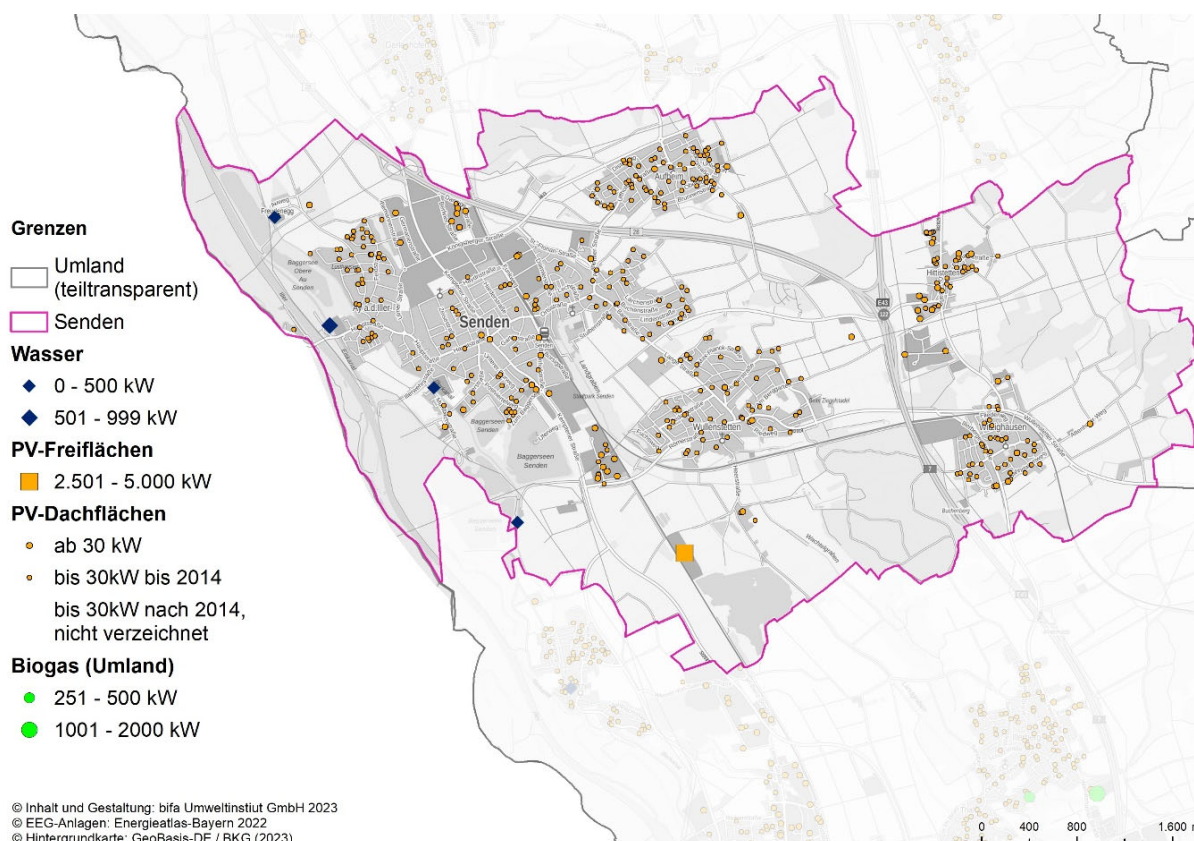


Abbildung 4: *Installierte Leistung und Lage von Bestandsanlagen zur regenerativen Stromerzeugung.*

PV- und Wasserkraftanlagen liefern die größten Anteile an regenerativem Strom. Die Einspeisung aus Wasserkraftanlagen ist dabei über die letzten fünf Jahre sehr konstant; geringe Unterschiede lassen sich mit jährlichen Niederschlagsschwankungen erklären. Die Einspeisung aus PV-Anlagen steigt durch den Anlagenzubau an. Die Stromeinspeisung aus Biomasseanlagen unterlag in den letzten Jahren starken Schwankungen, was im Wesentlichen auf eine im Jahr 2019 stillgelegte Großanlage zurückzuführen ist (siehe Abbildung 5).



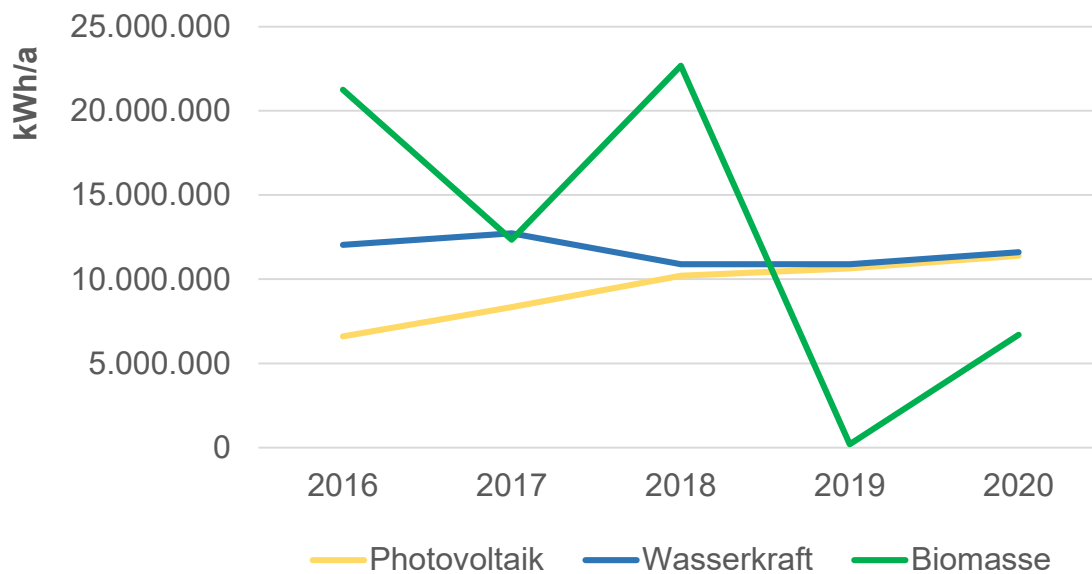


Abbildung 5: Stromeinspeisung der EEG-Anlagen im Stadtgebiet Senden in kWh/a  
Datenquelle: Stromnetzbetreiber

Den mit Abstand höchsten Leistungsbeitrag zu erneuerbare Energie liefern die PV-Stromerzeugungsanlagen (Tabelle 1). Aufgrund der hohen Vollbenutzungsstunden liegt die erzeugte Strommenge der Wasserkraftanlagen nur geringfügig unter der erzeugten Strommenge der PV-Anlagen.

Tabelle 1: Bestand an regenerativen Stromerzeugungsanlagen im Gemeindegebiet (Stand 2020) nach Angaben des Stromnetzbetreibers Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm Netze GmbH

Strom		Solar (PV)	Biomasse	Wasser
Anlagen	Anzahl	602	3	4
Leistung	kW	12.600	1.370	2.040
Strom (2020)	MWh/a	12.300	6.700	11.600

Abbildung 6 zeigt die Entwicklung des Ausbaus von PV-Anlagen in Senden von 1996 bis 2020.

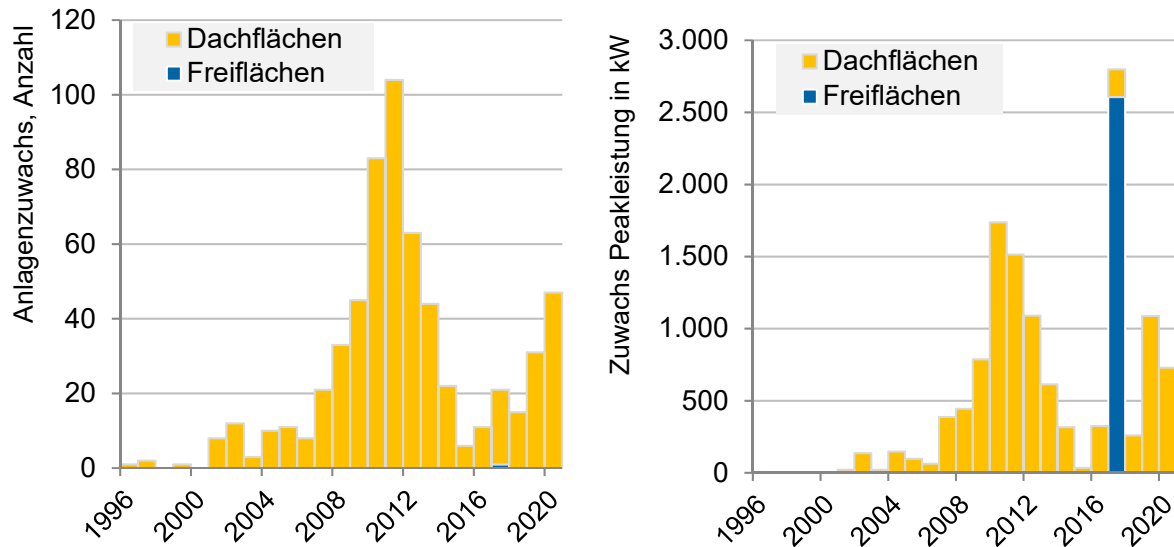


Abbildung 6: Jährlicher Anlagen- und Leistungszubau von PV-Anlagen im Stadtgebiet Senden nach Daten aus dem Energieatlas Bayern (2022). Links: Zuwachs Anlagenzahl, rechts: Leistungszuwachs

Mit Stand August 2022 sind 133 Speicher mit einer elektrischen Leistung von in Summe 1.030 kW und einer Kapazität von 2.000 kWh im Marktstammdatenregister registriert. Diese werden voraussichtlich überwiegend zur Erhöhung der Eigenstromnutzung von PV-Strom genutzt. Der größte Stromspeicher hat eine Speicherkapazität von knapp 800 kWh. Ein weiterer großer Speicher mit 200 kWh soll Ende 2022 in Betrieb gehen. In Abbildung 7 ist die jährliche Entwicklung von Anzahl und Speicherkapazität der Stromspeicher angezeigt. Es ist zu erkennen, dass – mit Ausnahme des im Jahr 2015 in Betrieb gegangenen 800 kWh-Speicher – ein merklicher Zubau erst in den letzten vier bis fünf Jahren erfolgte.

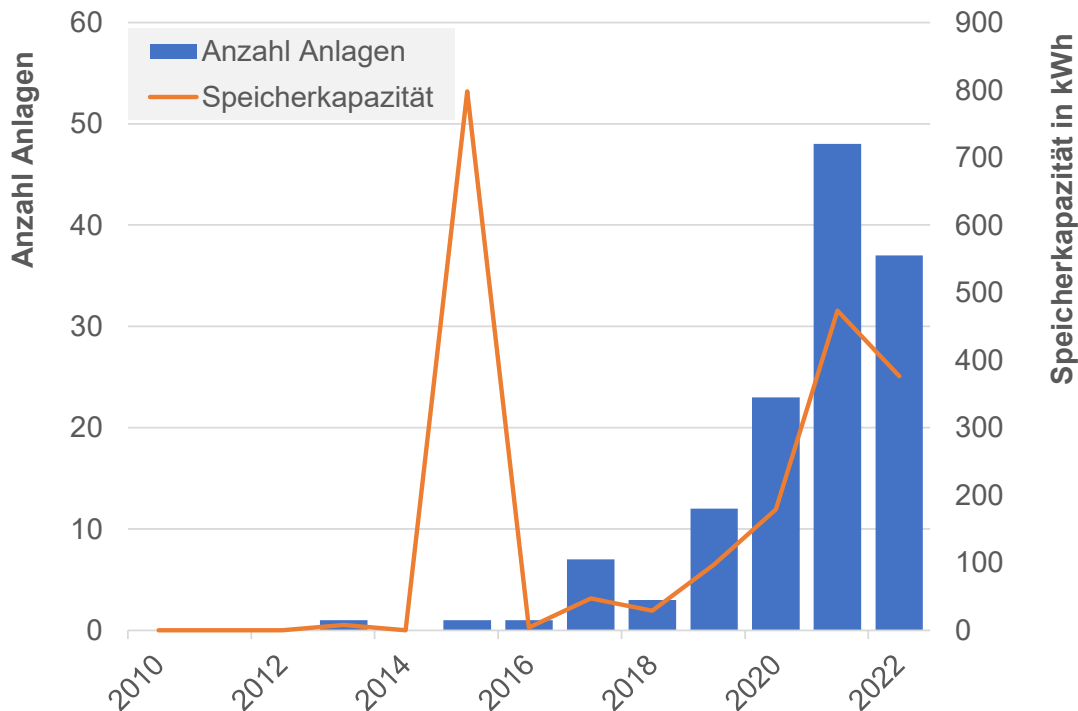


Abbildung 7: Jährlicher Zubau von Anlagenzahl und Speicherkapazität (kWh) von Stromspeichern im Stadtgebiet Senden nach Daten des Marktstammdatenregisters (Stand August 2022)

### 3.2.2 Erneuerbare Wärmeerzeugung

Die aus regenerativen Quellen erzeugten Wärmemengen lassen sich nicht direkt statistisch erheben; sie werden stattdessen anhand verfügbarer Stützdaten hochgerechnet. Die Hochrechnung basiert dabei auf den folgenden Quellen und Annahmen:

- Solarthermie: lokal hauptsächlich Flachkollektoren, Baujahr 2000-2019
  - BAFA<sup>1</sup>: 389 Anlagen, in Summe 4.044 m<sup>2</sup> und 1.620 MWh/a
  - Annahme: Diese Werte repräsentieren nur 50 % des tatsächlichen Bestands.
- Biomasse-Pellet: lokal hauptsächlich Pelletöfen, Baujahr 2000-2019
  - BAFA: 102 Anlagen mit in Summe 2.110 kW gefördert
  - Annahme: Diese Werte repräsentieren 80 % der tatsächlich vorhandenen Anlagen.
- Biomasse-Scheitholz
  - Annahme: 70 % aller Ein- bis Zweifamilienhäuser und 8,6 % der Mehrfamilienhäuser benutzen Kleinfeuerungsanlagen (LfU, 2021)
  - Annahme einer durchschnittlichen Wärmebereitstellung von 2.419 kWh/a nach Borchert (LfU, 2021)

<sup>1</sup> BAFA = Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

- Wärmepumpen und Stromheizung
  - Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm Netze GmbH: Strommenge für Wärmepumpen und Stromheizung (Mittelwert 2019-2020)
  - Annahme einer durchschnittlichen Arbeitszahl von 3,5 für Wärmepumpen

Die Ergebnisse der Hochrechnung sind in Tabelle 2 zusammengeführt.

Tabelle 2: Bestand an regenerativen Wärmeerzeugungsanlagen im Gemeindegebiet (Stand 2020). Eigene Hochrechnung basierend auf Angaben von BAFA, Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm Netze GmbH und über Literaturwerte

Wärme	Solarthermie Flachkollektor	Biomasse Pellets, Scheitholz, Holzhack-schnitzel	Biome- than- BHKW	Kleinfeue- rung- Scheitholz	Wärmepumpe Kollektor, Sonde, Luft
Anlagenanzahl	780	130	1	3.740	250
Leistung in kW	-	2.640	k.A.	k.A.	k.A.
Fläche in m <sup>2</sup>	8.100	-	-	-	-
Wärme in MWh/a	3.240	4.750	2.910	9.000	3.840

### 3.3 Energieverbrauch

#### 3.3.1 Stromverbrauch und regenerative Stromerzeugung

In Abbildung 8 wird der Strombedarf (Stromnetzbezug) der Erzeugung von regenerativem Strom (Stromnetzeinspeisung) gegenübergestellt. Die PV-Stromerzeugung auf Hausdächern und Freiflächen und die Wasserkraft haben den größten Beitrag an der regenerativen Stromerzeugung. Die Biogasanlage und das mit Biomethan betriebene BHKW (Biomasse) liefern ergänzend hohe regenerative Stromanteile. Die Strommengen aus Biomasse können aufgrund der Planungen eines Unternehmens zur Installation eines Holzgas-BHKW im Gemeindegebiet in den nächsten Jahren deutlich ansteigen.

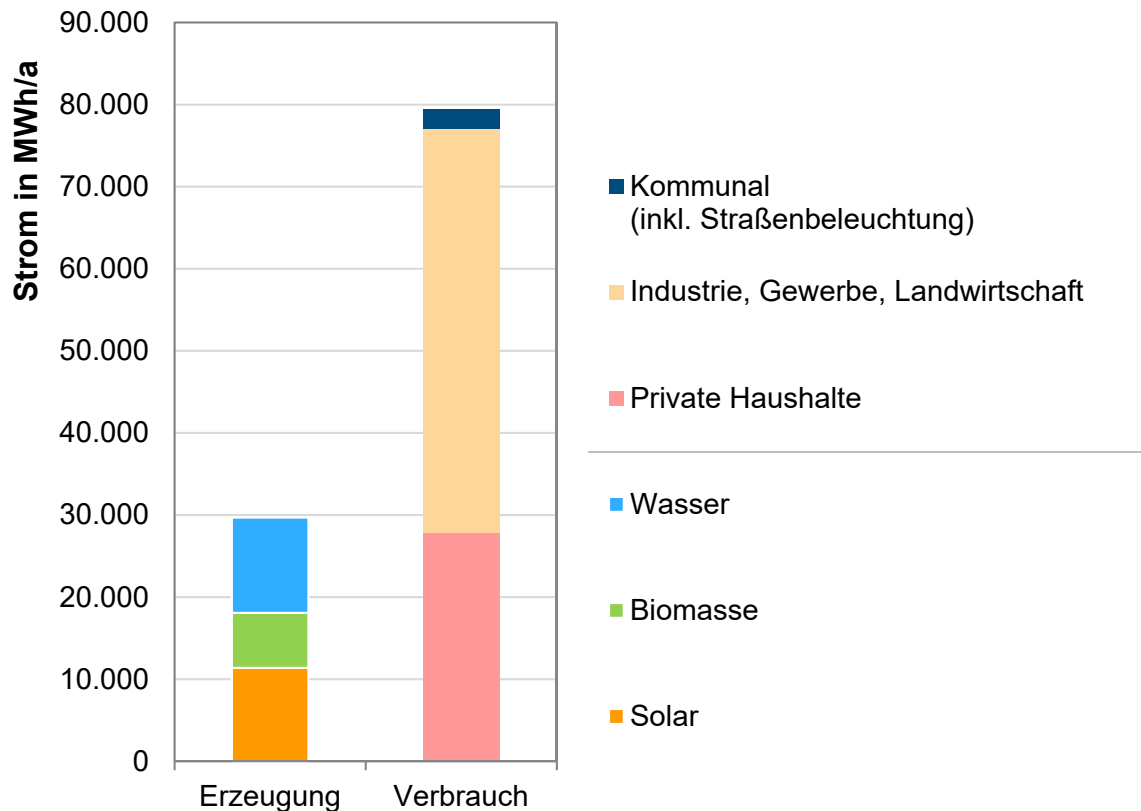


Abbildung 8: Stromverbrauch und regenerative Stromerzeugung vor Ort  
(Stand: Verbrauch 2019, Erzeugung 2020)

Zur Verbrauchsseite in Abbildung 8 ist anzumerken:

- Gewerbe und Industrie benötigen mehr Strom als die privaten Haushalte.
- Der tatsächliche gewerbliche Bedarf an Strom liegt höher als der dargestellte Stromnetzbezug, da gewerbliche BHKW ebenfalls einen Beitrag zur Stromversorgung der Betriebe leisten. In welchem Umfang dies erfolgt, lässt sich nicht beziffern.
- In der Verbraucherguppe Kommunal sind sowohl die Stromverbräuche für Straßenbeleuchtung als auch für die Wasser- und Abwasserversorgung enthalten. Straßenbeleuchtung sowie Wasser- und Abwasserversorgung verbrauchen zusammen in etwa die gleiche Strommenge, wie alle kommunalen Liegenschaften zusammen. Der größte Einzelverbraucher ist dabei der Brunnen des Wasserwerks mit 400 bis 450 MWh elektrische Energie pro Jahr.

Das Verhältnis von lokaler regenerativer Stromerzeugung zu Stromverbrauch liegt bei 37 % und somit etwas niedriger als in Bayern und im Bund, siehe Abbildung 9. Die Ausbauziele für 2025 sind rot markiert. Die mittelfristigen Ausbauziele der Bundesregierung liegen bei 80 % erneuerbare Energien an der Bruttostromerzeugung bis 2030.

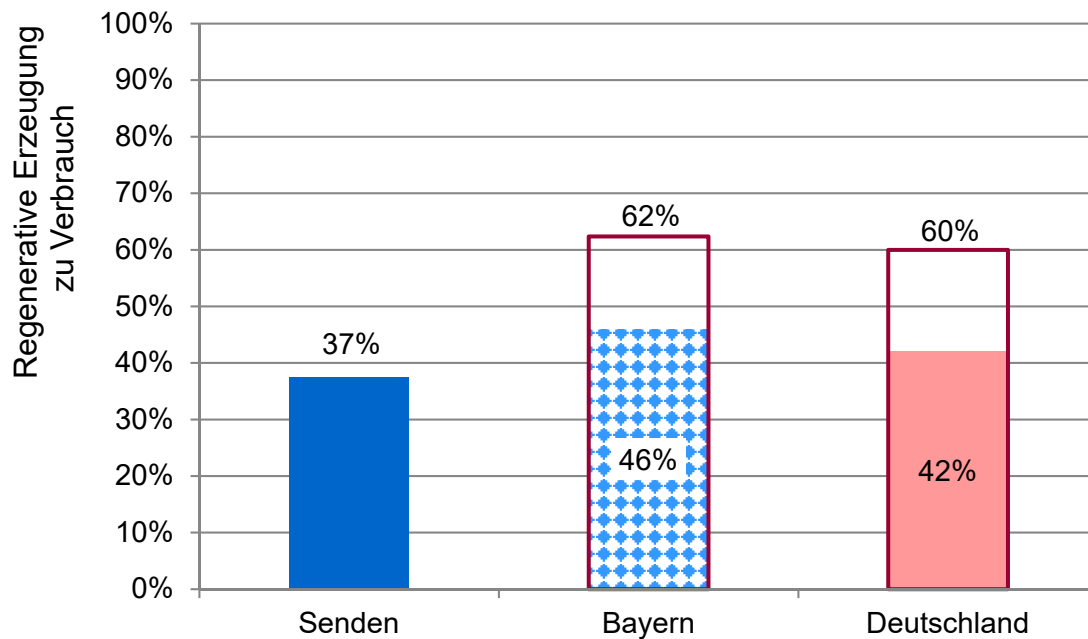


Abbildung 9: Verhältnis von regenerativer Stromerzeugung zu Verbrauch. Der rote Rahmen markiert die Ausbauziele von Freistaat und Bund bis 2025 (Stand 2022)

### Kommunaler Strombedarf

Der kommunale Gesamtstrombedarf sinkt im Betrachtungszeitraum von 2016 bis 2020, siehe Abbildung 10. Dies wurde durch den sinkenden Verbrauch der kommunalen Liegenschaften und durch Einsparungen bei der Straßenbeleuchtung erreicht. Der Stromverbrauch der Liegenschaften 2020 ist sicherlich beeinflusst von den Einschränkungen der Corona-Pandemie. Der kommunale Gesamtstromverbrauch liegt jedoch auch im Jahr 2019 um ca. 17 % geringer als 2016. Insbesondere der Verbrauch der Straßenbeleuchtung hat sich merklich verringert.

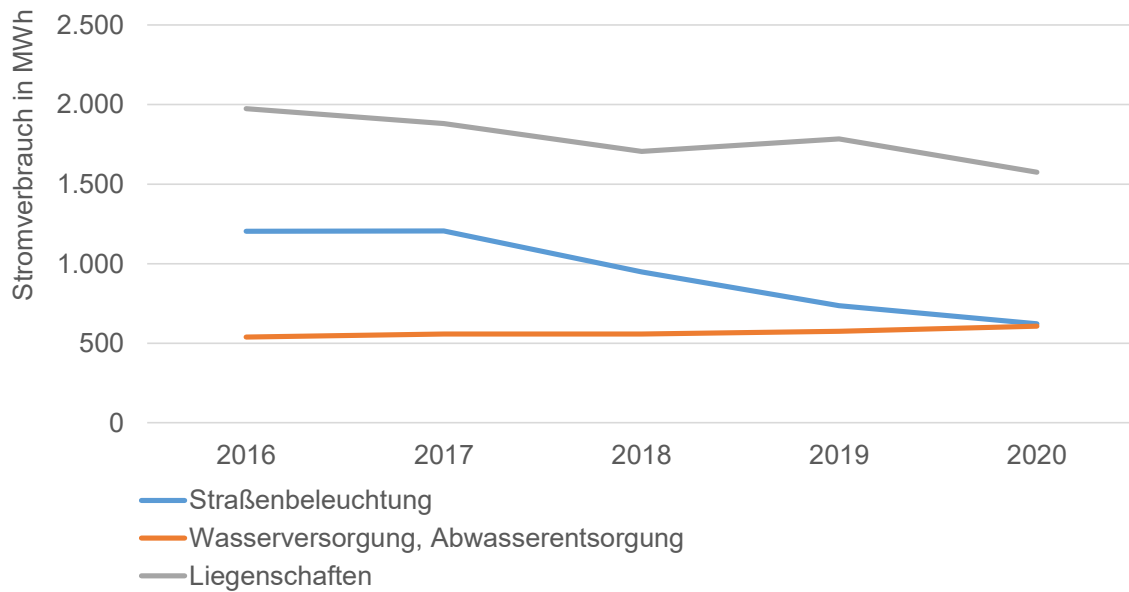


Abbildung 10: Entwicklung des kommunalen Stromverbrauchs

### 3.3.2 Wärmebedarf

Der Wärmebedarf privater Haushalte für Heizen und Warmwasserbereitung in der Gemeinde macht mit rund 234.500 MWh/a den mit Abstand größten Anteil am Gesamtwärmebedarf aus. Der gewerbliche Bedarf beträgt rund 98.000 MWh/a, der Wärmebedarf der kommunalen Liegenschaften rund 5.700 MWh/a (witterungsbereinigter Mittelwert von 2016-2019). Abbildung 11 gibt die prozentuale Verteilung wieder.

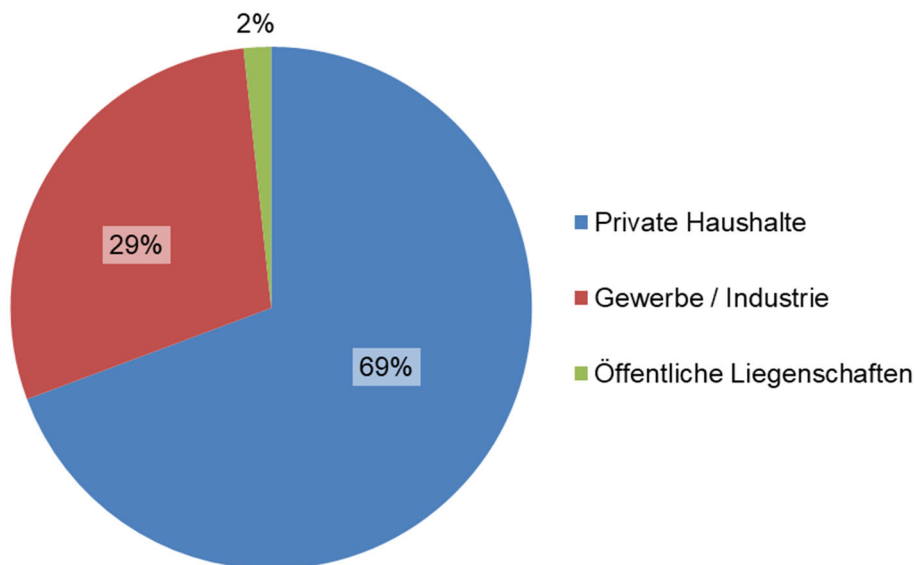


Abbildung 11: Wärmebedarf von 338.000 MWh/a, aufgeteilt nach Sektoren (Stand 2019)

### Kommunaler Wärmebedarf

Für kommunale Liegenschaften stellte die Verwaltung den Verbrauch an Erdgas, Heizöl, Flüssiggas und Fernwärme zusammen. Den größten Anteil an der Versorgung kommunaler Liegenschaften hat mit über 90 % der Energieträger Erdgas (siehe Abbildung 12). Aktuell werden zwei Liegenschaften mit Heizöl und drei Liegenschaften mit Flüssiggas beheizt. Das Feuerwehrgerätehaus in Senden wird mit Fernwärme versorgt. In den nächsten Jahren soll mit dem Ausbau des Fernwärmenetzes dessen Anteil an der Wärmebereitstellung angehoben werden.

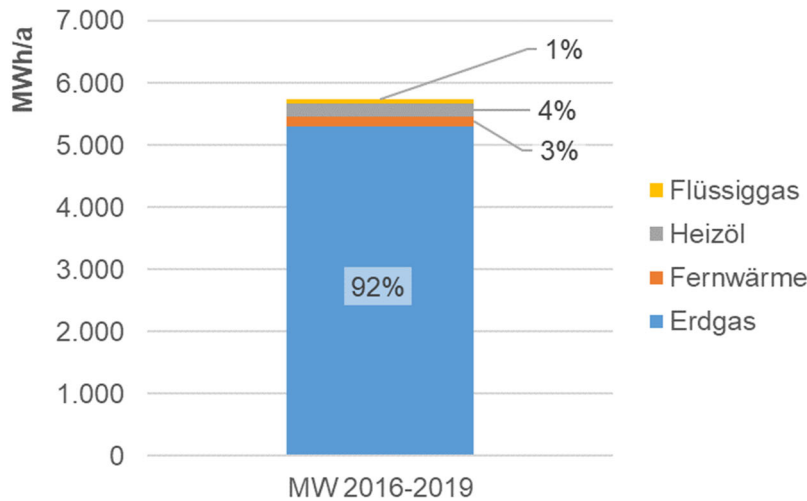


Abbildung 12: Wärmebereitstellung in kommunalen Liegenschaften nach Energieträgern in MWh

Der hohe Anteil an fossilen Energieträgern in der Liegenschaftsversorgung zusammen mit einer zunehmenden CO<sub>2</sub>-Bepreisung wird deutlich steigende Energiekosten bewirken. Die Abbildung 13 zeigt die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung 2021-2025. Ab 2026 werden die Emissionszertifikate gehandelt werden. Dies lässt eine weitere Kostensteigerung erwarten. Das Diagramm zeigt die Mehrkosten für die städtischen Liegenschaften aufgrund der gesetzlich festgelegten CO<sub>2</sub>-Bepreisung bis 2025. Allein die verstärkte Besteuerung der fossilen Energienutzung führt zu Mehrkosten in Höhe von über 50.000 € im Jahr 2025 und voraussichtlich knapp 70.000 € im Jahr 2026.

Ein frühzeitiger Energieträgerwechsel ist das geeignetste Mittel, um diese langfristige Mehrbelastung zu vermeiden.



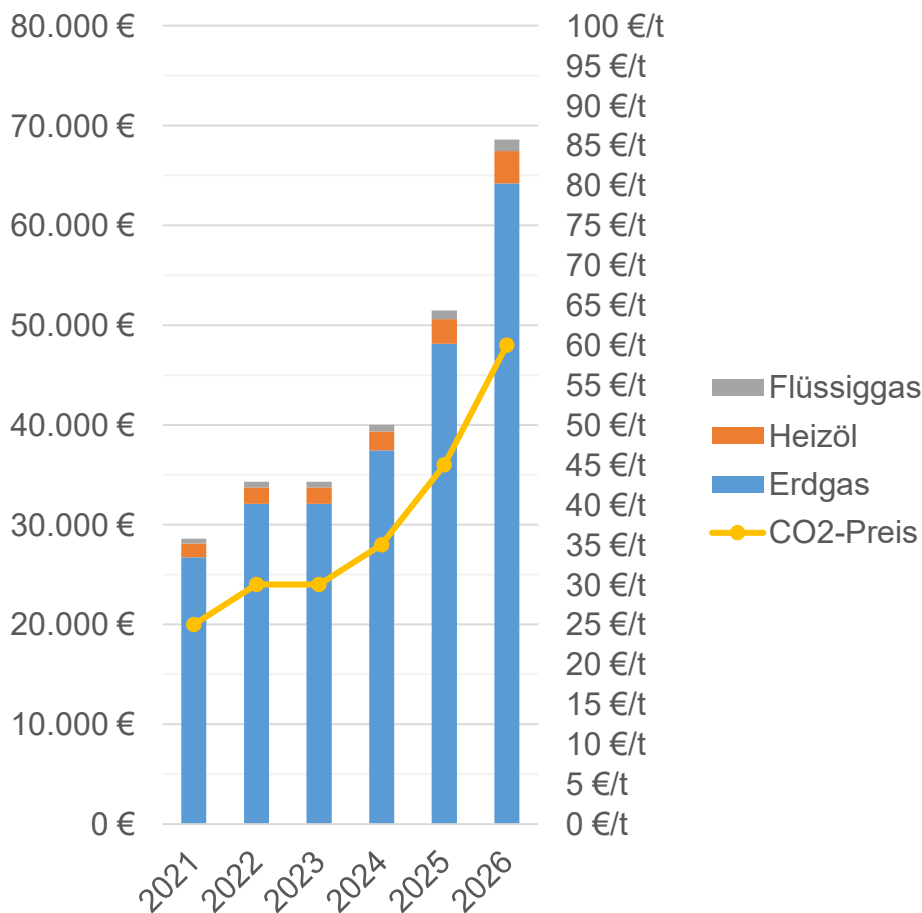


Abbildung 13: Zusatzkosten für die Wärmeversorgung der städtischen Liegenschaften durch die CO<sub>2</sub>-Bepreisung unter der Annahme eines gleichbleibenden Energieträgermix

### 3.3.3 Gewerbe und Industrie

Der Bedarf an Wärme für Gewerbebetriebe wurde wie folgt ermittelt: Die Erdgasverbräuche im Gemeindegebiet sind über die Energieversorgungsunternehmen bekannt. Anteile an Heizöl, erneuerbaren Energien und sonstigen Energieverbräuchen werden auf Basis vorliegender gewerblicher Verbrauchsanteile im Landkreis Neu-Ulm von 2019 auf das Stadtgebiet übertragen.

#### Gewerbebefragung

Zum Zweck einer detaillierten Betrachtung wurden 30 energieintensive Betriebe angeschrieben und um ihre Beteiligung an einer Umfrage gebeten. Nach weiteren Erinnerungen gingen acht auswertbare Rückmeldungen ein. Auf eine detaillierte Darstellung der Ergebnisse im Abschlussbericht wurde auch im Hinblick auf den Datenschutz verzichtet. Die Rückmeldungen können folgendermaßen zusammengefasst werden.

- Drei Unternehmen sind in einem Energiemanagementsystem zertifiziert.
- Fünf Unternehmen haben bereits Energieberatungen in Anspruch genommen.
- Alle acht Unternehmen haben bereits Energiesparmaßnahmen durchgeführt, u. a.
  - Optimierung Druckluft
  - E- und Hybridfahrzeuge
  - Effiziente Maschinen und Beleuchtung
  - Mitarbeiterschulungen
- Alle Unternehmen halten Informations- und Beratungsangebote zu geeigneten Förderprogrammen für wichtig.
- Sechs Unternehmen halten Angebote für Energieberatungen für wichtig. Derartige Angebote bietet beispielsweise die Regionale Energieagentur Ulm/Neu-Ulm.

### **3.3.4 Wohnen und energetisch gleichgestellte Nutzungen**

#### **Wärmekataster**

Das flächendeckende Wärmekataster der Stadt wurde durch Geoinformationsverarbeitung (GIS) ermittelt. Dabei wurden die Daten in fortschreibbarer Form in einer GIS-basierten Datenbasis hinterlegt. Die Stadt Senden stellte für die Entwicklung des Wärmekatasters LoD2-Daten für den Betrachtungsraum zur Verfügung. Zur Schärfung der berechneten Wärmebedarfswerte sind zudem Daten zur Bebauungsentwicklung von Siedlungsquartieren eingegangen.

In der entstandenen Gebäudedatenbank sind insbesondere Daten zu Gebäudetypologie, Baualtersklassen, und den Siedlungsflächen hinterlegt. Einen Ausschnitt aus dem Wärmekataster für das Stadtgebiet Senden zeigt Abbildung 14.

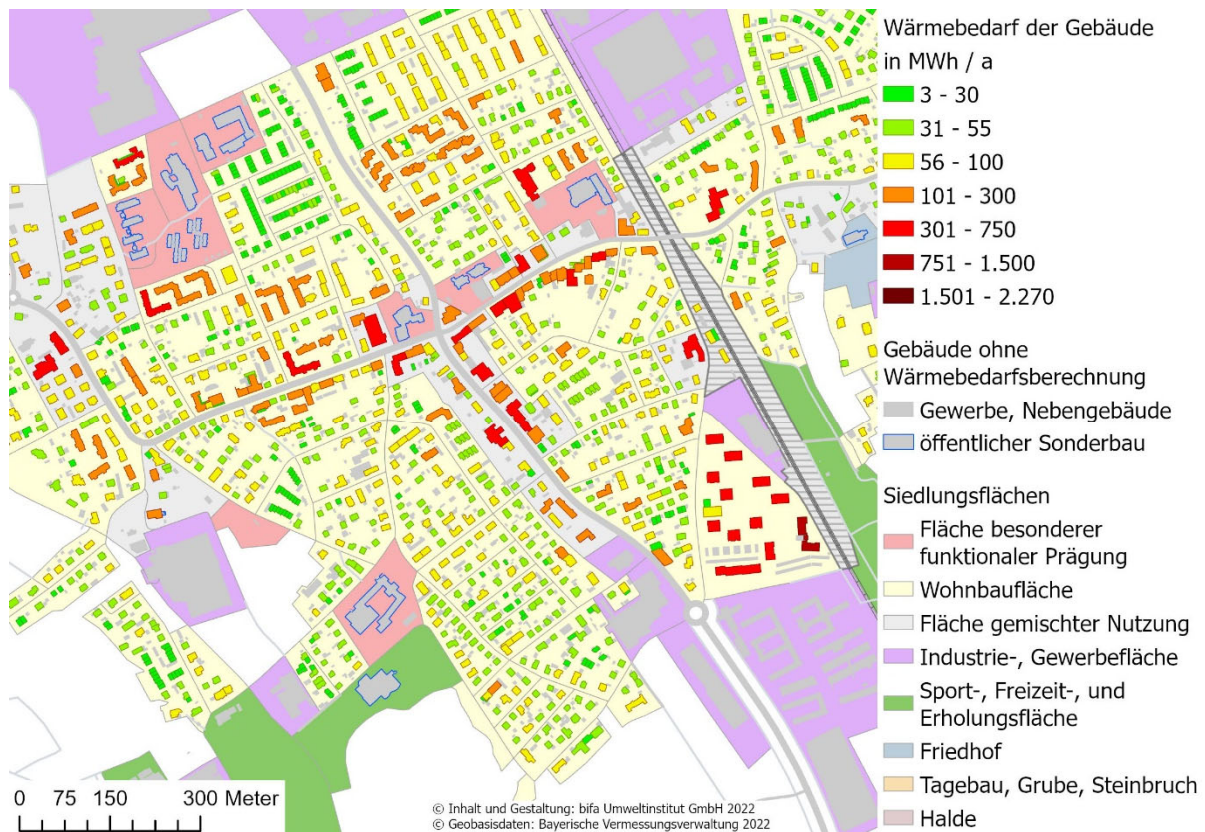


Abbildung 14: Wärmekataster – Wärmebedarf der Gebäude; Detailansicht Stadtgebiet Senden

Im Detail wurden die Informationen aus dem Wohnungsbestand mit den Ergebnissen der Befragung zu den Liegenschaften überlagert. Somit ergibt sich flächendeckend ein umfassendes Bild über die erfasste Wärmeinfrastruktur und ihre räumliche Verteilung.

Für Wohngebäude und Gebäude mit gemischter Nutzung (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Wohnen) erfolgte eine gebäudescharfe Bedarfsberechnung unter Berücksichtigung der Baualter. Für die Wärmebedarfsanalysen wurden die Gebäude nach ihrer Nutzungsart typologisiert. Ungeheizte Nebengebäude und Gebäude besonderer Funktion wurden dabei identifiziert. Der Wärmebedarf aller Wohngebäude wurde unter Berücksichtigung vorliegender Charakteristika berechnet (z. B. Gebäudetypen, Baukörpervolumen, Vollgeschosszahl, Nutzungsgrad, vorliegende Baualter). Zur Ermittlung ortsbezogener Kennzahlen und für die Verifizierung von Analyseergebnissen werden Daten des Statistischen Bundesamtes und des Bayerischen Landesamtes für Statistik herangezogen.

Im Mittel liegt der flächenbezogene Heizwärmebedarf der Wohngebäude mit 142 kWh/m<sup>2</sup>/a unter dem Niveau des Bundesdurchschnitts von 152 kWh/m<sup>2</sup> (dena, 2019).

Ergänzend zum reinen Wärmebedarf der Gebäude wurde für den Betrachtungsraum der Wärmebedarf in Siedlungsflächen (Abbildung 15) und die Wärmebelegungsdichte (Abbildung 16) ermittelt.

Das Wärmekataster ist Ausgangspunkt für die Entwicklung von Wärmeverbundprojekten. Die Übersicht zu Wohnwärmebedarf in Siedlungsflächen zusammen mit der Lage und Konzentration von Liegenschaften weist auf mögliche Keimzellen für Wärmeverbundlösungen und geeignete Areale für umfassendere Fernwärmelösungen hin. Die Wärmebelegungsdichte ist ein Kennwert zur Identifizierung und Prüfung möglicher Fernwärmeversorgungen für Bestandsgebäude. An diese erste Prüfung schließt sich eine detaillierte Betrachtung identifizierter Gebiete an.

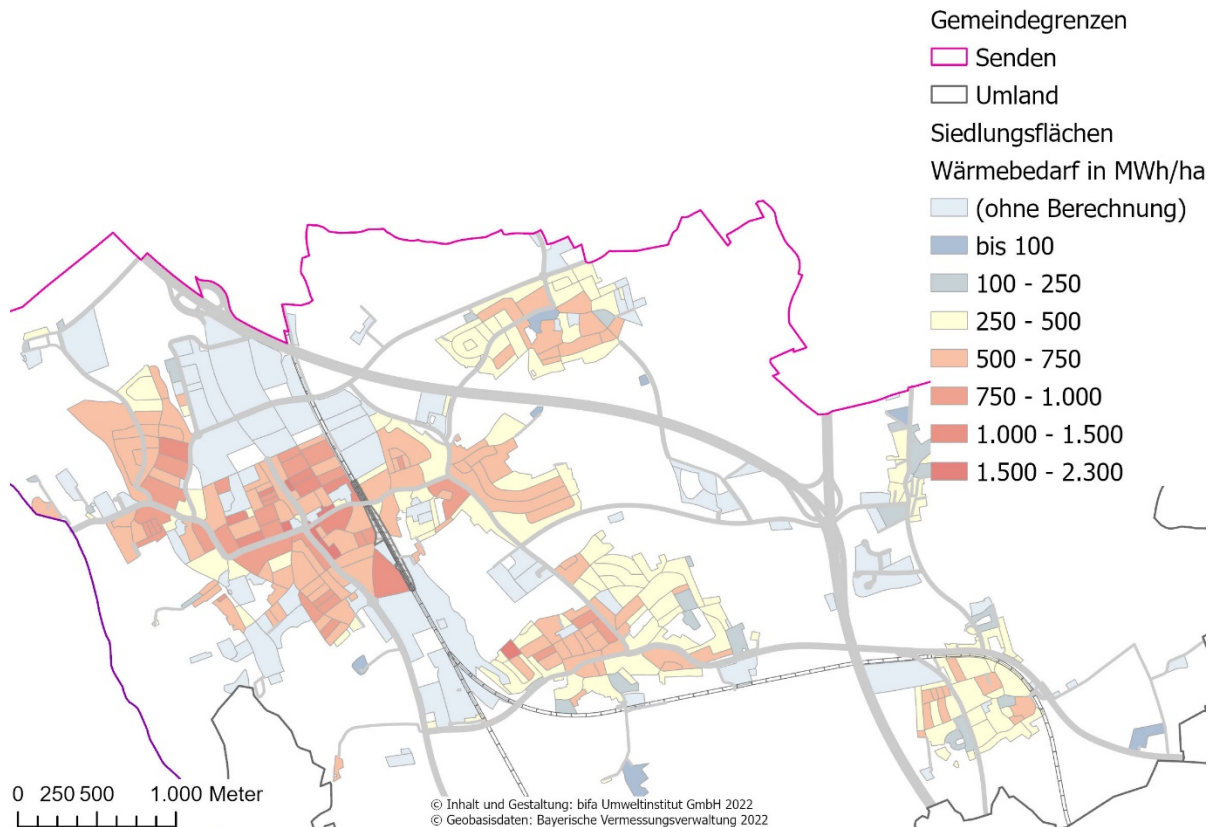


Abbildung 15: Wärmekataster – relativer Wärmebedarf (Wohnen) in Siedlungsflächen



Abbildung 16: Wärmebelegungsichte und Gebäudetypologie. Der Ausschnitt zeigt die Stadtmitte Senden und den Ortsteil Ay an der Iller

### 3.3.5 Energieträger zur Wärmebereitstellung – Wohnen

Über das Wärmekataster wird auch der Wärmebedarf für Wohngebäude in Summe ermittelt. Er liegt bei 234.500 MWh pro Jahr.

Aus den Energiebilanzen zur leitungsgebundenen Energieversorgung und aus Hochrechnungen über Anlagendaten von regenerativen Energieerzeugern (siehe Kapitel 3.2.2) sind alle Energieverbräuche bis auf den von Heizöl bestimmt. Aus der Differenz zwischen dem Wärmebedarf nach Wärmekataster und den gebildeten Werten lässt sich auf den Bedarf an Heizöl schließen. Es ergibt sich die Energieträgerverteilung der Abbildung 17. Die Ergebnisse lassen sich mit überregionalen Kennwerten vergleichen:

- Anteil erneuerbarer Wärme
  - lokal 10 %
  - Bayern 20 %
  - Bund 16 %
- Anteil Heizöl
  - lokal 60 %
  - Bayern 41 %
  - Bund 21 %

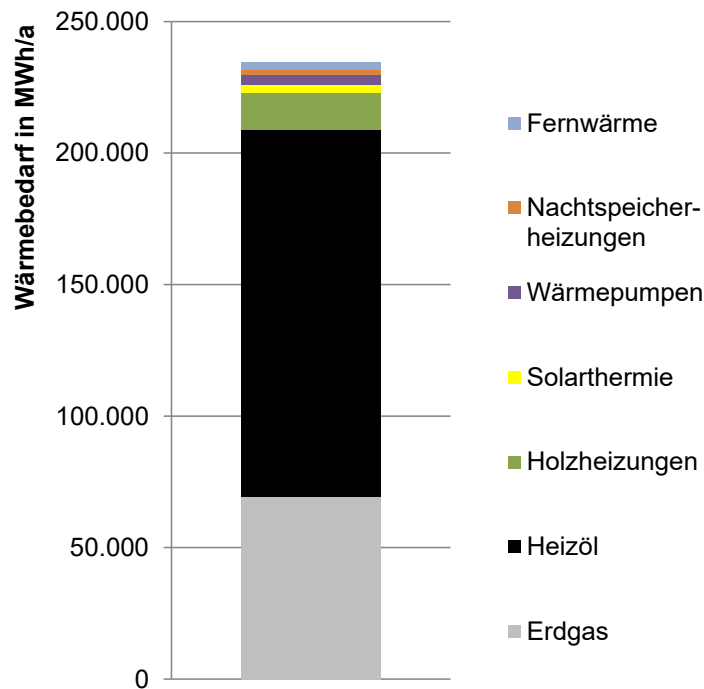


Abbildung 17: Wohnwärmebereitstellung von 234.500 MWh/a, aufgeteilt nach Energieträgern (Stand 2019)

### 3.3.6 Energiebedarf im Verkehrssektor

Die Berechnung des Energiebedarfs im Verkehrssektor ist zweiteilig aufgebaut und besteht aus dem Energiebedarf des Individualverkehrs und dem des Schwerlastverkehrs.

Die Berechnung für den Individualverkehr basiert auf Zahlen aus der Studie „Mobilität in Deutschland – MiD“ des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI, 2019). Die Studie enthält Tagesstrecken unterteilt nach Verkehrsmitteln für unterschiedliche Raumtypen. Sieben Raumtypen werden unterschieden, von kleinstädtisch-dörflichem Raum bis zur Metropole. Betrachtete Verkehrsmittel sind

- zu Fuß,
- Fahrrad,
- Motorisierter Individualverkehr – Fahrer,
- Motorisierter Individualverkehr – Mitfahrer und
- öffentliche Verkehrsmittel.

Tabelle 3 zeigt den Energiebedarf und die daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen des Individualverkehrs in der Stadt Senden.

Der Energiebedarf für den Schwerlastverkehr und Nutzfahrzeuge kann auf Grundlage der Daten des Kraftfahrt-Bundesamtes zum Fahrzeugbestand quantifiziert werden. In die Berechnung gehen dabei die Anzahl der Lastkraftwagen und Zugmaschinen (KBA, 2021a) sowie die durchschnittliche Jahresfahrleistung von Lastkraftwagen bis 7,5 t zulässiger Gesamtmasse und Sattelzugmaschinen ein (KBA, 2021b). Die Ergebnisse für den Schwerlastverkehr und Nutzfahrzeuge listet Tabelle 4 auf.

Tabelle 3: Hochrechnung zu Energiebedarf und resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen des Individualverkehrs in der Stadt Senden

Verkehrsmittel	Tagesstrecke je Person in km	Energie je Personenkilometer in kJ/Pkm	Energie je Person und Jahr in kWh/P/a	Energieverbrauch * Individualverkehr in MWh/a	CO <sub>2</sub> -Emissionen je Personenkilometer in g CO <sub>2</sub> /Pkm	CO <sub>2</sub> -Emissionen* Individualverkehr in t CO <sub>2</sub> /a
Zu Fuß	1	0	0	0	0	0
Fahrrad	1	0	0	0	0	0
MiV – Fahrer	23	2.533 <sup>2</sup>	5.907	133.100	213	40.200
MiV – Mitfahrer	9	1.151 <sup>3</sup>	1.051	23.700	97	7.200
Öffentl. Verkehrsmittel	6	722 <sup>4</sup>	439	9.900	50	2.500
Summe				166.700		49.900

\* bezogen auf 22.529 Einwohner (LfStat, 2019)

Tabelle 4: Hochrechnung zu Energiebedarf und resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen von Schwerlastverkehr und Nutzfahrzeugen in der Stadt Senden

Verkehrsmittel	Anzahl Fahrzeuge (KBA, 2021a)	Jahresfahrleistung je Fahrzeug in km/Fzg/a (KBA, 2021b)	Kraftstoffverbrauch in l/100km (destatis, 2018)	Kraftstoffverbrauch in l/a	Energieverbrauch Schwerlastverkehr in MWh/a	CO <sub>2</sub> -Emissionen Schwerlastverkehr in t CO <sub>2</sub> /a
LKW bis 7,5 t	775	16.896	13,7	1.793.933	17.900	5.700
Sattelzugmaschinen bis 40 t	153	93.136	34,1	4.859.185	48.400	15.400
Landwirtschaftliche Zugmaschinen	210	363 <sup>5</sup>	34,1	25.994	300	100
Summe					66.600	21.200

<sup>2</sup> HBEFA 4.2 – Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs; INFRAS Bern im Auftrag u.a. des Umweltbundesamt; abgerufen am 24.08.2022, [www.hbefa.net/d/index.html](http://www.hbefa.net/d/index.html)

<sup>3</sup> Abgeleitet aus „MiV – Fahrer“ bei durchschnittlich 2,2 Personen im Auto

<sup>4</sup> ifeu 2017: Umweltbilanzierung Fernlinienbus; ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH; Heidelberg; 2017

<sup>5</sup> UBA 2020: Aktualisierung der Modelle TREMOD/TREMOD-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018); UBA-Text 116/2020; Umweltbundesamt; Dessau-Roßlau, 2020

Den Anteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Fahrzeugtyp zeigt Abbildung 18.

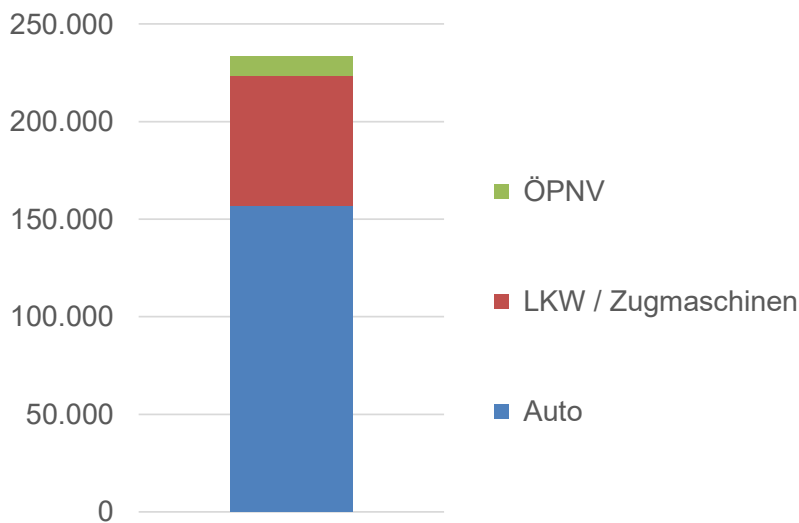


Abbildung 18: CO<sub>2</sub>-Emissionen im Sektor Mobilität von 71.100 t/a nach Fahrzeugklassen.

Der Mobilitätssektor wird im Rahmen des Energienutzungsplans ausschließlich in der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz berücksichtigt. Potenziale und die Entwicklung geeigneter Optimierungsmaßnahmen werden nicht betrachtet. Vor dem Hintergrund des hohen CO<sub>2</sub>-Emissionsanteils (s. Folgekapitel) werden weitere Betrachtungen für diesen Sektor empfohlen. Studien zur Verkehrsmittel- und Verkehrswegenutzung und darauf basierende Mobilitätskonzepte sind Basis einer gezielten kommunalen Einflussnahme in diesem Sektor.

### 3.4 Energiebilanz

In der Energiebilanz wird zwischen Primärenergie und Endenergie unterschieden:

- Primärenergie ist die in noch nicht verarbeiteten Energieträgern wie Roh-Erdgas, Erdöl oder Kohle enthaltene oder aus erneuerbaren Quellen gewonnene Energie. Im Kontext von Treibhausgasemissionen – wie auch in diesem Bericht – wird unter dem Begriff nur Primärenergie aus fossilen Quellen verstanden.
- Endenergie ist die vom Endverbraucher bezogene Energie, in der Regel in Form von Strom, Heizöl, Erdgas, Scheitholz, Holzpellets, Fernwärme oder Kraftstoffen.

Der Endenergiebedarf im Stadtgebiet liegt bei 651.000 MWh/a, der Primärenergiebedarf bei 768.600 MWh/a. Den größten Anteil in beiden Energiebilanzen hat die Wärmebereitstellung, noch vor der Mobilität (Abbildung 19).



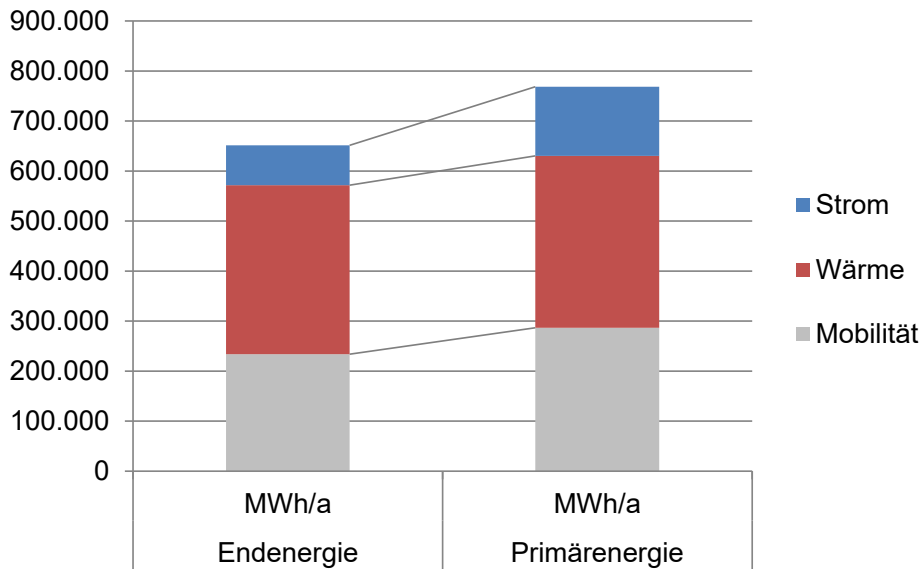


Abbildung 19: Verbrauch an End- und Primärenergie nach Sektoren (Mittelwert 2019-2020).

Die Verwendung nach Verbrauchern ist in Abbildung 20 dargestellt. Den größten Anteil verursachen hier Mobilität und private Haushalte.

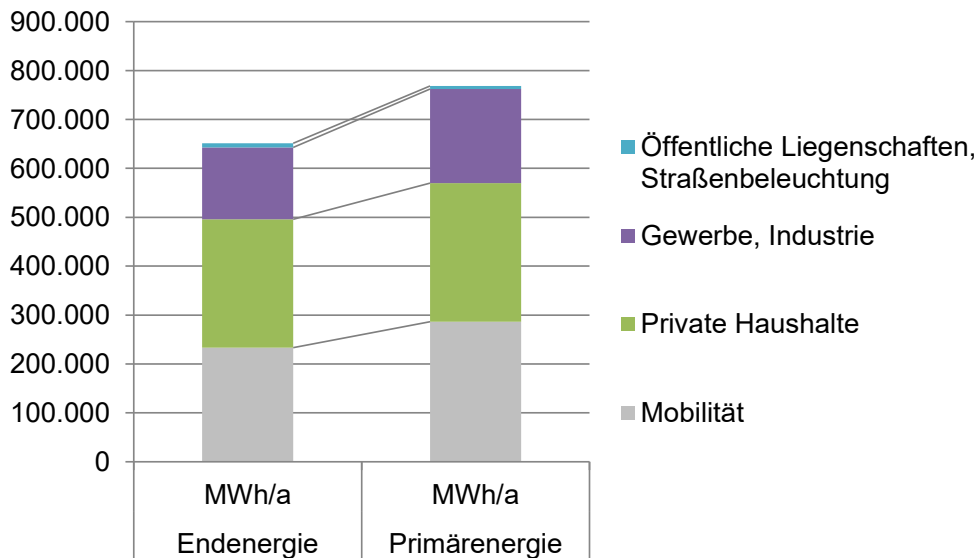


Abbildung 20: Verbrauch an End- und Primärenergie nach Verbrauchern (Mittelwert 2019-2020).

Die Sektorenanteile für Senden werden in Tabelle 5 den Anteilen nach Endenergiebilanz 2018 für Bayern gegenübergestellt.

Tabelle 5: Anteile des Endenergiebedarfs nach Sektoren in Bayern (2018, LfStat 2019) und Senden

Endenergiebedarf	Bayern	Senden
Haushalte und Verbraucher	46,1%	41,0%
davon öffentliche Hand	-	1,2%
Verkehr	32,4%	35,4%
Verarbeitendes Gewerbe	21,5%	22,3%

### 3.5 Treibhausgasemissionen

Ausgehend von der Endenergiebilanz werden die Treibhausgasemissionen auf Basis von Emissionsfaktoren ermittelt. Abbildung 21 gibt einen Überblick über die verwendeten Faktoren. Der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor des deutschen Strommix ist UBA (2022) entnommen, der Faktor für Fernwärme ist mit 0 g/kWh angesetzt (Fleischhammer, 2020). Alle anderen Faktoren entstammen UBA (2019).

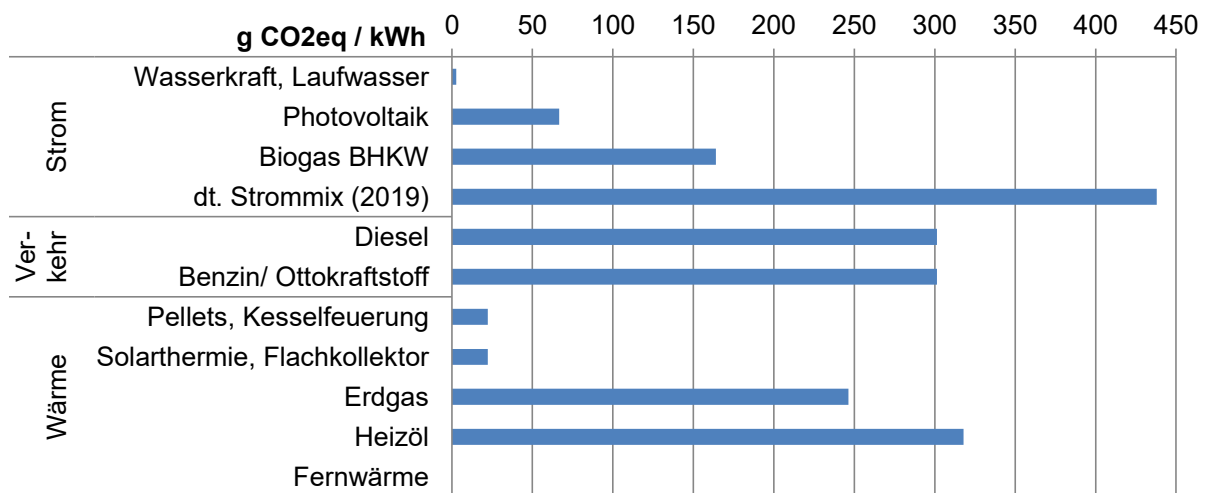


Abbildung 21: Für die CO<sub>2</sub>-Berechnungen genutzte Emissionsfaktoren

Die Gesamtemissionen für Senden 2019 berechnen sich zu 179.800 t CO<sub>2eq</sub>. Dies entspricht Treibhausgasemissionen von 8,0 t CO<sub>2eq</sub> pro Einwohner und Jahr.

Für Bayern wird für 2019 ein Emissionswert von 6,1 t CO<sub>2eq</sub> pro Einwohner und Jahr angegeben (StMWi 2020). Dieser Wert beruht jedoch auf einer anderen Bilanzierungsmethode; ein Vergleich ist begrenzt aussagefähig.

Abbildung 22 zeigt die Aufteilung in die Sektoren Mobilität (39 %), Wärme (48 %) und Strom (13 %).

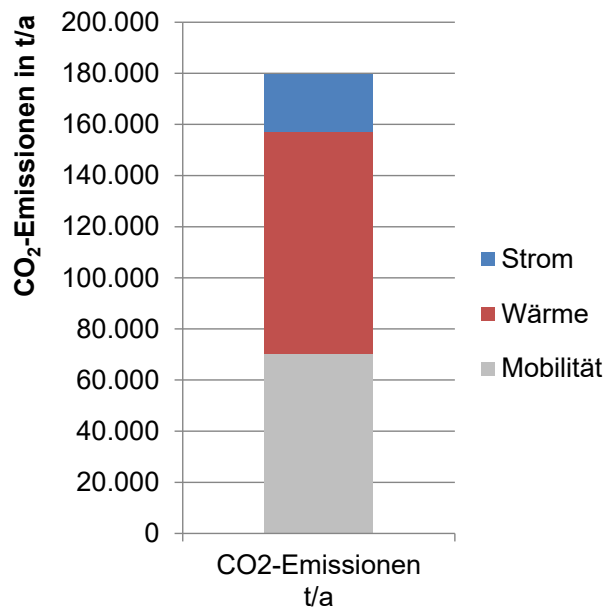


Abbildung 22: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren (Mittelwert 2019-2020).

## 4 Regenerative Energieerzeugungspotenziale

### 4.1 Solarenergie – Freiflächenanlagen

Das Potenzial für PV-Freiflächenanlagen wurde im Jahr 2022 auf Grundlage des Erneuerbare-Energien-Gesetzes 2021 ermittelt. Danach können Anlagen in einem Umgriff um Autobahnen und Schienenstrecken an den EEG-Ausschreibungsverfahren teilnehmen. Der Korridor für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen an Autobahnen und Schienenstrecken wurde im Rahmen des EEG 2021 auf 200 m definiert. Ein Korridor von 15 m parallel zu den Verkehrsachsen ist freizuhalten.

Im Zuge einer Geoinformationsanalyse wurde der verfügbare Korridor um die Schienen- und Autobahnstrecken durch Senden ermittelt. Der freizuhaltende Bereich neben der Strecke wurde beachtet. Folgende, vorliegende Flächen wurden im Rahmen der Potenzialanalyse ausgeschlossen:

- Bestandsanlage PV nach ATKIS<sup>6</sup>
- Regionalplanung
  - „Bereiche, die für die Siedlungsentwicklung besonders in Betracht kommen“
  - Trenngrün
- Siedlungsflächen nach ATKIS

<sup>6</sup> ATKIS: Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem. Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung.

- Biotop aus der Biotopkartierung (Flachland)
- Landschaftselemente aus der Feldstückkarte Bayern
- Kleinstflächen aus dem Verschnitt von Potenzialflächen mit der Flurstückskarte
- Flächen, die die zukünftige Siedlungsentwicklung beeinflussen  
(in Abstimmung mit der Stadtverwaltung festgelegt)

Für die Ermittlung der elektrischen Leistung wurde eine Belegungsdichte pro Bodenfläche von 100 W/m<sup>2</sup> verwendet (ISE 2022). Der Stromertrag wurde über den Medianwert der berechneten Volllaststunden für 2018 von 1063 h/a ermittelt (Rohdaten: Energie-Atlas-Bayern).

Das in Tabelle 6 genannte Potenzial für PV-Freiflächenanlagen entspricht einem Anteil an der gesamten Gemeindefläche von etwa 5 %. Abbildung 23 zeigt die Lage der Potenzialflächen.

Tabelle 6: Potenzial von PV-Freiflächenanlagen nach EEG 2021

	Fläche ha	Peak-Leistung kW	Stromertrag MWh/a
Potenzialflächen nach EEG 2021	126	127.000	134.000

Zum 01. Januar 2023 trat das EEG 2023 in Kraft. Dieses erweitert die förderfähige Flächenkulisse entlang von Autobahnen und Schienenwegen von bisher 200 auf 500 m. Gegenüber dem berechneten Potenzial ist von einem Zuwachs des Potenzials um etwa den Faktor 2 auszugehen. Unabhängig davon werden PV-Freiflächenanlagen zunehmend ohne EEG-Förderung attraktiv. Eine Beschränkung auf die Flächenkulisse des EEG ist deshalb nicht mehr zwingend gegeben.

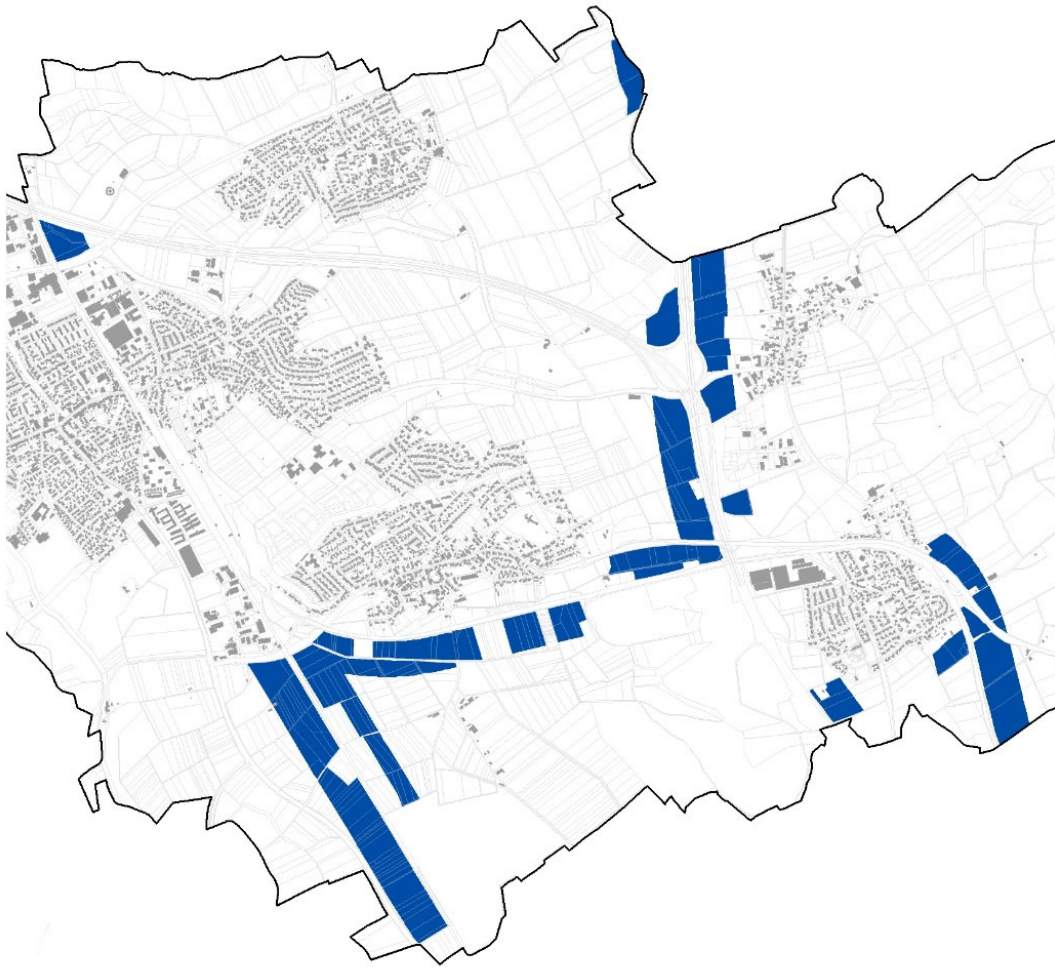


Abbildung 23: Potenzialflächen (blau markiert) an der Bahnlinie und der Autobahn.

## 4.2 Solarenergie – Dachflächenanlagen

### 4.2.1 Basisuntersuchung aller Dächer

Auf Basis eines vorliegenden LoD1-Gebäudemodells wurden die Potenziale für die PV-Stromerzeugung auf Gebäudedächern mittels Geoinformationsberechnungen bestimmt.

Folgende Dachflächen wurden nicht weiter berücksichtigt:

- Dachflächen mit einem Ertragsfaktor <70 % (bspw. Ausrichtung N, NW oder NO mit Dachneigungen >30 %)
- Dachflächen mit einer Fläche <25 m<sup>2</sup> (Kleinstflächen)
- Gebäude bis 3 m Höhe und <100 m<sup>2</sup> (überwiegend Garagen)

Gewerbebauten und öffentliche Sonderbauten wurden inklusive ihrer Nebengebäude wie beispielsweise Lagerhallen oder Turnhallen berücksichtigt. Bei Wohngebäuden gingen kleine Nebengebäude wie Garagen oder Schuppen nicht in die Berechnung ein.

Zur Ermittlung des Gesamtpotenzials wurden für die Solardachanlagen eine Leistungsdichte pro Dachfläche von 133 W/m<sup>2</sup> angenommen. Für Wohngebäude wurde eine Dachflächennutzung von 90 % für die Stromerzeugung und von 10 % für die Wärmeerzeugung durch Solarthermieranlagen vorgesehen. Dachflächen von Nichtwohngebäuden wurden zu 100 % dem PV-Strompotenzial zugeordnet.

Eine Aufteilung der ermittelten Dachflächen nach Gebäudenutzung zeigt die Abbildung 24.

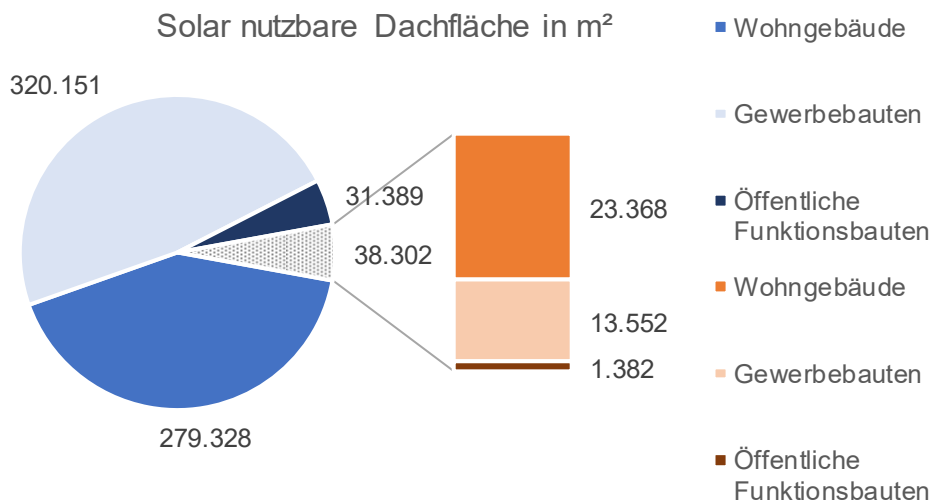


Abbildung 24: Für Solare Wärme- und Stromerzeugung nutzbare Dachflächen nach Gebäudenutzung; Stromerzeugung = blau / Wärmeerzeugung = orange

Zur Ermittlung des Ausbaupotenzials wurde der Bestand an PV und Solarthermieranlagen über die Analyse von Anlagendatenbanken ermittelt. Die PV-Anlagendaten wurden online über die Recherche-Funktion des Energieatlas Bayern abgerufen (2022). Informationen zu geförderten Solarthermieranlagen stammen aus einer Datenauskunft der BAFA (Datenstand: 2020). Für Solarthermieranlagen wird davon ausgegangen, dass nur ca. 50 % der Anlagen im Bestand gefördert wurden. Die Anzahl und Fläche der Anlagen wurde in der Berechnung des Ausbaupotenzials entsprechend verdoppelt. Tabelle 7 zeigt das Gesamtpotenzial und die Bestandsenergieeinspeisung, in einer Aufteilung zwischen den Wohngebäuden, Gewerbe- und öffentliche Bauten inklusive ihrer Nebengebäude.

Tabelle 7: Solares-Dachflächenpotenzial

	<b>Gebäudenutzung</b>	<b>Anzahl (Adressen)</b>	<b>Nutzfläche in m<sup>2</sup></b>	<b>Leistung in kW</b>	<b>Energie in MWh/a</b>
PV-Strom	Wohnen	3248	279.328	37.244	34.638
	Gewerbe	602	320.151	42.687	39.333
	öffentliche Bauten	44	31.389	4.185	3.835
	<b>Gesamtpotenzial</b>	<b>3.894</b>	<b>630.868</b>	<b>84.115</b>	<b>77.807</b>
	Bestand	-	-	-	8.317
Solar- thermische Wärme	Wohnen	2759	23.368	9.347	9.176
	Gewerbe	394	13.552	5.421	5.231
	öffentliche Bauten	28	1.382	553	526
	<b>Gesamtpotenzial</b>	<b>3.181</b>	<b>38.302</b>	<b>15.321</b>	<b>14.934</b>
	Bestand	-	-	-	3.235

### 4.3 Wasserkraft

Die vier bestehenden Wasserkraftanlagen entlang der Iller und des Illerkanal weisen insgesamt eine installierte Leistung von 2.040 kW auf. Die Rückmeldungen der Wasserkraftanlagenbetreiber lassen nur geringe Potenziale zur Leistungssteigerung durch Turbinenaustausch oder moderate Stauerhöhung erwarten.

Nach Einschätzung des Landesamtes für Umwelt (LfU) wird es bis auf Weiteres „keine neuen Querbauwerke an bayerischen Flüssen“ geben. Allerdings weist der LfU-Kartendienst ein Neubaupotenzial an einem bestehenden Querbauwerk im Gemeindegebiet Senden aus (Stand: November 2022; siehe Abbildung 25). Die mittlere installierbare Leistung wird mit 1.519 kW angesetzt. Das absolute Erzeugungspotenzial erhöht sich somit von aktuell 11.650 MWh/a auf 20.300 MWh/a.

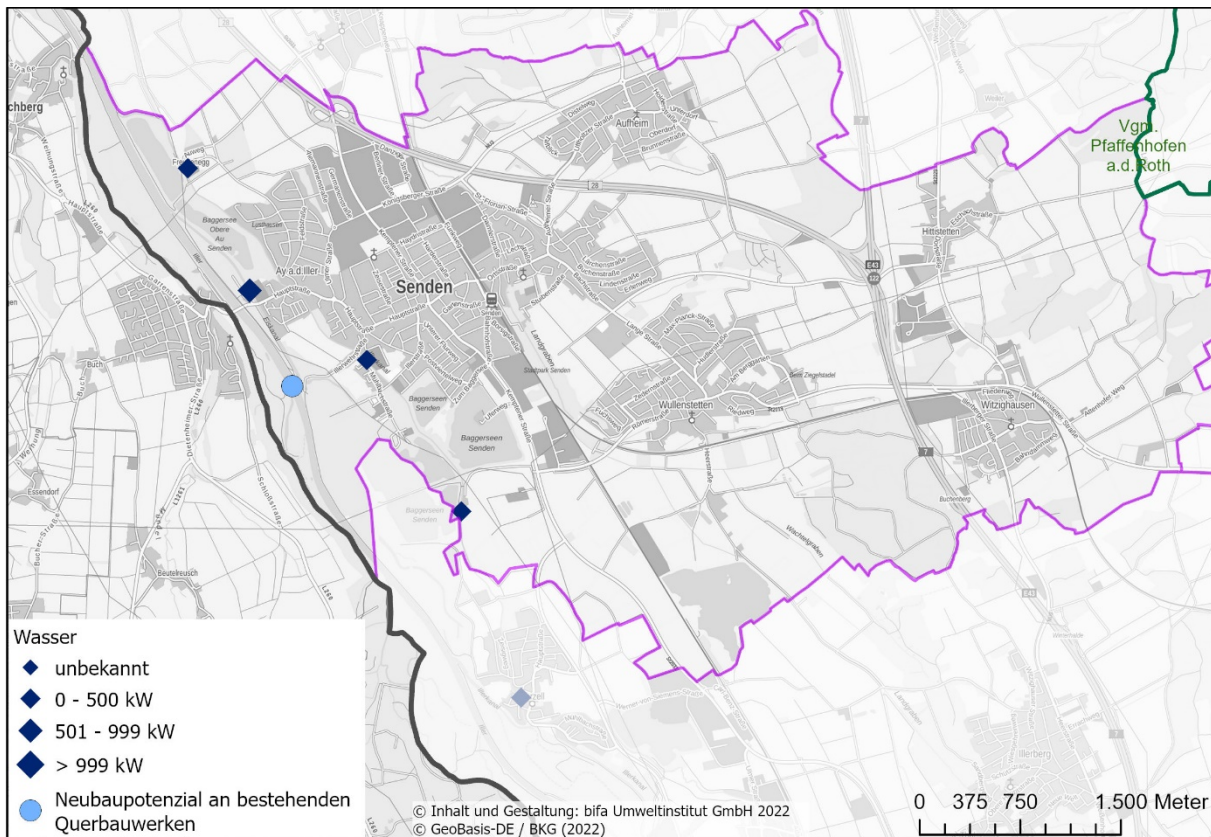


Abbildung 25: Standorte der Wasserkraftanlagen (dunkelblaue Karos) und Neubaupotenzial an bestehenden Querbauwerken (hellblauer Punkt; Stand: November 2022)

## 4.4 Biogas

Die Potenziale zur Energieerzeugung aus Biogas setzen sich zusammen aus dem Potenzial durch den Anbau von Energiesubstraten (NAWARO: nachwachsende Rohstoffe) und dem Potenzial aus landwirtschaftlichen Reststoffen wie Gülle und Mist. Daten zur verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche und zu den Viehbeständen der Stadt Senden wurden aus der Kommunalstatistik des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung (LfStat, 2020) herangezogen. Zur Ermittlung der Biogasbildungspotenziale wurde auf Kennwerte der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR, 2016) zurückgegriffen.

Prinzipiell sind sämtliche landwirtschaftlichen Flächen für den Anbau von Substraten zur Biogaserzeugung geeignet (Nutzung bspw. als Mais- oder Grassilage). Für eine ausgewogene Nutzung der Flächen wird angenommen, dass 20 % der landwirtschaftlichen Fläche für den Anbau von Substraten genutzt wird. Der Rest der Flächen wird dem Nahrungsmittel- und Futtermittelanbau zugeordnet.

Für die Potenzialbetrachtung wird angenommen, dass rund 30 % der anfallenden tierischen Exkrememente in Biogasanlagen genutzt werden können. Für die Anzahl an Schweinen und Milchkühen stehen aus Datenschutzgründen keine Werte für 2016 zur Verfügung. Ersatzweise wurde ein Wert aus der Entwicklung der Tiere je Halter und der Tiere gesamt über verfügbare Daten aus den Jahren 1999 und 2007 interpoliert.



Das Gesamtpotenzial für die Stadt Senden ermöglicht es rechnerisch, Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung in Höhe von insgesamt 400 kW<sub>el</sub> zu betreiben. Für die Berechnung der in Tabelle 8 eingetragenen Werte zum Strom und Wärmepotenzial wurde der Eigenwärme- und Strombedarf zur Aufrechterhaltung des Anlagenbetriebs bereits abgezogen.

Tabelle 8: *Biogaspotenzial und daraus abgeleitetes Potenzial zur Wärme- und Stromabgabe bei Einsatz eines BHKW*

<b>elektrische Gesamtleistung</b>	400	kW
<b>Strompotenzial, gesamt</b>	3.220	MWh/a
<b>Wärmepotenzial, gesamt</b>	2.720	MWh/a
<b>Ausbaupotenzial elektrisch</b>	0	MWh/a

In der Gemeinde ist bereits eine Biogasanlage mit 100 kW elektrischer Leistung installiert. Außerdem betreiben die Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm (SWU) ein BHKW (ca. 1.250 kW<sub>el</sub>, MaStR, 2023) mit Biomethan zur Versorgung des Wärmenetzes. Die Biogasanlage liegt abseits von anderer Bebauung und nutzt Abwärme bisher nur für die Eigenversorgung der Anlage. Nach Betreiber Auskunft steht ganzjährig eine Abwärmeleistung von 100 kW<sub>th</sub> zur Verfügung. Eine leitungsgebundene Wärmenutzung in angrenzenden Wohn- oder Gewerbegebieten ist aufgrund der geringen Abwärmeleistung und der langen Leitungswege nicht sinnvoll. Eine Nutzung der Abwärme für Trocknungsprozesse vor Ort sollte geprüft werden.

Kommunale Projekte zur Steigerung der Biogasproduktion innerhalb des Gemeindegebietes aus nachwachsenden Rohstoffen (NAWARO) erscheinen angesichts der erreichten Nutzung vor Ort nicht geboten. Die Nutzung von weiteren Reststoffmengen (Bioabfälle, Grünschnitt, Gülle) in bestehenden oder neuen Anlagen könnten vor Ort jedoch weitere lokale Kreisläufe schließen.

## 4.5 Biomasse zur Wärmegewinnung

### 4.5.1 Waldholz

Im Gemeindegebiet der Stadt Senden sind nach Angaben des Landesamtes für Statistik rund knapp 400 ha und somit 16 % der Gesamtfläche bewaldet (LfStat 2020). Bei den Waldflächen handelt es sich nach der forstlichen Übersichtskarte zum Waldbesitz überwiegend um Privatwald, jedoch auch in Teilen um Staats- und Körperschaftswald. Die zusammenhängenden Flächen entlang der Iller fallen nach Wald funktionsplan in die Kategorie Schutzwald-Lebensraum.

Zur Bestimmung des Waldholzpotenzials wurde die Holznutzung in den Wuchsgebieten nach den Baumartgruppen unterschieden. In Senden liegen die Waldflächen in der Wuchszone 12. Der entsprechende Nutzungsfaktor wurden zur Berechnung des zur Verfügung stehenden Holzpotenzials herangezogen.

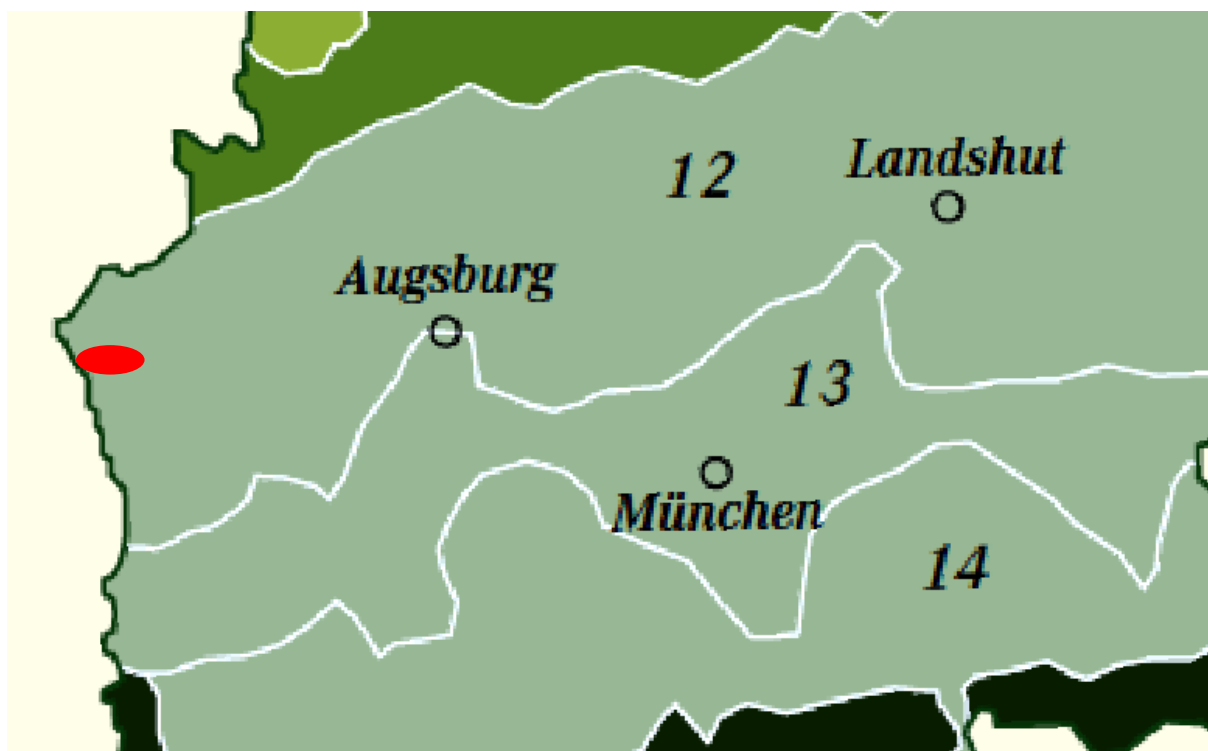


Abbildung 26: Lage der Stadt Senden (rote Ellipse) und Wachstumsregionen (12 = Tertiäres Hügelland; 13 = Schwäbische-Bayerische Schotterplatte und Altmoränenlandschaft; 14 = Schwäbische-Bayerische Jungmoräne und Molassevorberge; 15 = Bayerische Alpen)

Die Waldflächen der Stadt wurden über eine Geoinformationsauswertung nach ihren Waldarten (Nadel-, Laub- und Mischwald) unterschieden und mit dem entsprechenden Nutzungsfaktoren multipliziert. Für die drei Waldarten wurden durchschnittliche Energiegehalte für das frisch geschlagene Holz festgelegt und ein Gesamtenergiegehalt des Holzes zur energetischen Nutzung berechnet.

Nach dem Bericht der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) zum Energieholzmarkt in Bayern 2018 (LWF 2020) gingen 2018 rund 43 % des Holzes in die energetische Nutzung. Als konservative Annahme wurden 30 % des Waldholzes für die energetische Verwertung vorgesehen. Der Rest des Holzes wird der bedeutenden stofflichen Verwertung zugerechnet.

Dem jährlichen Energiepotenzial durch den Holzzuwachs auf Forstflächen stehen die bereits heute in den Bestandsanlagen genutzten Holzmengen gegenüber. Um diese zu ermitteln, wurden die Daten zu den in der Stadt Senden installierten Biomasseanlagen ausgewertet. Die Daten stammen zum einem aus dem Energie-Atlas Bayern und zum anderen aus der Auflistung der geförderten Biomasseanlagen durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Die sich daraus ergebenden Potenziale zur Energieerzeugung aus Holz von forstwirtschaftlichen Flächen ist in Tabelle 9 dargestellt. Der berechnete Holzverbrauch zur Wärmeerzeugung liegt mit 13.750 MWh/a um ein Vielfaches höher wie das ermittelte Energiepotenzial. Kommunale Projekte zur Steigerung der Holznutzung für Heizzwecke innerhalb des Gemeindegebietes erscheinen angesichts der erreichten Nutzung vor Ort nicht angezeigt.

Tabelle 9: Waldholzpotenziale

	Wert	Einheit
Waldflächen (nach ATKIS)	428	ha
Jährlicher Holzzuwachs	4.600	fm/a
Anteil Energieholz an Holzzuwachs	30	%
Jährliche Energieholzmenge	1.380	fm/a
<b>Energiepotenzial</b>	<b>2.670</b>	<b>MWh/a</b>
Energieverbrauch Biomasse-Zentralheizungen	4.750	MWh/a
Energieverbrauch Kleinf Feuerung Scheitholz	9.000	MWh/a
<b>Energieverbrauch</b>	<b>13.750</b>	<b>MWh/a</b>
<b>Vorhandenes Ausbaupotenzial</b>	<b>0</b>	<b>MWh/a</b>

#### 4.5.2 Kurzumtriebsplantagen

Die Möglichkeit zur Erschließung weiterer Potenziale im Bereich der festen Biomasse bietet sich durch die Nutzung von bisher landwirtschaftlich wenig geeigneten kommunalen und privaten Flächen für den Betrieb von Kurzumtriebsplantagen (KUP). Hier können schnell wachsende Bäume oder Sträucher – beispielsweise Weiden und Pappeln – angepflanzt werden, um innerhalb kurzer Wachstumszeit Holz als nachwachsenden Rohstoff zu produzieren.

Für die Ermittlung des Potenzials wurden Ergebnisse aus dem KUP-Scout der bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) ausgewertet. Demnach sind folgende Flächenanteile grundsätzlich für KUP geeignet:

- Ackerfläche mit guter Wasserversorgung und relativ geringer natürlicher Ertragsfähigkeit
- Stark geneigte Ackerflächen

1,7 % der Ackerflächen in der Gemeinde fallen nach dieser Analyse in die Kategorie der Ackerflächen mit guter Wasserversorgung und relativ geringer natürlicher Ertragsfähigkeit. Knapp 0,2 % der Ackerflächen sind stark geneigt. Eine Nutzung von Ackerflächen für den Anbau von KUP ist somit nur in wenigen Teilen des Gemeindegebiets möglich und tritt deshalb in geringe Konkurrenz mit anderen Nutzungen wie Lebensmittel-, Futter- und Biogassubstratanbau. Das Flächenpotenzial für Kurzumtriebsplantagen liegt bei 13,6 ha. Dies entspricht einer nutzbaren Wärmemenge von 280 MWh/a.

#### 4.5.3 Reststoffe

Altholz und holzreiche Anteile des Grünguts sind grundsätzlich ebenfalls geeignet, einen Beitrag zur Wärmeerzeugung aus Biomasse zu leisten. Altholz geht jedoch häufig bereits in die thermische Verwertung, während holziges Grüngut im Allgemeinen kompostiert wird.

Zahlen zum Abfallaufkommen sind in der Abfallbilanz Bayern (LfU 2020) nur für die Landkreise verfügbar. Die angegebenen Wärmemengen gehen nicht in die Potenzialdarstellung im Folgeabschnitt ein.

Tabelle 10 zeigt die auf Senden anhand der Einwohnerzahl umgelegten Werte dieser beiden Abfallströme. Die angegebenen Wärmemengen gehen nicht in die Potenzialdarstellung im Folgeabschnitt ein.

Tabelle 10: Über die Einwohnerzahl skaliertes Bioabfallpotenzial für Senden, basierend auf der Abfallbilanz Bayern für den Landkreis Neu-Ulm (Quelle: Abfallbilanz Bayern, LfU 2020)

Stadt Senden (umgelegte Lkr. Werte) 2020	Menge in t	Wärmemenge in MWh/a
<b>Altholz</b>	639	3.317
<b>Bioabfall: Gesamtmenge gesondert erfasstes Grüngut</b>	3.160	9.800
davon Grüngut aus Haushalten	2.780	
davon kommunales Grüngut	380	

#### 4.5.4 Fazit: Wärme aus Biomasse

Abbildung 27 stellt die Gesamtpotenziale zur Wärmeerzeugung aus fester Biomasse zusammen. Für Grüngut, Altholz und Waldholz bestehen bereits im Ist-Zustand gute stoffliche und energetische Verwertungspfade. Die Nutzung der Abwärmemengen der Biogasanlage ist aufgrund der geringen Energiemengen und der örtlichen Lage der Anlage schwierig. Als Ausbaupotenzial erscheint deshalb nur der Energiebeitrag der Kurzumtriebsplantagen (KUP) verfügbar.

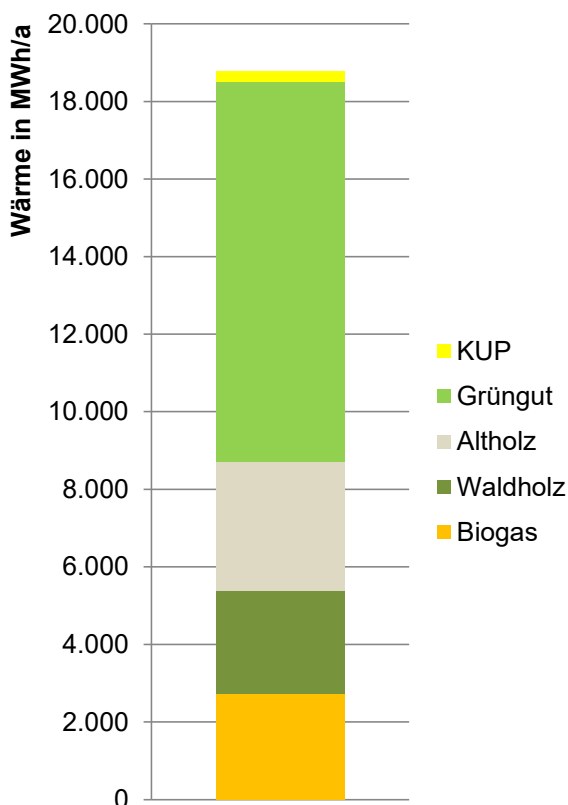


Abbildung 27: Potenzial zur regenerativen Wärmeerzeugung aus Biomasse

## 4.6 Abwärme

Die Gewerbebefragung (siehe auch Abschnitt 3.3.3) diente auch dem Ziel, Abwärmepotenziale im Stadtgebiet zu identifizieren. Von keinem der acht Unternehmen wurde ein Abwärmepotenzial genannt. Auch wurden keine Angaben zu Energieerzeugungsanlagen gemacht.

Aufgrund der angegebenen Energieverbräuche und der jeweiligen Unternehmensbranche lässt nur ein Unternehmen ein Abwärmepotenzial erwarten. Hier wird Dampf zur Beheizung von Produktionsmaschinen benötigt. Der Dampf wird in einem geschlossenen Kreislauf zur Verbrauchsstelle transportiert, gibt Prozesswärme ab und fließt als Kondensat zum Dampferzeuger zurück. Die Verbrauchsstellen sind nach Unternehmensangaben isoliert, um Wärmeverluste zu vermeiden. Eine Abwärmennutzung erscheint hier auf den ersten Blick schwierig, sollte aber nach Möglichkeit in einem direkten Gespräch, beispielsweise zwischen Unternehmen und Wärmenetzbetreiber, intensiver diskutiert werden.

Weitere Abwärmepotenziale aus dem Gewerbe konnten nicht identifiziert werden.

Im Stadtgebiet Senden ist eine 2019 in Betrieb gegangene Biogasanlage mit 100 kW elektrischer Leistung registriert, die überwiegend mit Gülle und Mist beschickt wird. Nach Angaben des Anlagenbetreibers verfügt die Anlage ganzjährig über ein Abwärmepotenzial in Höhe von 100 kW<sub>th</sub>. Die Anlage liegt jedoch in deutlicher Entfernung zu möglichen Wärmeabnehmern, wodurch eine leitungsgebundene Wärmenutzung nicht wirtschaftlich umsetzbar ist. Möglich wäre lediglich eine Wärmenutzung vor Ort in Form von Trocknungsprozessen.

Eine weitere Biomethan-EEG-Anlage (1,2 MW<sub>el</sub>) zur Stromerzeugung und Einspeisung der Wärme ins Wärmenetz der Stadt Senden ist in Betrieb. Ein Holzgas-BHKW mit 5 MW elektrischer Leistung ist derzeit in Planung. Die entstehende Abwärme soll ebenfalls in das, sich im Aufbau befindliche Wärmenetz eingespeist werden.

## 4.7 Kraftwärmekopplungsanlagen (KWK)

KWK-Anlagen stellen eine Möglichkeit zur zeitgleichen Erzeugung von Strom und Wärme dar. Eine möglichst vollständige Nutzung der Wärme ist hierbei Voraussetzung zum Erreichen hoher Gesamtnutzungsgrade.

Für den Einsatz von Gasturbinen-Kraftwerken fehlt vor Ort ein industrieller Energieabnehmer. Die Betrachtung beschränkt sich im Folgenden auf Blockheizkraftwerke (BHKW).

Das Temperaturniveau von BHKW-Anlagen liegt bei 50-130 °C. Eine Bereitstellung von Prozesswärme ist dadurch nur in begrenztem Umfang möglich. Zu Heizzwecken kann die Wärme genutzt werden. Der geringe Heizwärmebedarf im Sommer führt entweder zu hohen Leistungsüberkapazitäten mit entsprechenden Investitionskosten oder zu einer nur geringen ganzjährigen Grundlastversorgung. Weniger stark ausgeprägt sind diese Aspekte bei einer hohen Anzahl unterschiedlicher Wärmeabnehmer in Nah- und Fernwärmenetzen.

BHKW-Anlagen sind in einer großen Leistungsbandbreite verfügbar und können grundsätzlich in jeder Liegenschaft eingesetzt werden. Aus Effizienzgründen sollte der Wärmebedarf der Liegenschaft deutlich höher liegen als der Strombedarf. Ein wärmegeführter Betrieb des BHKW stellt dann einen größtmöglichen Gesamtnutzungsgrad sicher. Größere BHKW-Anlagen sind im direkten Vergleich kosteneffizienter als kleinere. Als Mindestgröße wird ein jährlicher Strombedarf von 45 MWh angesetzt.

Liegenschaften mit hoher Eignung sind der Kindergarten mit Gemeinschaftshalle in Witzighausen, die Grundschule in Aufheim sowie die Eislaufanlage im Stadtgebiet Senden.

Für die Versorgung von einzelnen kommunalen Liegenschaften stellen fossil betriebene KWK-Anlagen keinen ökologischen Mehrwert da. Der erzeugte Strom ersetzt den in Senden für die Liegenschaften verwendeten Ökostrom. Fossile KWK-Anlagen können auf dem Weg zur Klimaneutralität allenfalls als Übergangslösungen gesehen werden; sie behindern den Wechsel auf nachhaltige Wärmeversorgungssysteme.

## 4.8 Oberflächennahe Geothermie

### 4.8.1 Räumliche Eingrenzung der einzelnen verfügbaren Techniken

Die Kartenansichten in diesem Abschnitt geben Auskunft über die Nutzbarkeit unterschiedlicher technischer Versorgungssysteme auf Basis von oberflächennaher Erdwärme.

#### Erdwärmekollektor

Die Nutzung von Erdwärmekollektoren ist in allen Ortsteilen der Stadt Senden möglich (vgl. Abbildung 28). Lediglich für einzelne Gebäude in den Wasserschutzgebieten ist deren Nutzung nicht möglich.

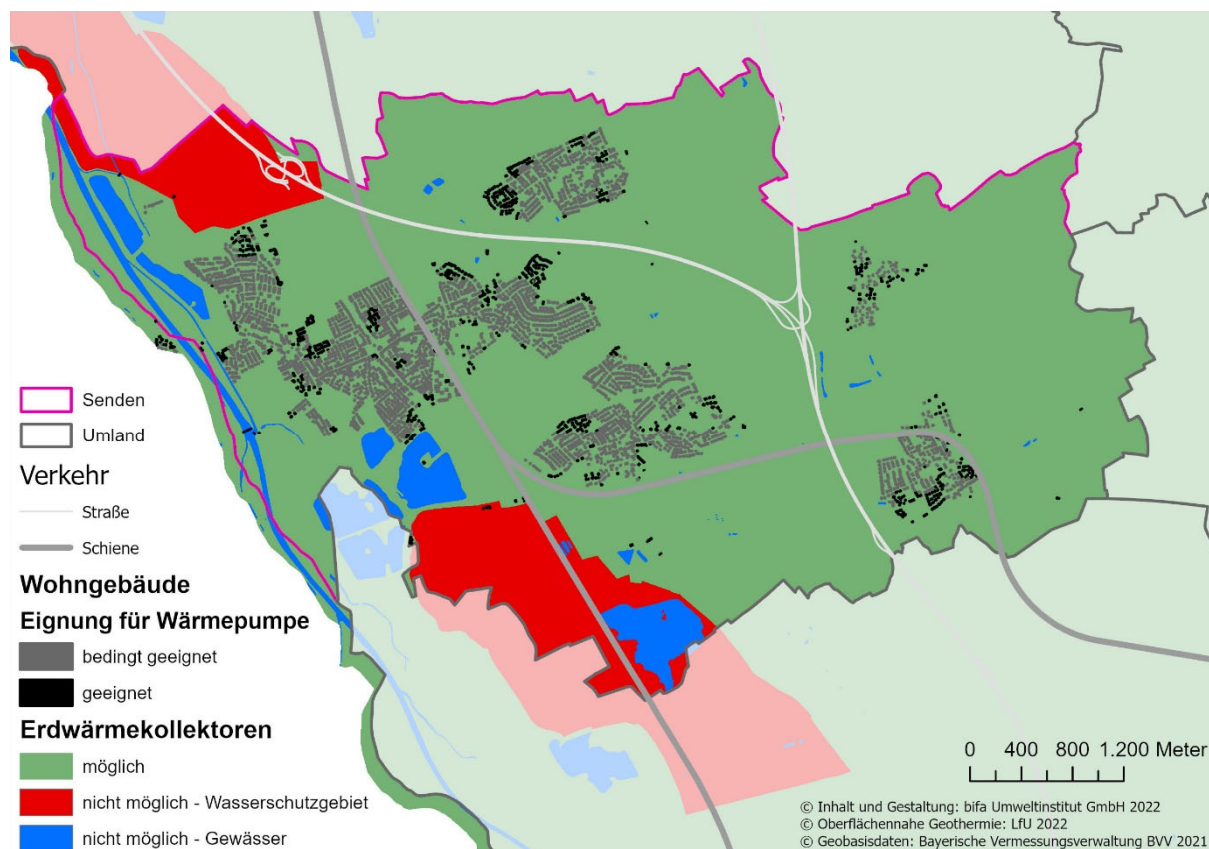


Abbildung 28: *Flächen zur Nutzung von Erdwärmekollektoren (grün) und deren Einschränkung (rot) durch Wasserschutzbelange, sowie Gebäude, die aufgrund ihres Baualters gut für eine Versorgung mittels Wärmepumpe geeignet erscheinen (schwarze Gebäude)*

## Erdwärmesonden

Die Nutzung von Erdwärmesonden ist im Wasserschutzgebiet ebenfalls ausgeschlossen (vgl. Abbildung 29). Aus hydrogeologischen, geologischen oder wasserwirtschaftlichen Gründen sind Erdwärmesonden außerdem im Ortsteil Ay und weiten Teilen des Stadtgebietes Senden nicht möglich, mit Ausnahme von Wohngebieten im östlichen Stadtgebiet im Bereich der Lärchen- und Buchenstraße. In den anderen Ortsteilen Aufheim, Hittistetten, Witzighausen und Wullenstetten ist für diese Technologie nach dem ausgewerteten Kartendienst des Landesamtes für Umwelt eine Einzelfallprüfung notwendig.

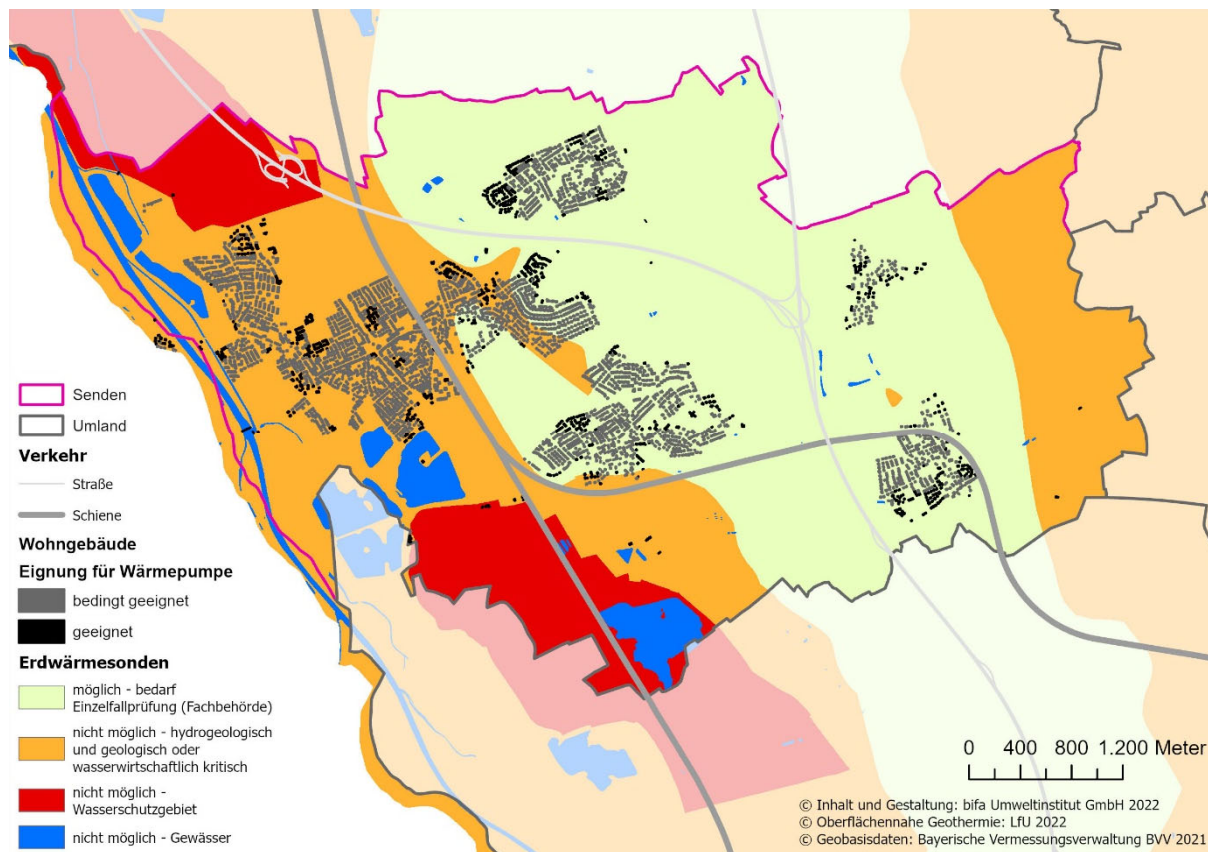


Abbildung 29: Flächen zur Nutzung von Erdwärmesonden nach Einzelfallprüfung (lindgrün) und deren Einschränkung durch hydrogeologische, geologische und wasserwirtschaftliche Kriterien (orange) oder Wasserschutzbelange (rot)

## Grundwasserwärmepumpen

Grundwasserwärmepumpen sind im Wasserschutzgebiet nicht zulässig. Die Nutzung ist jedoch insbesondere innerhalb eines ca. 2,5 km breiten Streifens entlang der Iller möglich. Für alle Ortsbereiche außerhalb dieses Streifens ist eine Einzelfallprüfung geboten.

Abbildung 30 zeigt alle Einschränkungen und gibt über die Kartenlegende Auskunft zu den Hintergründen der Beschränkungen.

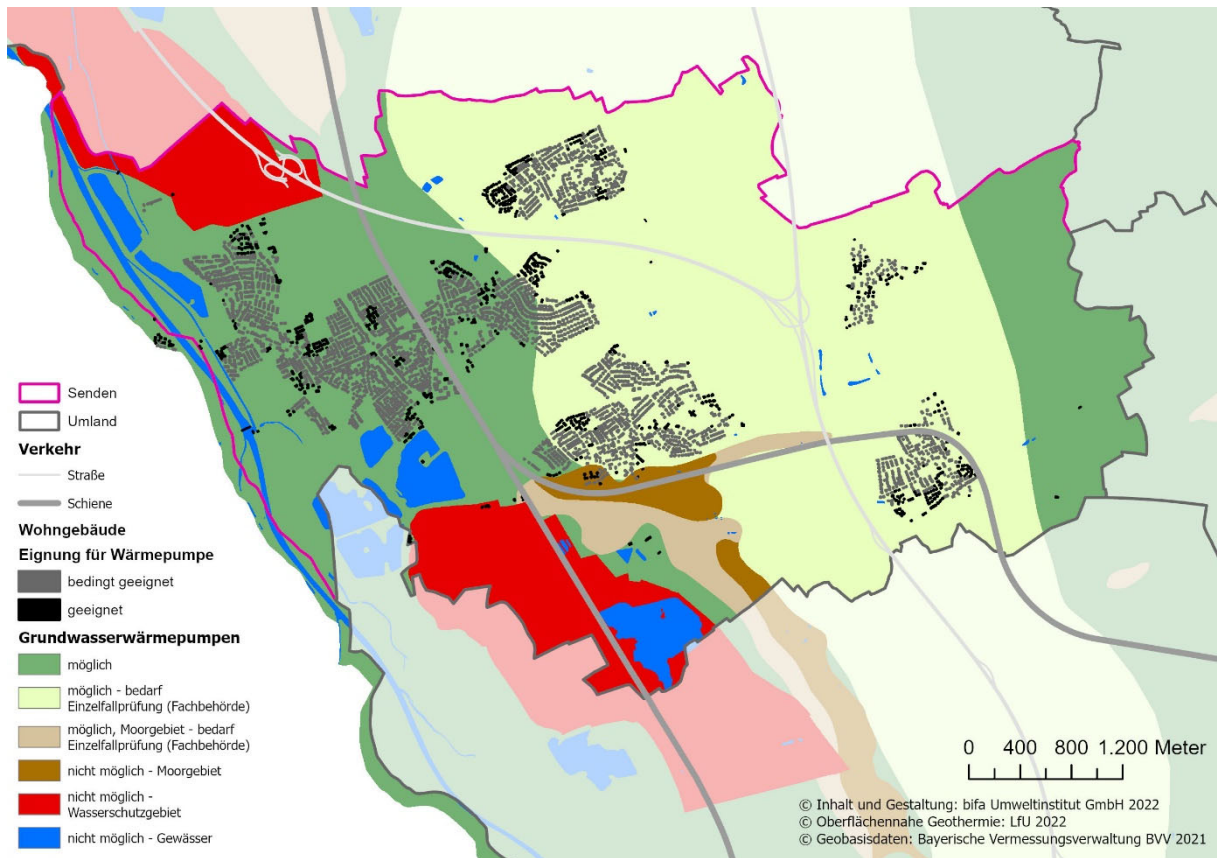


Abbildung 30: Flächen zur Nutzung von Grundwasserpumpen (grün) und deren Einschränkungen durch Wasserschutzbelange (rot) durch Moore (braun). Sowie den Einzelfallprüfbereichen (lindgrün und hellbraun)

#### 4.8.2 Quantitative Potenzialermittlung

Zur Abschätzung des Potenzials oberflächennaher Geothermie wurde angenommen, dass alle Gebäude ab Baujahr 1983 energetisch effizient beheizbar sind, da sie ab dieser Bauphase überwiegend über Flächenheizungen verfügen. In den vorhergehenden Abbildungen (Abbildung 28 bis Abbildung 30) sind diejenigen Gebäude schwarz dargestellt, die gemäß den Analysen des Wärmekatasters nach 1982 errichtet wurden. Grundsätzlich können auch ältere Gebäude mit Wärmepumpen versorgt werden, insbesondere wenn durch energetische Sanierungsmaßnahmen der Wärmebedarf verringert und die Heizflächen vergrößert werden.

Der Bestand von Wärmepumpen wurde aus den geförderten Anlagen der BAFA (rund 15 % der Anlagen gefördert) und den Verbrauchsdaten der Energieversorger abgeleitet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 zusammengefasst.

Tabelle 11: Bestand und Gesamtpotenzial von Wärmepumpenanlagen

	Gebäude	Wärmemenge MWh/a
<b>Bestandsanlagen</b>	280	3.850
<b>Gesamtpotenzial</b>	810	33.700



## 5 Energieeinsparpotenziale

Flankierend zur Erhöhung der regenerativen Energieerzeugung ist Einsparung ein notwendiges Mittel um den Primärenergieeinsatz zu reduzieren.

### 5.1 Sanierung

Nach Maßgabe der Bundesregierung ist die Reduktion des Primärenergieverbrauchs im Gebäudesektor bis 2030 um 37 % zu senken.<sup>7</sup> Bezugspunkt ist der Bedarf des Jahres 2008. Dafür muss die Sanierungsquote von bundesweit derzeit 0,8 % deutlich erhöht werden.

#### 5.1.1 Wohngebäude

Grundlegende Zusammenhänge zwischen Sanierungsrate und Wärmebedarf in zeitlicher Entwicklung zeigt Abbildung 31. Als Sanierungsziel wurde hier für Gebäude bis Baujahr 2000 ein ambitionierter KfW-55-Standard hinterlegt, für neuere Gebäude ein KfW-40-Baustandard. Die Berechnung erfolgt über mittlere flächenbezogene Bedarfskennwerte.

Eine Anhebung der Sanierungsrate vom bisherigen Wert von 0,8 % beispielsweise auf 2,0 % führt bis zum Jahr 2050 zu Einsparungen von 45 %. Dann sind allerdings erst 60 % aller Wohngebäude saniert. Dies zeigt: Sanierung leistet einen wichtigen Beitrag zur Energieeinsparung. Um die in den nächsten Jahren notwendigen Treibhausgaseinsparungen bis hin zur Treibhausgasneutralität zu erzielen, ist jedoch darüber hinaus ein Wechsel auf erneuerbare Energiequellen unumgänglich.

In aller Regel sind unter Beachtung der Lebenszyklus-Treibhausgasemissionen Sanierungen einem Abriss und Neubau vorzuziehen. Ein wesentlicher Grund hierfür sind die hohen Treibhausgasemissionen der Zementherstellung. Im Einzelfall kann Abriss und Neubau erwogen werden, etwa für Geschosswohnungsbauten der Jahre 1950-1970 mit schlechter Bausubstanz, sofern sie nicht dem Denkmalschutz unterliegen.

---

<sup>7</sup> Arbeitsplan Energieeffizienz des Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz; abgerufen am 08.09.2022 unter: [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/20220517-arbeitsplan-energieeffizienz-energiesparen-fuer-mehr-unabhaengigkeit.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/20220517-arbeitsplan-energieeffizienz-energiesparen-fuer-mehr-unabhaengigkeit.pdf?__blob=publicationFile&v=6)

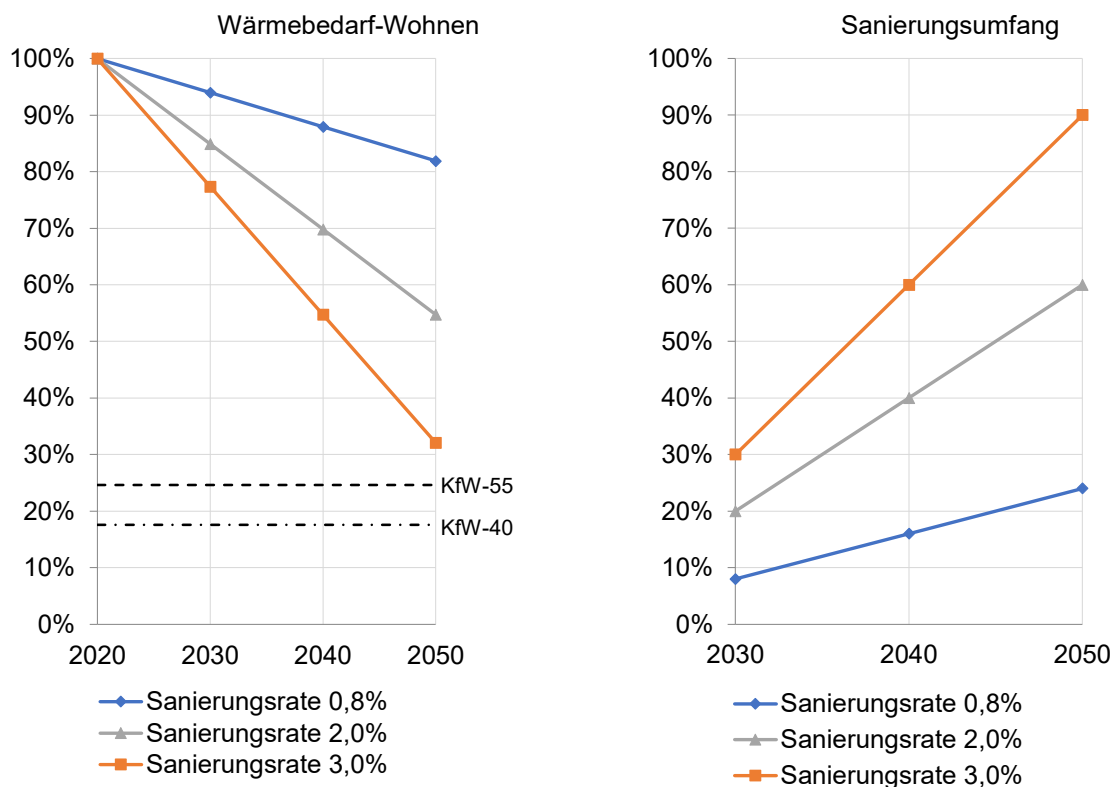


Abbildung 31: Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsraten (natürlich=0,8 %) auf die Einsparung von Wärme und den Anteil sanierter Gebäude

### 5.1.2 Kommunale Liegenschaften

Sanierung trägt zur Einsparung von Energie in kommunalen Liegenschaften bei, analog zu den Betrachtungen zu Wohngebäuden. Eine Abschätzung des Aufwands und des Ergebnisses für kommunale Bauten liefert das FinSa-Tool: Finanzierungsbedarf energetischer Sanierungen für kommunale Gebäude aus dem Projekt Klimaschutzkonzept 2050 kommunaler Gebäude (ZNES 2015). Zwei Szenarien basierend auf Annahmen des Zentrums für nachhaltige Energiesysteme (ZNES) wurden betrachtet:

- Business-as-Usual
  - Sanierungsrate: 1,0 %/a
  - Sanierungsstandard: EnEV Neubau 2009
- Klimaschutzszenario
  - Sanierungsrate: 2,9 %/a
  - alle Gebäude bis 2045 saniert
  - Sanierungsstandard: EnEV Neubau 2009 -30 %

In die Sanierungsbetrachtung gingen Liegenschaften der Stadt Senden gemäß Tabelle 12 ein.

Tabelle 12: Städtische Liegenschaften, die in die Sanierungsbetrachtung (FinSa-Tool) eingingen

Lfd-Nr.	Bezeichnung	Gebäudekategorie	BGF m <sup>2</sup>	Energieträger -	Energieverbrauch MWh/a	spez. Verbrauch kWh/m <sup>2</sup> /a
1	Feuerwehr Witzighausen	sonstige Gebäude	135	Flüssiggas	37	275
2	Grundschule Wullenstetten	Grundschulen (≥ 3.500 m <sup>2</sup> )	3.400	Erdgas	465	137
3	Feuerwehr Wullenstetten	sonstige Gebäude	235	Erdgas	33	139
4	Kindergarten Ay	Kindertagesstätten	1.420	Erdgas	247	174
5	VHS Gebäude	berufsbildende Schulen	184	Erdgas	27	144
6	Bürgerhaus	sonstige Gebäude	2.851	Erdgas	392	138
7	Grundschule und Halle Aufheim	sonstige Gebäude	2.176	Erdgas	311	143
8	Festhalle Ay	sonstige Gebäude	947	Erdgas	124	131
9	Heiningsaal	sonstige Gebäude	253	Heizöl	82	324
10	Betriebshof	sonstige Gebäude	2.447	Erdgas	342	140
11	See- & Hallenbad	Sporthallen	2.545	Erdgas	1.200	472
12	Feuerwehr Senden	sonstige Gebäude	2.260	Nah-/Fernwärme	163	72
13	Kindergarten und Halle Witzighausen	Kindertagesstätten	2.363	Erdgas	183	77
14	Mittelschule, Wirtschaftsschule, Dreifachturnhalle	Allgemeinbildende Schulen (ohne Grundschulen, ≥ 3.500 m <sup>2</sup> )	11.754	Erdgas	1.046	89

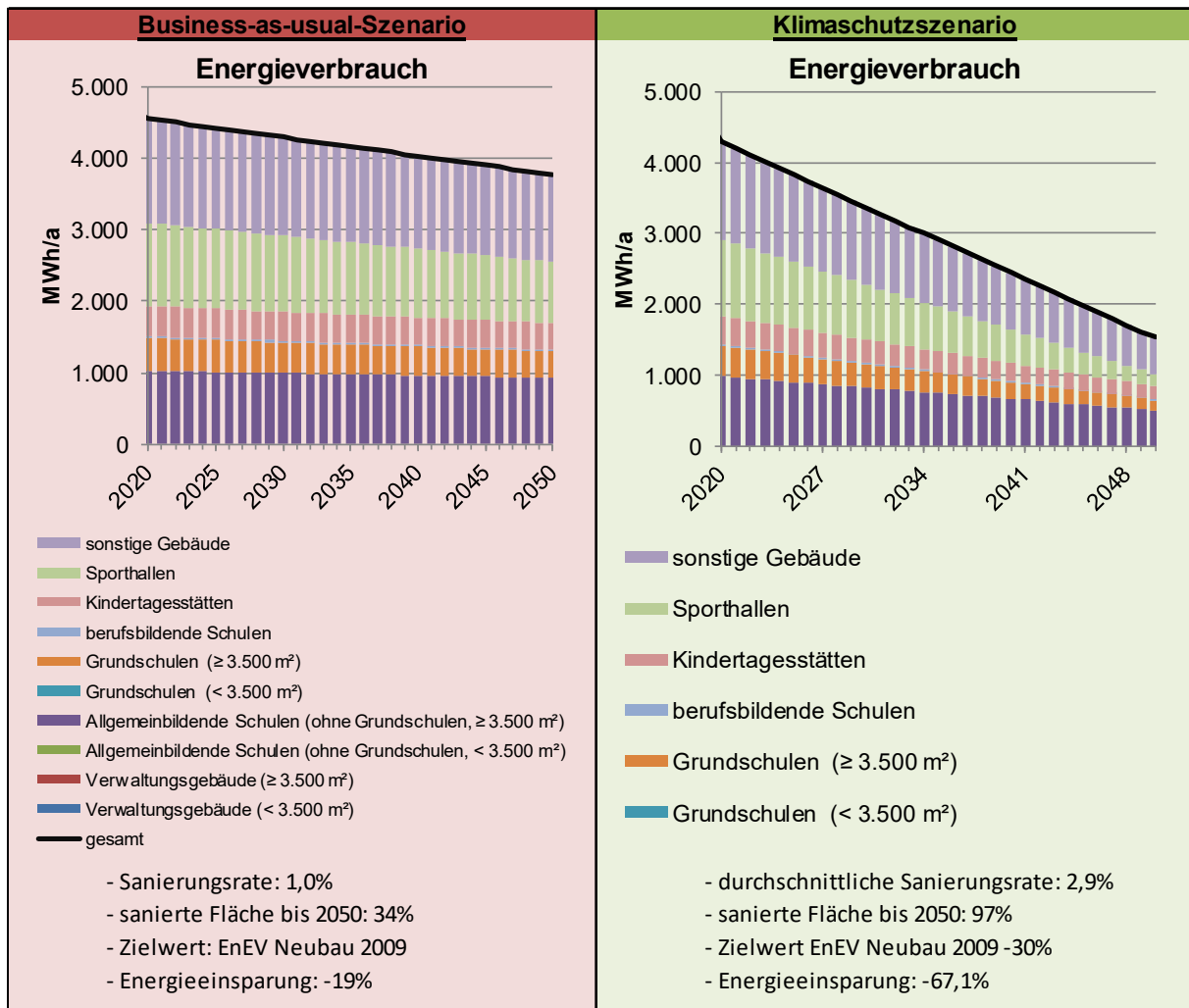


Abbildung 32: Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften nach den Szenarien Business-as-usual und Klimaschutz. Ermittelt mit dem FinSa-Tool (ZNES 2015).

Das Klimaschutzenszenario führt bis zum Jahr 2050 zu Energieeinsparungen und CO<sub>2</sub>-Einsparungen von 69 % im Vergleich zum Bezugsjahr 2019. Im Jahr 2050 wären 97 % der Nutzflächen saniert. Dies erfordert nach Abschätzung des FinSa-Tool Sanierungsaufwendungen von 53 Mio. € zwischen 2020 und 2050.

## 5.2 Einsparungen im Gewerbe

Der von ENPonline vorgesehene Pauschalansatz zur Ermittlung der Einsparungen im Gewerbe orientiert sich an der EU-Effizienzrichtlinie und geht von einer Reduktion des Verbrauchs an Wärme und Strom von jeweils 1,5 % pro Jahr aus. Dahinter stehen stetige Anstrengungen beispielsweise in den Bereichen Wärmerückgewinnung, Drucklufttechnik, Abwärmenutzung, Lastmanagement, Beleuchtung und Dampferzeugung.

Bis zum Jahr 2030 sollen somit 14 % und bis zum Jahr 2050 36,5 % einzusparen sein. Die Ergebnisse für die Energiebedarfe sind in der Abbildung 33 dargestellt.

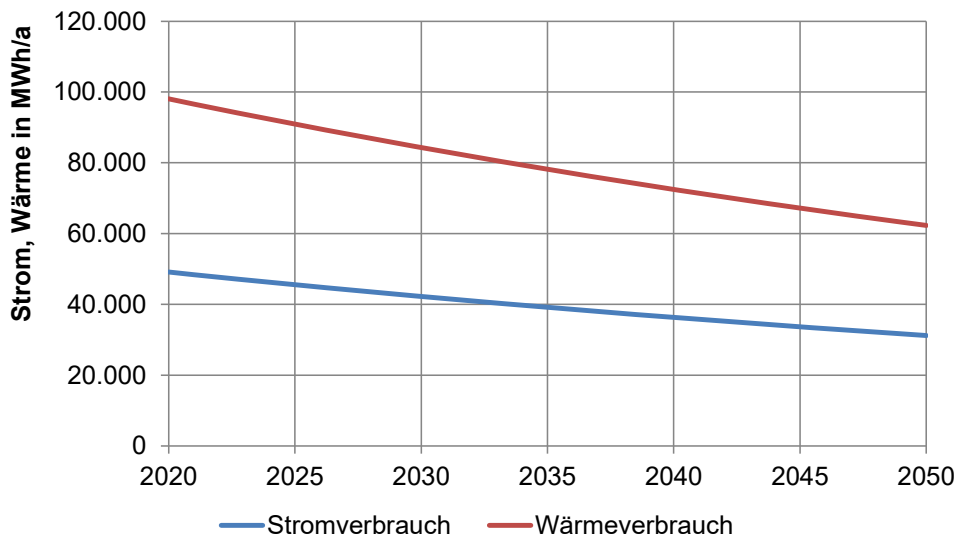


Abbildung 33: Entwicklung des Energiebedarfs bei jährlichem Einsparerfolg von 1,5 %.

## 6 Fazit: Energieverbrauch und regenerative Energieerzeugung

In Abbildung 34 sind für den Bereich Strom der Bestand an erneuerbarer Energieerzeugung, deren Potenzial sowie der Ist-Verbrauch gegenübergestellt. Etwa 37 % des Stromverbrauchs im Gemeindegebiet wird vor Ort regenerativ erzeugt. Die Lastganganalyse zeigt regenerative Erzeugung und Stromverbrauch im Zeitverlauf (siehe Abbildung 36). Die bedeutendsten Ausbaupotenziale für regenerativen Strom bietet die Photovoltaik, insbesondere PV-Freiflächenanlagen.

Derzeit besteht kein Potenzial für den Ausbau von Windkraft im Gemeindegebiet<sup>8</sup>. Aufgrund der Änderung des Art. 82 der Bayerischen Bauordnung (BayBo) gelten seit November 2022 Ausnahmen von der sogenannten 10H-Regelung. Gleichzeitig ist auch der Planungsverband Donau-Iller aufgerufen, Vorranggebiete für die Windkraft auszuweisen, und zwar 1,1 % seiner Fläche bis 2026 und 1,8 % bis 2032, um die Anforderungen an Bayern und Baden-Württemberg über das Wind-an-Land-Gesetz zu erfüllen (WindBG, 2023). Vor diesem Hintergrund erfolgt derzeit eine Flächenermittlung im Regionalen Planungsverband Donau-Iller. Die weiteren Entwicklungen sollten hier beobachtet werden um bei Bedarf rechtzeitig geeignete Maßnahmen entwickeln zu können.

In Abbildung 35 sind für den Bereich Wärme der Bestand an erneuerbarer Energieerzeugung, deren Potenzial sowie der Ist-Verbrauch gegenübergestellt. Der Anteil der regenerativen Wärmeerzeugung am Wohnwärmebedarf liegt bei gut 10 %. Zur regenerativen Wärmeversorgung bieten sich Umweltwärme und Solarthermie an. Diese Energieformen kommen sowohl für die

<sup>8</sup> Die Stadt Senden ist Teil des Regionalen Planungsverbands Donau-Iller. Seit 23. Dezember 2015 ist hier die „5. Teilfortschreibung zur Nutzung der Windkraft“ in Kraft. Darin werden Vorranggebiete für Standorte regionalbedeutsamer Windkraftanlagen ausgewiesen. Keines der ausgewiesenen Vorranggebiete liegt im Gemeindegebiet der Stadt Senden. Außerhalb dieser Vorranggebiete ist die Errichtung regionalbedeutsamer Windkraftanlagen gegenwärtig ausgeschlossen (<https://www.rvdi.de>).

Versorgung von Einzelgebäuden als auch für die Wärmebereitstellung im Fernwärmenetz in Betracht.

Anders als im Sektor Strom liegen die Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung deutlich unterhalb des aktuellen Verbrauchs. Neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien sind deshalb die Wärmebedarfe der Gebäude durch energetische Sanierungsmaßnahmen zu reduzieren. Das Einsparpotenzial bei Wohngebäuden ist in Abschnitt 5.1 dargestellt.

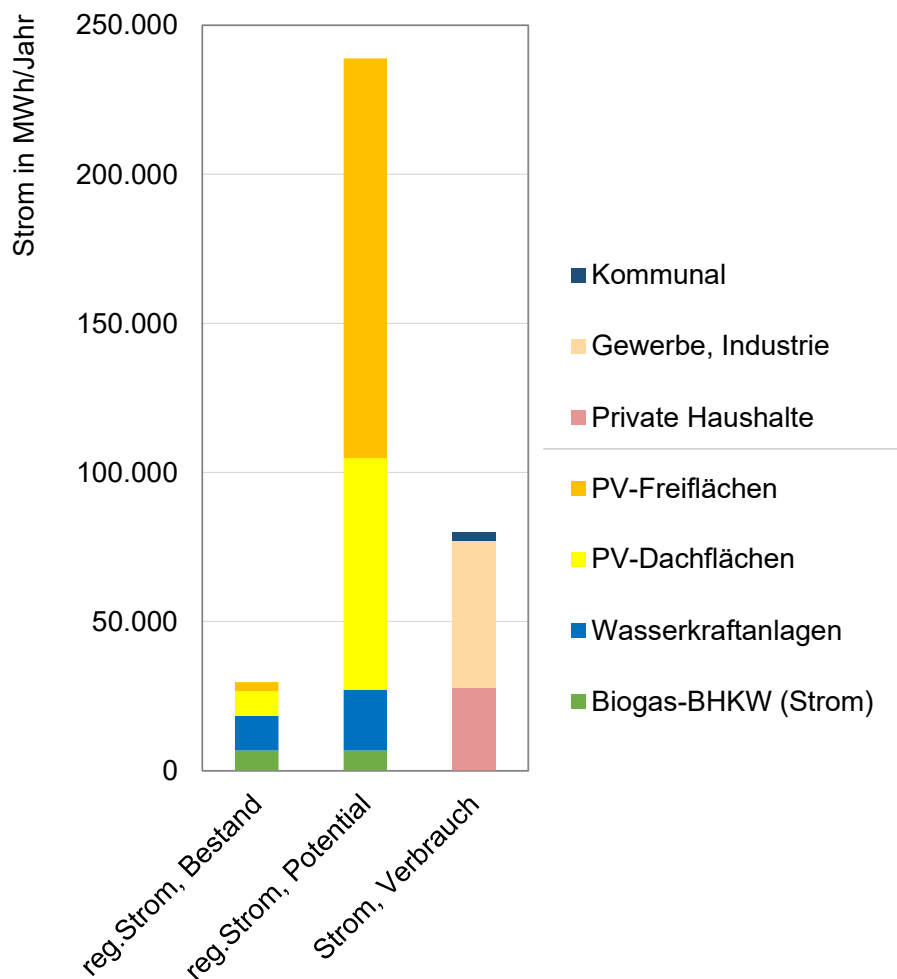


Abbildung 34: Gegenüberstellung von Bestand an Erneuerbare-Energie-Anlagen zur Stromerzeugung, deren technischem Potenzial und dem Ist-Verbrauch an Strom in der Gemeinde nach Erzeugern und Verbraucherguppen

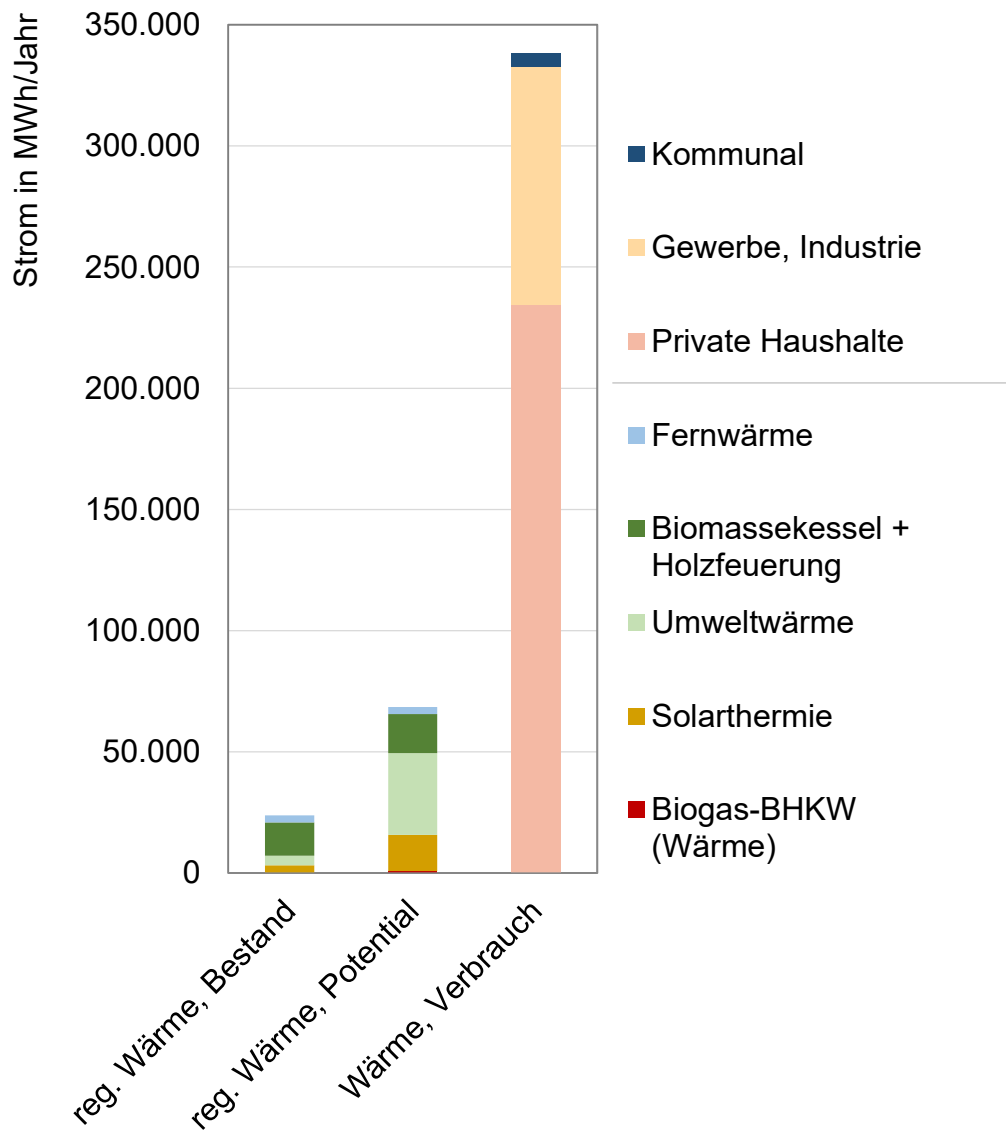


Abbildung 35: Gegenüberstellung von Bestand an Erneuerbare-Energie-Anlagen zur Wärmeerzeugung, deren technischem Potenzial und dem Ist-Verbrauch an Wärme in der Gemeinde nach Erzeugern und Verbrauchergruppen

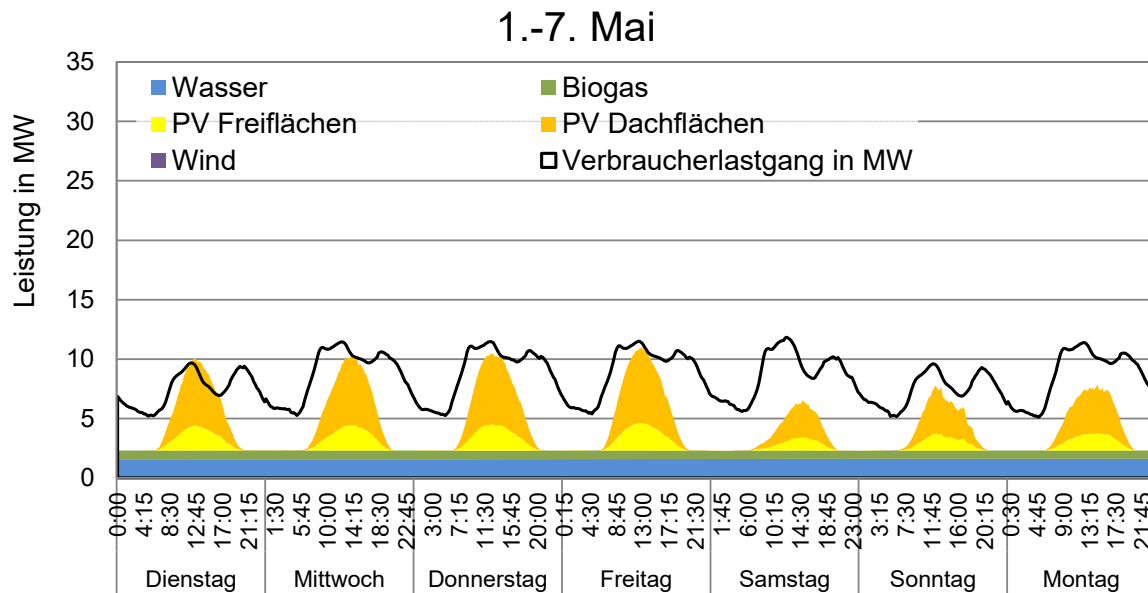


Abbildung 36: Beispielhaft eine Strom-Lastganganalyse für 1. bis 7. Mai, auf Basis des aktuellen Stands der Erneuerbare-Energie-Anlagen in Senden. Die schwarze Linie zeigt den Verbraucherlastgang in MW im Vergleich zur jeweiligen erneuerbaren Stromerzeugung

## 6.1 Stromausbaupfad

Das Ziel der Treibhausgasneutralität erfordert eine Defossilisierung in allen Sektoren und Wirtschaftszweigen. Diese wird in vielen Fällen mit einer Elektrifizierung der Prozesse und Anlagen einhergehen. Die Ausweitung der Elektromobilität, die Bereitstellung von Wohn- und Prozesswärme aus elektrischer Energie und die fortschreitende Digitalisierung lassen einen Anstieg des Stromverbrauchs um das 1,2- bis 2,7-fache erwarten (dena, 2022b).

Der Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung sollte deshalb über alle Potenzialarten zügig vorangebracht werden. Dies erhöht die Versorgung mit regenerativem Strom vor Ort wie auch in der Umgebung. Insbesondere die Potenziale für den Ausbau von Photovoltaikanlagen sowohl auf Dachflächen als auch als Freiflächenanlagen können eine jahresbilanzielle Deckung des Stromverbrauchs im Gemeindegebiet ermöglichen. Eine derartige jahresbilanzielle Strombedarfsdeckung sollte durch eine möglichst hohe Zeitgleichheit von Angebot und Bedarf ergänzt werden.

Der weitere Ausbau der Photovoltaik lässt mittelfristig keine kritischen Stromüberschüsse im örtlichen Stromnetz erwarten. Er sollte jedoch um sinnvolle Speicherkonzepte und Sektorkopplungslösungen ergänzt werden. Beispielsweise kann der Strom in einem Wärmenetz zur Wärmeerzeugung (Power-to-Heat, zentrale Wärmepumpen), zum Betrieb von dezentralen Wärmepumpen oder für die Elektromobilität genutzt werden. Alle diese Anwendungen bieten auch gute Möglichkeiten, den Strom dann abzurufen, wenn er im Stromnetz gut bis überschüssig verfügbar ist.



Wasserkraft, Windkraft und Biogasanlagen können die bedarfsgerechte Strombereitstellung unterstützen. Durch eine Flexibilisierung von Biogasanlagen kann der Strom bedarfsgerecht in Zeiten erzeugt werden, in denen die Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen gering ist. Wasserkraftanlagen können im Dauerbetrieb Grundlastverbräuche im Stromnetz bedienen, und das Erzeugungsprofil von Windkraftanlagen zeigt die größten Erträge in den Übergangs- und Wintermonaten (Abbildung 37).

Abbildung 37 vergleicht den Ist-Stand, eine angenommene Erhöhung der Erzeugungsmenge um 24.000 MWh/a durch Zubau von PV-Anlagen sowie eine angenommene Erhöhung um 24.000 MWh/a durch Zubau von Windkraftanlagen. Eine Erzeugungskapazität von 24.000 MWh/a entspricht einer PV-Anlagenleistung von ca. 24 MW<sub>p</sub> beziehungsweise drei Windkraftanlagen mit jeweils 5 MW Leistung. Dargestellt sind die Deckungsanteile jahresbilanziell (blau) und zeitgleich (rot) sowie die resultierenden Stromüberschüsse bezogen auf das Bilanzgebiet der Stadt Senden (grün).

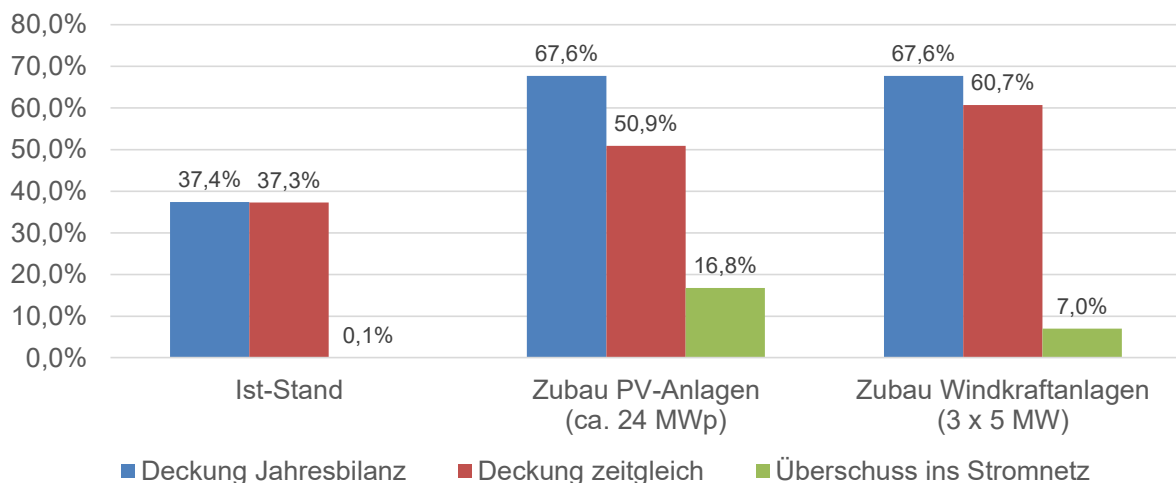


Abbildung 37: Deckungsanteile (jahresbilanziell und real) sowie anteilige Stromüberschüsse im Verteilnetz von Senden bei angenommenem Zubau von 24.000 MWh/a Strom aus PV- (ca. 24 MW<sub>p</sub>) oder Windkraftanlagen (3 Anlagen, je 5 MW)

In Abbildung 38 sind jeweils für eine Woche Anfang Mai und Anfang Februar die unterschiedlichen Erzeugungsprofile von PV und Windkraft dem Verbraucherlastgang gegenübergestellt. Durch die Stromerzeugung in Windkraftanlagen entstehen weniger starke Erzeugungsspitzen und jahreszeitliche Unterschiede, wodurch die lokale Eigenverbrauchsquote steigt.

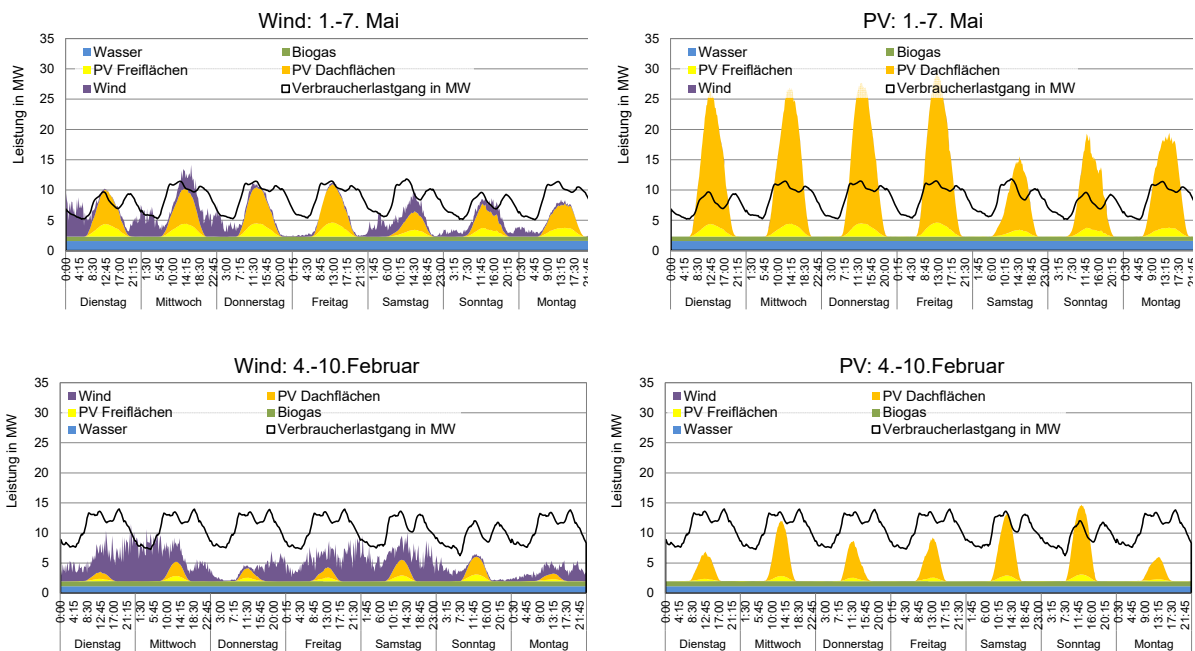


Abbildung 38: Strom-Lastganganalyse für 1. bis 7. Mai (oben) und 4. bis 10. Februar (unten), nach einem Ausbau von Wind (links) und PV (rechts) um eine Erzeugungskapazität von jeweils 24.000 MWh/a

## 6.2 Wärmestrukturwandel

In diesem Abschnitt werden Ergebnisse, Potenziale und Maßnahmenansätze im Hinblick auf den Ausbau des Wärmenetzes und von Einzelversorgungslösungen diskutiert. Die Inhalte werden teilweise in den Maßnahmenbeschreibungen in den Abschnitten 7.1.5, 7.2.11 und 7.2.12 wieder aufgegriffen.

### Wärmenetz

Abbildung 35 zeigt, dass das Potenzial zur Wärmeerzeugung aus fester, regionaler Biomasse bereits nahezu vollständig genutzt wird. Das Wärmepotenzial aus Solarthermie und Umweltwärme ist zwar noch nicht ausgeschöpft, kann aber selbst bei vollständiger Umsetzung in der Einzelversorgung die Wärmebedarfe im Gemeindegebiet nur zu etwa einem Fünftel decken.

Unter allen Maßnahmen kann deshalb der Aufbau eines regenerativ versorgten Fernwärmenetzes für das Stadtgebiet Senden und den Ortsteil Wullenstetten den größten Beitrag zur Treibhausgasvermeidung leisten. Nahwärmenetze – mit Liegenschaften als Keimzelle – können die zentrale Versorgung ergänzen oder als Inselösungen zwischenzeitlich vorbereiten. Projekte zur Quartiersversorgung können die Energieeffizienz innerhalb der Quartiere z. B. über eine Sektorkopplung weiter steigern.

Abbildung 3 zeigt den aktuellen Ausbaustand des Fernwärmenetzes im nördlichen Teil von Senden. Ein Ausbau des Wärmenetzes in südlicher und westlicher Richtung würde die Erschließung weiterer Teile des Stadtgebiets und des Ortsteil Ay ermöglichen. Über das Inselnetz

an Schulzentrum und Neubaugebiet „Am Stadtpark“ ist auch der Ortsteil Wullenstetten in Reichweite (siehe Abbildung 39). Das Inselnetz sollte mittelfristig mit dem nördlichen Wärmenetz verbunden werden.

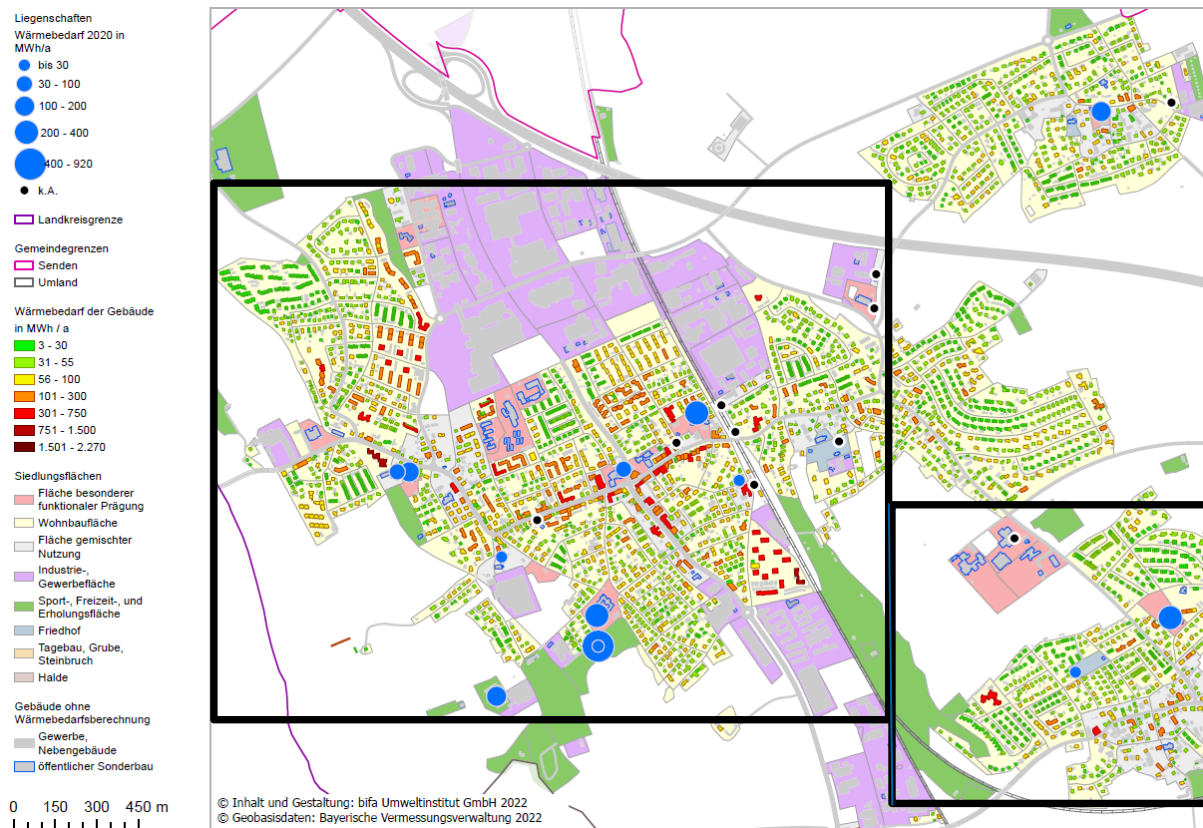


Abbildung 39: Auszug aus dem Wärmekataster für Wohngebäude. Wärmeverbrauch der Wohngebäude (farblich hinterlegte Gebäudegrundrisse) und der städtischen Liegenschaften (blaue Punkte) sowie potenzielles Fernwärmeausbaubereich (schwarze Umrandung)

Das Anschlusspotenzial des beschriebenen Gebiets ist nachfolgend aufgelistet:

- Wohngebäude (bei Anschlussquote 60 %) 93.600 MWh/a
- Städtische Liegenschaften (21 Gebäude) 4.400 MWh/a
- Gewerbe 15.000 MWh/a  
(Schätzung: 15 % der Wärmemenge Gewerbe)

Bei einer Versorgung der oben genannten Wärmemengen aus dem Fernwärmenetz ergeben sich bei einem Ersatz von Erdgasheizungen jährliche Treibhausgaseinsparungen in Höhe von gut 21.000 t/a. Bei Substitution von Ölheizungen lägen die Einsparungen noch höher. Zur Berechnung angesetzt wird ein Wärmemix aus 50 % Biomasse, 40 % Umweltwärme und 10 % Solarthermie mit einem Mix-Treibhausgasemissionsfaktor von 0,057 kg/kWh.

Grundsätzlich bieten Fernwärmenetze gute Möglichkeiten zur Einbindung und Nutzung regenerativer Energieträger. Solarthermieanlagen können zeitweise und insbesondere in den Sommermonaten merkliche Wärmemengen bereitstellen, die in Tagesspeichern gut speicherbar sind. Grundwasser- und Erdwärme können mittels Wärmepumpen ganzjährig Wärmemengen

bereitstellen. Biomasse kann dies sinnvoll und flexibel ergänzen, insbesondere wenn sie lokal bezogen wird.

### **Wärmeverbund**

Gut für die Integration in Wärmenetze geeignet ist Abwärme, die beispielsweise in Produktionsprozessen oder stromgeführten BHKW- und Kraftwerksanlagen anfällt. Im Zuge der Gewerbebefragung konnten keine geeigneten Abwärmemengen aus Produktionsprozessen identifiziert werden. Größere Abwärmemengen stehen jedoch am Müllheizkraftwerk (MHKW) Weißenhorn zur Verfügung. Die Wärme wird dort nur teilweise im städtischen Fernwärmenetz genutzt und könnte über eine Verbindungsleitung ins Wärmenetz Senden integriert werden. Grundvoraussetzung für eine wirtschaftliche Machbarkeit und einen ökologischen Mehrwert ist jedoch, angesichts der ca. 8-9 km langen Wärmeleitung, ein ausreichender Wärmeabsatz im Wärmenetz Senden. Ein Wärmeverbund der Städte Weißenhorn, Senden und Vöhringen kann Synergien eröffnen, insbesondere in Bezug auf Kostenreduzierung der Verbindungsleitung, Abwärmenutzung am MHKW und Bereitstellung von Redundanzleistung durch Gewerbebetriebe.

Der Ausbau des Fernwärmenetzes sollte deshalb von Seiten der Stadt Senden nach Kräften unterstützt werden, sei es durch Bewerbung, Aufklärung oder Motivation der Bürger oder durch fachliche und planerische Begleitung der Baumaßnahmen. Außerdem sollte ein Anschlussinteresse für die städtischen Liegenschaften beim Betreiber des Wärmenetzes hinterlegt werden. Dieses erhöht für den Netzbetreiber die Planungssicherheit und fördert so die zügige Umsetzung einzelner Bauabschnitte. Das Anschlussinteresse für die städtischen Gebäude wird idealerweise durch den Abschluss eines Vorvertrags untermauert. Die Stadt Senden erhält dadurch für ihre städtischen Liegenschaften eine Anschlussperspektive zu definierten Versorgungskonditionen und fördert gleichzeitig den Ausbau des Wärmenetzes im Stadtgebiet.

Die laufenden Abstimmungen mit dem Netzbetreiber zur Abstimmung geplanter baulicher Aktivitäten sollten entsprechend fortgesetzt werden.

### **Einzelversorgung und Sanierung**

Unabhängig von der Wahl des Versorgungssystems senkt eine ambitionierte energetische Sanierung dauerhaft die Energiebedarfe und den technischen Aufwand zur Versorgung der Gebäude. Denkmalgeschützten oder stadtbildprägenden Gebäuden können reduzierte Anforderungen eingeräumt werden. Auch im Neubaustandard sollten möglichst niedrige Verbrauchswerte angestrebt werden.

Für einzelne Gebäude, die mittelfristig nicht im Einzugsgebiet des Fernwärmenetzes liegen, ist eine Versorgung durch regenerative Energieträger zu prüfen. Umweltwärme kann durch Wärmepumpen sowohl zur Neubau- als auch zur Bestandsgebäudeversorgung genutzt werden. Erdwärme und Grundwasserwärme sind hierbei aus Effizienz- und Lärmemissionsgründen der Luftwärme vorzuziehen. Die Integration von PV-Anlagen in die Wärmeversorgung von durch Wärmepumpen beheizten Gebäuden sollte geprüft werden. Die Nutzung von Solarthermieanlagen zur Brauchwasserbereitung oder Heizungsunterstützung kann hierzu eine Alternative oder Ergänzung darstellen.

Neubauten mit hohen Energiestandards und regenerativen Eigenerzeugungsanlagen sind in ihren Betriebskosten günstiger als fossil gestützte Versorgungslösungen. Städte wie Frankfurt und Osnabrück (Passivhaus) oder Nürnberg (Plusenergiestandard) haben bereits für ihre kommunalen Liegenschaften hohe Standards vorgelegt. Einzelfallfestlegungen für besondere

Funktionsgebäude wie Schwimmbäder oder Veranstaltungsgebäude sind aufgrund deren spezieller Anforderungen sinnvoll. Die Empfehlungen des Art. 3 Abs. 5 unterstreichen derartige Bestrebungen.

## 6.3 Mobilität

Im Bereich der Mobilität werden weitere Untersuchungen empfohlen. Sinnvoll ist hier, ein umfassendes kommunales Mobilitätskonzepts mit Maßnahmenplan aufzusetzen.

# 7 Maßnahmen

Auf Basis der Bestandserfassung und der Potenzialanalyse sowie vor dem Hintergrund politischer Klimaschutzziele und lokaler Zielstellungen wurden Maßnahmenvorschläge identifiziert. Diese wurden mit Vertretern der Stadtverwaltung diskutiert und entsprechend der eingeschätzten Bedeutung und Dringlichkeit konkretisiert. Die lokale Passgenauigkeit und Anschlussfähigkeit der Maßnahmen wurde abgestimmt.

Der Schwerpunkt liegt auf zeitnah umsetzbaren Maßnahmen. Die Realisierbarkeit hängt hierbei von den aktuellen Rahmenbedingungen ab (Rechtsnormen, staatliche Lenkung, Bevölkerungsbewusstsein). Die Beschreibung der technischen Potenziale und der heutigen Einschränkungen ist somit in Zukunft auf Veränderungen hin zu prüfen.

Im Kapitel 7.1 sind zentrale Maßnahmen detailliert beschrieben. In Kapitel 7.2 ist die vorgeschlagenen Maßnahmen in ihrer Gesamtheit zusammengestellt.

## 7.1 Detailliertere Betrachtungen zu Maßnahmen

### 7.1.1 Gestaltungsansätze für nachhaltige Neubauten

Mit der kommunalen Bauleitplanung können Kommunen den Energieverbrauch und die nachhaltige Energieversorgung von Wohn-, Misch- und Gewerbegebieten aktiv gestalten. Gebündelte Aspekte finden sich im Maßnahmensteckbrief in Abschnitt 7.2.6. Unabhängig von der Art des Neubaugebietes sollten nachfolgende Maßnahmen zur Steuerung der Wärmeversorgung im Neubaugebiet durchgeführt werden:

- Kommunale Erschließung ohne Erdgasnetz
- Grundsätzliche kommunale Prüfung von Quartierslösungen
- Pflicht zur Vorlage eines energetischen Versorgungskonzepts bei der Flächenentwicklung

Darüberhinausgehend können für Wohn- und Mischgebiete sowie Gewerbegebiete nachfolgende spezifische Nachhaltigkeitskriterien berücksichtigt werden. Diese beinhalten auch Aspekte der Klimaanpassung und -resilienz.

### Neubaugebiete (Wohnen- und gemischte Nutzung)

Hinweise zu einer angepassten Ausführung der Baukörper und Außenanlagen sind folgend in Abschnitt 7.1.2 ausgeführt. Neben der Baukörpergestaltung spielt in allen Baugebieten auch die Verkehrsraumgestaltung eine wichtige Rolle. Im Umfeld von Wohnbebauung erhöhen sich die Anforderung an den Außenraum durch die sinnvolle Schaffung von Aufenthaltsräumen. Im Optimalfall wird ökologisch wertvoller Raum für Bewegung, Erholung und sozialer Begegnung

eingepplant. Durch die Gestaltung einer „Stadt der kurzen Wege“ wird eine Reduzierung des Mobilitätsbedarfs erreicht und zur emissionsarmen Fortbewegung angeregt (zu Fuß, Fahrrad, E-Roller etc.).

### **Gewerbegebiete**

Die klimaangepasste Gewerbeflächenentwicklung kann als Beitrag zur Stärkung der gewerblichen Resilienz in die Planung von Gewerbegebieten integriert werden. Wichtige Aspekte für ein Entwicklungskonzept umfassen bauliche Maßnahmen zum Umgang mit Hitze und Entlüftung, Starkwind, Schneelasten, Starkregen und Hochwasser. Nähere Informationen finden sich im Leitfaden zum Umgang mit Klimatrends und Extremwettern der Städteregion Aachen (Städteregion Aachen, 2012).

Zu einer angepassten Ausführung der Baukörper und Außenanlagen sind außerdem viele Hinweise in Abschnitt 7.1.2 übertragbar. Sinnvolle Festlegungen im Bebauungsplan können beispielsweise umfassen:

- Forderung einer Kompaktbauweise (A/V-Verhältnis) bzw. geringer Grundflächenzahl (GRZ) und steigender Bauhöhen (Hauptgesimshöhe) bzw. die Anhebung der zulässigen Baumassenzahl (BMZ). Ziele: Vermeidung eingeschossiger, flächenintensiver Bauweise, bessere Belüftung, größere Grünflächenanteile, reduzierter Versiegelungsgrad.
- Dachformen (Vermeidung großer Flachdächer); Einschränkungen für Dachaufbauten
- Ausrichtung des Gebäudes und der Fensterflächen (Wind, Solarertrag, Hitzeschutz)
- Farben von Fassaden und Dächern (Albedo)
- Passive und aktive Verschattungselemente wie Vordächer, Dachüberstände bzw. Wärmeschutzverglasung
- Verzicht auf Versiegelung für nicht wasser- oder umweltgefährdete Flächen

### **7.1.2 Neubau nachhaltiger städtischer Liegenschaften**

Umfassend nachhaltige Bauweisen umfassen eine nutzungsgerechte Baukörperplanung, eine klimafreundliche und ressourcenschonende Baustoffauswahl, eine effiziente, regenerative Energieversorgung, eine gute Klimatisierungswirkung von Bauausführungen sowie eine ökologisch angepasste Außenraumgestaltung. Sie beachtet den Schutz vor Starkwetterereignissen.

Eine vorrangige Verwendung klimafreundlicher Baustoffe im Hochbau reduziert die Klimawirkung von Gebäuden ebenso wie eine ressourceneffiziente Bauausführung. Letztere umfasst die Auswahl der Materialien, den Umfang deren Einsatzes und eine Beschränkung auf sinnvolle, sowie notwendige Nutzflächen. Ein klimafreundlicher Betrieb erhöht die Klimaleistung dauerhaft durch den Einsatz regenerativer Wärmeversorgung, eine hohe Eigenstromerzeugung und einen insgesamt sparsamen Verbrauch von Ressourcen (bedarfsgerechte Erzeugung, effiziente Nutzung durch Kaskadennutzung, Rückgewinnung und Vermeidung von Verlusten).

Bekannte klimawirksame Maßnahmen an und im Umfeld von Gebäuden, sind beispielsweise

- Dämmung von Fassade und Dach  
Hitze- und Kälteschutz für Energieeffizienz in der Beheizung oder Kühlung und gesundes, komfortables Innenraumklima
- Flachdachbebauung mit Begrünung  
für Mikroklima und Wasserrückhalt im Außenraum in Verbindung mit Notentwässerung
- Einsatz effizienter und hitzeangepasster Klimatisierung (wenn baulicher Hitzeschutz nicht ausreicht)  
adiabatische Kühlaggregate
- Nutzung von Freikühlung  
Nutzung etwa über Lüftungsanlagen zum Beispiel zur Nachtkühlung
- Auswahl von Farben für Fassaden und Dächer  
zur Verhinderung starker Aufheizung und Abstrahlung (Albedo)
- Vorsehen von passiven oder aktiven Verschattungselementen  
wie Vordächer, Dachüberstände, Rollläden und Markisen, Fassadenbegrünung
- Wärmeschutzverglasung oder Begrenzung der Glasflächenanteile  
zur Verhinderung starker Aufheizung von Innenräumen
- Ausrichtung des Gebäudes und der Fensterflächen
- Abwägung von Gebäudehöhen und Gebäudeabständen  
relevant für Durchlüftung, Versickerung, Verschattung und Wirtschaftlichkeit
- Qualitative Begrünung der Freiflächen  
Verzicht auf Versiegelung und vegetationsarmer Freiflächen; Integration schattenspendender Bäume und trockenresistenter Außenanlagen

Für die Wärmeversorgung und Klimatisierung sollen folgende Ansätze auf ihre objektbezogenen Beiträge hin geprüft werden:

- Fernwärmeanschluss, Nahwärmenetz, Liegenschaftsverbund, Abwärmenutzung
- Wärmepumpen (nach Effizienz geordnet: Grundwasser oder Oberflächengewässer– Erdsonden – Erdwärmekollektoren – Luftwärmepumpen)
- PV-Eigenstromnutzung für Wärmezwecke
- Speichereinbindung zur Spitzenlastreduktion, effizienter Betriebsweise und zeitlicher Entkoppelung von Wärmeerzeugung und -bedarf
- Solarthermische Unterstützung der Wärmeerzeugung

Die Marktbeobachtung von Hybridsolaranlagen (PVT) wird empfohlen. Diese sind aktuell noch investitionsintensive aber effiziente Erzeugungsanlagen, die parallel Wärme und Strom bereitstellen und können einen hohen Autarkiegrad ermöglichen. Sie sind mit Wärme- und Stromspeichern sowie einer Solewärmepumpe kombiniert.

Für die gebäudeeigene regenerative Stromerzeugung sind PV-Dachflächenanlagen oder auch zuvor genannte PVT-Anlagen zu prüfen.

### 7.1.3 Treibhausgasreduzierung bei städtischen Bestandsgebäuden

Mit dem Bezug von Strom zu 100 % aus zertifizierter Wasserkraft hat die Stadt Senden die nominellen Treibhausgasemissionen aus dem städtischen Stromverbrauch bereits auf nahezu Null reduziert. Eine weitere Verbesserung im Sinne des Klimaschutzes wäre hier noch durch folgende Maßnahmen zu erreichen:

- Festlegung einer Mindest-Eigenerzeugungsquote (erzielbar durch PV-Dachflächenanlagen)
- Bezug von Ökostrom, der ein Gütesiegel mit Ausbaupflichtung für erneuerbare Energieanlagen trägt

Die Wärmeversorgung der städtischen Liegenschaften verursacht gut 1.050 t/a an Treibhausgasemissionen, insbesondere durch die Verbrennung von Erdgas. Eine Verringerung der Emissionen kann durch einen reduzierten Verbrauch und durch die Umstellung auf treibhausgasarme Energieträger erfolgen. Möglichkeiten zur Verbrauchsreduzierung sollten immer im Vorfeld einer Heizungsumstellung geprüft werden. Energetische Sanierungsmaßnahmen können im Zuge von anstehenden Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden oder umgekehrt.

Für die treibhausgasarme Versorgung öffentlicher Liegenschaften mit Wärme gibt es folgende ausgeführte Möglichkeiten:

#### Fernwärme

Die Versorgung mit treibhausgasarmer Wärme ist in Senden am einfachsten durch den Anschluss an das im Aufbau befindliche Fernwärmenetz der SWU zu realisieren. Das Netz der SWU wird aktuell durch ein BHKW mit bilanziellem Biomethan und Gas-Spitzenlastkessel versorgt. Kurz- bis mittelfristig soll Abwärme aus Holzgas-BHKW eingespeist werden. Der Treibhausgas-Emissionsfaktor wird von der SWU mit 0 g/kWh angegeben (Stand: März 2022).

Das Fernwärmenetz erstreckt sich aktuell im nördlichen Bereich von Senden entlang der Haydnstraße, Kirchensteige und Ulmer Straße sowie über die Robert-Bosch-Straße bis zum Gewerbegebiet an der Aufheimer Straße. Außerdem versorgt ein zweiter Netzbereich das Neubaugebiet „Wohnen am Stadtpark“. Die Gebäude am Schulzentrum werden nach und nach angeschlossen.

In den kommenden Jahren soll das Wärmenetz sukzessive in weitere Stadtgebiete ausgeweitet werden. Dadurch eröffnet sich für einige städtische Liegenschaft die Möglichkeit zum Anschluss an das Fernwärmenetz. Durch den Abschluss eines Vorvertrages für die städtischen Liegenschaften können die Umstellung der Wärmeversorgung zeitlich definiert und die Versorgungskonditionen im Vorfeld fixiert werden. Außerdem erhält der Netzbetreiber Planungssicherheit für den Ausbau des Fernwärmenetzes im Stadtgebiet.

Sollte der Anschluss an das Fernwärmenetz nicht möglich sein, so sind folgende regenerative Wärmeversorgungstechniken und Energieträger zu prüfen:

- Wärmepumpe (Wärmereservoir Grundwasser, Oberflächengewässer oder Erdreich, eventuell auch Abwasser)
- Solarthermie
- Biomasse (Pellet oder Hackschnitzel)



## **Wärmepumpe**

Wärmepumpen arbeiten besonders effizient, wenn die Wärme bei Temperaturen von 50 °C oder weniger bereitgestellt werden muss. Wird das jeweilige Heizungssystem des Gebäudes auf einem höheren Temperaturniveau betrieben, sollten Möglichkeiten der Temperaturreduzierung geprüft werden, beispielsweise durch Vergrößerung der Heizkörperflächen.

## **Solarthermie**

Solarthermieanlagen können den Wärmebedarf eines Gebäudes nur zu gewissen Anteilen decken. Die Deckungsrate ist dabei abhängig von der Größe der Anlage und des Wärmespeichers.

## **Biomasse**

Biomasse ist grundsätzlich gut zur nachhaltigen Deckung des Wärmebedarfs geeignet. Allerdings wird Biomasse perspektivisch knapp und für Anwendungen begehrt sein, die höhere Temperaturniveaus benötigen, beispielsweise zur Dampferzeugung. Sie ist deshalb insbesondere dann eine Versorgungsoption, wenn direkter Zugriff auf diese Ressource besteht, beispielsweise durch die thermische Nutzung von Straßenbegleitgrün, Baumschnitt oder Durchforstungsholz von eigenen Waldflächen. Solche Substrate können aufbereitet als Hackschnitzel genutzt werden.

## **Ganzheitliche energetische Betrachtung**

Für die ganzheitliche energetische Betrachtung der Gebäudesubstanz und der energetischen Versorgung ist die Erstellung von Energiekonzepten zu empfehlen (siehe auch Abschnitt 7.2.5). Diese enthalten sowohl einen Sanierungsfahrplan mit baulichen Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs als auch Empfehlungen zur zukünftigen treibhausgasarmen Energieversorgung inklusive Eigenstromerzeugung aus PV-Dachanlagen.

Die jährlichen finanziellen und personellen Ressourcen der Stadt im Hinblick auf energetische Sanierungsmaßnahmen und Umstellung auf treibhausgasarme Wärmeversorgungslösungen sind begrenzt. Deshalb sollte eine Priorisierung für die städtischen Liegenschaften erfolgen, insbesondere anhand folgender Merkmale:

- Jahresverbrauch
- Energieträger
- Heizungsalter
- Anschlussmöglichkeit ans Fernwärmenetz (zeitliche Abstufung)
- Inhalte und Zeitpläne anderer anstehender Maßnahmen

Die größten Klimaschutzhebel liegen in aller Regel bei den fossil versorgten Gebäuden mit den höchsten Wärmeverbräuchen.

### **7.1.4 Eigenstromerzeugung in der Wasserver- und -entsorgung**

Für die Gewinnung und Verteilung von Frischwasser sowie für die Abwasserableitung und -behandlung werden erhebliche Mengen an Energie verbraucht. In Senden entfallen über 15 % des städtischen Stromverbrauchs auf die Wasserversorgung, insbesondere auf die Brunnenpumpen und Pumpstationen der Hochbehälter.

Eine Verringerung des Energieeinsatzes bei gleichbleibender Wassergüte und Versorgungssicherheit verbessert die Wirtschaftlichkeit der Wasserversorgung und leistet gleichzeitig einen Beitrag zur Ressourcenschonung und zum Klimaschutz. Ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess kann durch ein Energieeinsparkonzept und die Integration der Wasserversorgung in das kommunale Energiemanagementsystem (siehe Abschnitt 7.2.3) angestoßen werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Energieeffizienz ist die Stromproduktion in eigenen PV-Anlagen zum Betrieb der Förderpumpen. Nördlich des Areals der Frischwasserbrunnen der Stadt Senden besitzt die Stadt Flächen, auf denen eine PV-Freiflächenanlage installiert werden könnte (siehe Abbildung 40). Der produzierte Strom soll für den Betrieb der Pumpen genutzt werden. Dabei müssen PV-Anlage und Pumpen miteinander vernetzt und die Pumpen nach Möglichkeit so gesteuert werden, dass die Wasserförderung dann erfolgt, wenn die PV-Anlage Strom erzeugt.



Abbildung 40: Standort der Brunnenanlage und mögliche Flächen der Stadt Senden für die Errichtung einer PV-Freiflächenanlage  
(Bildquelle: Stadt Senden)

Eine mögliche Anlagenauslegung ist in Tabelle 13 dargestellt. Die Eigenverbrauchs- und Netzeinspeisemengen resultieren aus einer Lastganganalyse von PV-Stromerzeugung und einem Strombedarfsprofil für Gewerbe mit Wochenendbetrieb. Vor einer Projektumsetzung wird empfohlen, die Lastgänge der wesentlichen Verbraucher über Langzeitmessungen zu erfassen. Für den Brunnen erfolgt die Verbrauchsabrechnung mit „Registrierender Leistungsmessung“ (RLM); somit könnte hier der tatsächliche Verbrauchslastgang beim Energieversorger abgefragt werden.

*Tabelle 13: Stromverbrauchszahlen der Wasserversorgung und mögliche Anlagenauslegung einer PV-Freiflächenanlage zur Eigenbedarfsdeckung*

	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
<b>Wasserversorgung</b>		
Stromverbrauch Wasserversorgung	kWh/a	515.200
Spitzenleistung Wasserversorgung	kW	150
<b>PV-Anlage</b>		
PV-Anlagenleistung	kWp	300
PV-Jahresertrag (Prognose)	kWh/a	330.000
Flächenbedarf PV-Anlage	m <sup>2</sup>	3.000
PV-Eigenverbrauch	kWh/a	181.000
PV-Netzeinspeisung	kWh/a	149.000
Eigenverbrauchsquote	-	55 %
Autarkiegrad bezogen auf Stromverbrauch Wasserversorgung	-	35 %

Nachfolgende Tabelle 14 zeigt, dass die oben beschriebene Anlage günstige Stromgestehungskosten für den Betrieb der Wasserversorgung erwarten lässt. Es ist deshalb anzustreben, den erzeugten Strom so gut wie möglich in eigenen Liegenschaften und Anlagen selbst zu verbrauchen.

Tabelle 14: Stromgestehungskosten für eigengenutzten PV-Strom zur Wasserversorgung

	Einheit	Wert
<b>Ausgaben</b>		
Investitionskosten der PV-Anlage (900 €/kWp) zzgl. 50.000 € für Verbindung PV-Anlage mit Brunnenpumpen und Lastmanagement	€	320.000
Zinssatz	-	3,5%
Nutzungsdauer	a	20
Annuität	€/a	22.520
Betriebs- & Wartungskosten (2% v. Invest)	€/a	8.000
Jahreskosten	€/a	30.520
<b>Einnahmen</b>		
Stromnetzeinspeisung Annahme: 2 ct/kWh aus Direktvermarktung (konservativer Ansatz)	€/a	2.980
<b>Gestehungskosten Eigenverbrauch</b>		
Stromgestehungskosten für Eigenverbrauch = Jahreskosten abzgl. Stromnetzeinspeisung	ct/kWh	15,22

### 7.1.5 Fernwärmenetzausbau und möglicher Fernwärme-Trassenschluss

Das Fernwärmenetz der SWU erstreckt sich aktuell im nördlichen Bereich zwischen Wohnbebauung und Gewerbegebiet und soll in den nächsten Jahren sukzessive ausgebaut werden. Im Ausbau des Fernwärmenetzes liegt das größte Potenzial zur Einsparung von Treibhausgasen im Bereich der Wärmeversorgung im Stadtgebiet Senden. Der Fernwärmenetzausbau sollte deshalb bestmöglich unterstützt werden. Maßnahmen zur Unterstützung des Ausbaus sind in Abschnitt 7.2.11 beschrieben.

Die Ausbauplanungen der SWU sehen in den nächsten Jahren eine Verbindung der bisherigen Netze im nördlichen Bereich und des Inselnetzes am Schulzentrum und Neubaugebiet „Wohnen am Stadtpark“ vor. Außerdem einen anschließenden sukzessiven Ausbau des Netzes in westlicher Richtung, beispielsweise in Richtung See- und Hallenbad.

In der nachfolgenden Abbildung 41 ist eine zonierte Darstellung des Stadtgebiets Senden und des angrenzenden Ortsteils Wullenstetten zu sehen. Die Zonen 1, 2, 3 und 6 werden aktuell bereits von Zubringerleitungen erreicht, für Zone 5 ist ein Zugang kurzfristig zu erwarten. Die Zonen 8 und 9 grenzen direkt an das bestehende Inselnetz an Schulzentrum und Neubaugebiet „Wohnen am Stadtpark“. Lediglich die Zonen 4 und 7 befinden sich noch nicht im direkten Einzugsgebiet einer bestehenden Netzleitung.

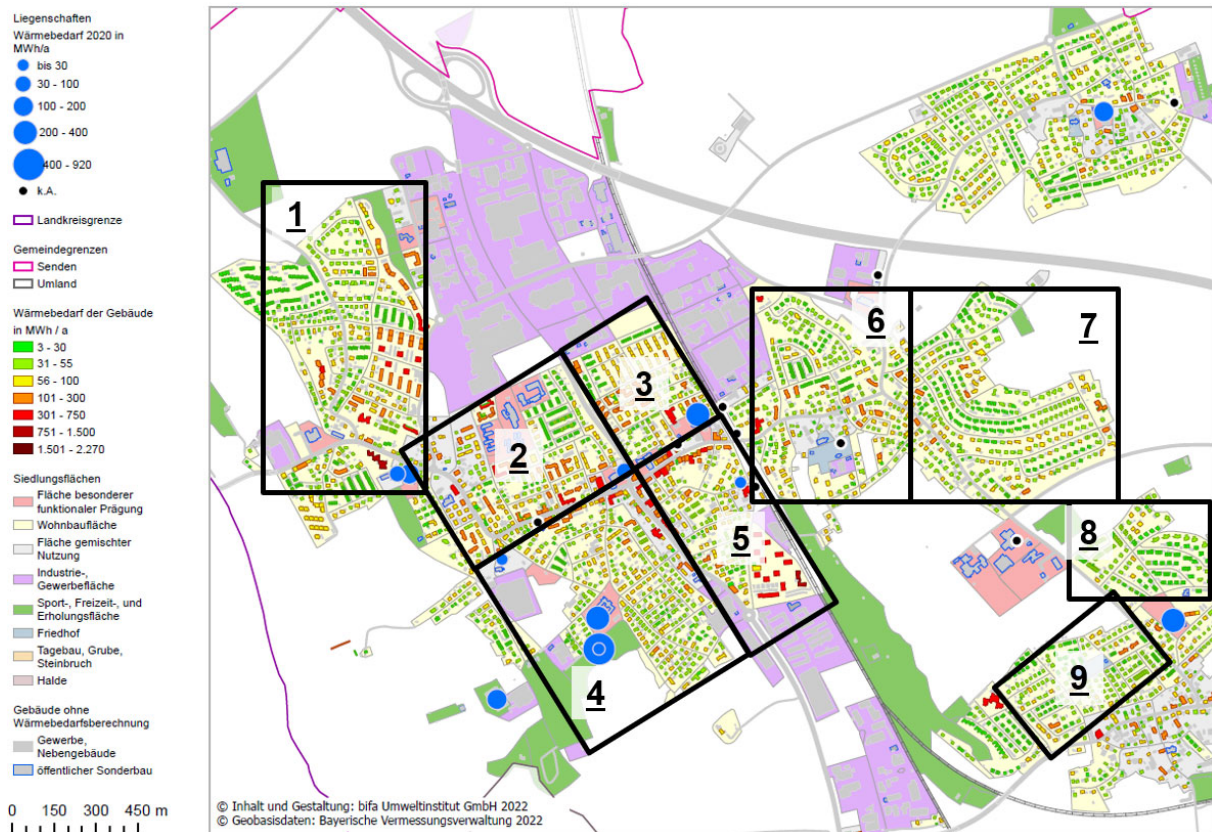


Abbildung 41: Übersicht des Stadtgebiets und möglicher Fernwärmenetz-Ausbauzonen

Die für die Zonen prognostizierten Wärmebedarfe für Wohnen sind in Tabelle 15 aufgeführt. Außerdem ist ein theoretisches Treibhausgas-Einsparpotenzial berechnet, indem eine vollständige Versorgung der Zonen mit treibhausgasneutraler Fernwärme angenommen wird (Substitution von zwei Drittel Ölheizungen und ein Drittel Gasheizungen; gemäß der aktuellen Energieträgerverteilung zur Wärmebereitstellung Wohnen in Abschnitt 3.3.5). Nicht berücksichtigt in diesen Zahlen ist das Potenzial durch Anschluss der öffentlichen Liegenschaften und des Gewerbes.

Tabelle 15: *Prognostizierter Wärmebedarf und Potenzial der Treibhausgaseinsparung bei vollständiger Versorgung mit treibhausgasneutraler Wärme in den einzelnen Zonen*

Zone	Summe Wärmebedarf prognostiziert in MWh/a	Potenzial der Treibhausgaseinsparung in t/a
1	30.000	8.800
2	15.000	4.400
3	14.000	4.100
4	19.000	5.600
5	19.000	5.600
6	15.000	4.400
7	17.000	5.000
8	6.000	1.800
9	13.000	3.800
<b>Summe</b>	<b>148.000</b>	<b>43.500</b>

Der Ausbau des Wärmenetzes in den oben beschriebenen Zonen besitzt somit das Potenzial, die THG-Emissionen der Wärmebereitstellung von knapp 87.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr (Abschnitt 3.5) um 50 % zu reduzieren, unter der Bedingung einer treibhausgasneutralen Wärmebereitstellung. Aufgrund der begrenzten Potenziale erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung (siehe Abschnitt 6) stellt die treibhausgasneutrale Wärmebereitstellung mit zunehmender Netzgröße eine Herausforderung dar.

Die Schaffung von Wärmeverbunden bietet die Möglichkeit, die vorhandenen Wärmepotenziale aus größeren Verbundgebieten gemeinsam zu heben. Hierzu zählen insbesondere lokale Abwärmepotenziale aus Industrieanlagen und Kraftwerken oder Wärme aus Geothermieanlagen. Ein solcher Wärmeverbund kann mittelfristig durch die Verbindung der Städte Senden, Vöhringen und Weißenhorn entstehen. Durch einen Wärmeverbund können folgende Vorteile entstehen:

- Größtmögliche Abwärmenutzung des MHKW Weißenhorn
- Integration großer industrieller Wärmeabnehmer in Vöhringen, gegebenenfalls auch Einbindung von industrieller Abwärme in den Verbund
- Erhöhung der Versorgungsflexibilität und Effizienzgewinne durch ein übergreifendes Verbundnetz auch mit Ulm/Neu-Ulm
- Möglichkeit zur Einbindung investitionsintensiver Wärmegewinnungstechnologien, beispielsweise Tiefengeothermie

Grundvoraussetzung für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmeverbunds ist dabei ein ausreichend hoher Wärmeabsatz im Wärmenetz Senden. Ohne diesen ist eine Wärmeleitung in Richtung Weißenhorn weder wirtschaftlich darstellbar noch ökologisch sinnvoll.

Ein Abzweig von der Verbindungsleitung Senden–Weißenhorn würde ermöglichen, die Stadt Vöhringen einzubinden. Dies steigert den Wärmeabsatz bei Gewerbe und Wohnen. Darüber hinaus ist gegebenenfalls ein Wärmebezug von den Wieland-Werken möglich. Die Herstellung von Kupfererzeugnissen mit NE-Schwermetallgießerei am Standort Vöhringen lässt ein Abwärmepotenzial erwarten.

## 7.2 Maßnahmenkatalog

Tabelle 16 listet die im Projekt erarbeiteten und abgestimmten Maßnahmen auf, die nachfolgend in Steckbriefen detailliert sind.

Tabelle 16: Maßnahmenkatalog

Handlungsfeld	Nr.	Maßnahme	Entscheidungsbe- reich Stadt
Verwaltung	1	Grundsatzbeschlüsse zum Klimaschutz	Ja
	2	Verankerung klimabewussten Handelns in der Verwaltung	Ja
	3	Kommunales Gebäude- und Energiemanagement	Ja
	4	Nachhaltige Beschaffung	Ja
	5	Energetisches Sanierungskonzept für eine städtische Liegenschaft	Ja
	6	Nachhaltige Bauleitplanung für Neubaugebiete	Ja
Erneuerbare-Energie-Anlagen	7	Kommunale Steuerung des Zubaus von PV-Freiflächenanlagen	Ja
	8	Eigenstromerzeugung in der Wasserversorgung	Ja
	9	Eigenstromerzeugung, insbesondere auf kommunalen Dachflächen	Ja
	10	Prüfung des Ausbaupotenzials Wasserkraft	Nein
Wärmeverbund-lösungen	11.1	Anschluss städtischer Liegenschaften an das Fernwärmenetz	Ja / Nein
	11.2	Abstimmung städtischer Planungen mit Fernwärmenetzausbau	Ja
	11.3	Unterstützung des Fernwärmenetzausbau durch Bürgerinformation	Ja
	12	Fernwärmeverbund anstreben	Nein
	13	Fernwärmeerweiterungsgebiet Ay an der Iller	Nein
	14	Fernwärmeerweiterungsgebiet Wullenstetten	Nein
	15	Wärmenetzansatz Witzighausen	Nein
	16	Wärmenetzansatz Aufheim	Nein
Bewusstsein, Information	17	Aufsuchende Energieberatung „Check-Dein-Haus“	Ja
	18	Bildung, Information, Motivation	Ja

### 7.2.1 Maßnahme 1: Grundsatzbeschlüsse zum Klimaschutz

Folgende vorgeschlagene Grundsatzbeschlüsse verankern den Klimaschutz in den städtischen Entscheidungsprozessen.

#### Ziele entwickeln

Es wird empfohlen, strategische Klimaschutzziele zu formulieren und fortzuschreiben. Zeitlich festgelegte Zwischenziele (Etappenziele) sollen eine Planbarkeit und Nachprüfbarkeit des Entwicklungspfades gewährleisten. Operative Ziele im Sinne von Maßnahmen sind fortlaufend zu kontrollieren und weiterzuentwickeln.

Ziele sollten so konkret wie möglich formuliert sein und sind nach Möglichkeit SMART:

- **S**pezifisch
- **M**essbar
- **A**ktivierend
- **R**ealistisch
- **T**erminiert und einem Verantwortlichen zugewiesen

SMART-Klimaschutzziele können für den direkten Einflussbereich der kommunalen Verwaltung festgelegt werden. Ziele für den Bilanzraum Gemeindegebiet sind ebenso wichtig, können dabei aber typischerweise nicht alle SMART-Kriterien erfüllen. Ziele können sich sowohl auf die Energieerzeugung (erneuerbare Energien Strom und Wärme) wie auch auf den Verbrauch beziehen, z. B. energiebedingte Pro-Kopf-Emissionen.

Ein mögliches Ziel ist eine klimaneutrale Stadtverwaltung. Gemäß Art. 3 Abs. 5 BayKlimaG wird kommunalen Gebietskörperschaften die Erreichung dieses Zieles bis zum Jahr 2028 empfohlen. Das Bilanzierungsvorgehen und der Bilanzrahmen sind gesetzlich nicht vorgegeben und daher festzulegen (bspw. BSKO). Die klimaneutrale Verwaltung würde sich nach BSKO auf folgende Bereiche erstrecken:

- Städtischer Stromverbrauch
- Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften
- Mobilität / Fuhrpark

Festzulegen ist, ob für die klimaneutrale Verwaltung Kompensationszahlungen für nicht vermiedene Emissionen anrechenbar sein sollen. Falls ja, so ist auf die Qualität der Kompensationsanbieter zu achten.

#### Klimawirkung prüfen

Eine Ersteinschätzung der Klimawirkung und der Nachhaltigkeit von anstehenden Aktivitäten und Entscheidungen durch alle Fachbereiche bringt das Thema in der gesamten Verwaltung verstärkt ins Bewusstsein. Im Falle von Unklarheiten zur Klimawirkung oder der Notwendigkeit einer detaillierteren Abwägung kann ein Klimaschutzmanager eine Vertiefung auf Basis der vorliegenden Ersteinschätzung vornehmen.

Der Deutsche Städtetag hat zusammen mit dem Deutschen Institut für Urbanistik eine Orientierungshilfe für die Prüfung klimarelevanter Beschlussvorlagen (PkB) in kommunalen Vertretungskörperschaften veröffentlicht (DST, 2021).



Beispiele für Beschlüsse sind:

- „In Beschlussvorlagen ist zukünftig stets eine Einschätzung der Klimawirkung durch das jeweilige Fachresort enthalten.“
- „Jedem Beschluss des Stadtrats und seiner Ausschüsse geht eine Abwägung der Klimawirkung voraus.“
- „Jedem Beschluss des Stadtrats und seiner Ausschüsse geht eine ganzheitliche Nachhaltigkeitsprüfung voraus. Diese umfasst neben der Klimawirkung auch Biodiversität und soziale Belange.“

Weitere Anregungen für weitreichende Beschlüsse können beispielsweise den Beschlüssen der Kommunen Augsburg, Nürnberg oder Pfaffenhofen entnommen werden.

Nr. und Titel	1. Grundsatzbeschlüsse zum Klimaschutz
<b>Beschreibung</b>	Strategische, operative Ziele entwickeln und Zwischenziele formulieren. Ziele möglichst SMART (spezifisch, messbar, aktivierend, realistisch und terminiert) formulieren.  Klimawirkungen prognostizieren und in Entscheidungen einbeziehen.
<b>Wirkung/Funktion</b>	Gestärkte Bewusstseinsbildung und Verankerung des Klimaschutzes im Stadtrat und der Verwaltung.
<b>Initiator</b>	Verwaltung
<b>Akteure</b>	Stadtrat, Verwaltung
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sichtung von Zielen und Verfahren anderer Kommunen</li> <li>▪ Vorschlag zu SMART-Zielen und Verfahren der Klimawirkungsprüfung durch Verwaltung ausarbeiten lassen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ziele können nach und nach für unterschiedliche Bereiche der Verwaltung definiert werden (bspw. beginnen mit Kernverwaltung und anschließend erweitern um weitere Gebäude und Bereiche)</li> </ul> </li> <li>▪ Diskussion und Beschluss der Ziele im Stadtrat</li> </ul> Umsetzung ab sofort und dauerhaft
<b>Kosten für Gemeinde</b>	■□□□□
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	–
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	(unterstützende Maßnahme; keine eigene Klimaschutzwirkung)
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definierte Ziele</li> <li>▪ Zielerreichung</li> <li>▪ Beschlossenes Verfahren zur Klimawirkungsprüfung</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	–
<b>Hinweise</b>	„Orientierungshilfe für die Prüfung klimarelevanter Beschlussvorlagen (PkB) in kommunalen Vertretungskörperschaften“ des Deutschen Städtetags und des Deutschen Instituts für Urbanistik (DST 2021)

### 7.2.2 Maßnahme 2: Verankerung eines klimabewussten Handelns in der Verwaltung

Die Organisation der Klimaschutz- und Energieaufgaben setzt ein strukturiertes Vorgehen bei der Koordinierung und Bündelung wichtiger Akteure und deren Aktivitäten in diesem Themenbereich voraus. Die Aufgabenfelder der Zuständigen in der internen Verwaltungsstruktur müssen dementsprechend gestaltet und mit den notwendigen Kompetenzen ausgestattet werden.

Eine definierte Managementstruktur, die einen Zyklus von (Detail-)Zielsetzung, Maßnahmen-Steuerung, Umsetzung und Kontrolle beinhaltet sowie Zuständigkeiten und Abläufe festlegt, ist zu empfehlen. Ein kommunales Energiemanagement (KEM) kann Bestandsaufnahme und Controlling unterstützen (siehe Maßnahme in Abschnitt 7.2.3).

Hierfür ist im Vorfeld folgendes wichtig:

- Detaillierte Analyse verwaltungsinterner relevanter Akteure
- Mobilisierung von wichtigen Bereichen der Verwaltung für den kommunalen Klimaschutz, insbesondere
  - Geschäftsbereich 1: Planen, Bauen, Umwelt
  - Geschäftsbereich 3: Finanzen, Eigenbetriebe

Die Umsetzung der Energie- und Klimaschutzprojekte erfordert eine Person als zentralen Ansprechpartner, die Kommunikations- und Motivationsaufgaben übernimmt und als „Projekttreiber“ fungiert. Eine erste Analyse der Verwaltungsstrukturen zeigt, dass das Sachgebiet Nachhaltigkeit, Mobilität, Energie im Geschäftsbereich 1 bereits gute Voraussetzungen für eine zukünftige Funktion in Energie- und Klimathemen besitzt.

Da die Umsetzung von Maßnahmen im Energie- und Klimaschutzsektor stets eine Querschnittsaufgabe ist, die in viele Bereiche hineinreicht, beispielsweise Hoch- und Tiefbau, Bauleitplanung, Betriebstechnik und Beschaffung, muss energie- und klimabewusstes Handeln jedoch in allen Geschäftsbereichen der Verwaltung verankert werden. Deshalb ist zu empfehlen, in den einzelnen Geschäftsbereichen Verantwortliche für Nachhaltigkeit und Klimaschutz zu benennen, und diese eng mit dem Sachgebiet Nachhaltigkeit, Mobilität, Energie zu vernetzen. So können Nachhaltigkeitsaspekte direkt in die Entscheidungsfindungen der einzelnen Geschäftsbereiche eingetragen werden. Die Verankerung des Sachgebiets außerhalb eines einzelnen und als Bindeglied aller Geschäftsbereiche, kann die Steuerungswirkung nochmals erhöhen.

Aufgrund der Vielzahl der Themenfelder und Aufgaben und der Komplexität der Fragestellungen ist auch eine personelle Aufstockung für diesen Bereich zu prüfen. Energie- und klimabewusstes Handeln kann so noch effizienter innerhalb der Verwaltung, an handelnde Akteure und Bürger adressiert werden.

<b>Nr. und Titel</b>	<b>2. Verankerung klimabewussten Handelns in der Verwaltung</b>
<b>Beschreibung</b>	<p>Klimabewusstes Handeln soll in der Verwaltung stärker verankert werden. Dazu soll eine zentrale Stelle definiert oder geschaffen werden, die als Ansprechperson und Schnittstelle in die einzelnen Geschäftsbereiche sowie als „Treiber“ zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen fungiert.</p> <p>Zuständigkeiten für Klimaschutzaufgaben in der Verwaltung werden benannt, Aufgaben und Befugnisse zugewiesen. Auch ein Arbeitskreis Klimaschutz kann etabliert werden. Abläufe werden definiert, die einen wiederkehrenden Zyklus von Detail-Zielsetzung, Maßnahmensteuerung, Umsetzung und Kontrolle beinhalten.</p>
<b>Wirkung/Funktion</b>	Gestärkte Bewusstseinsbildung und Verankerung des Klimaschutzes im Stadtrat und der Verwaltung.
<b>Initiator</b>	Verwaltung
<b>Akteure</b>	Verwaltung, Stadtrat
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifikation relevanter, verwaltungsinterner Akteure und Schnittstellen</li> <li>▪ Benennung zentraler Ansprechperson „Klimaschutz“ und Definition entsprechender Aufgaben und Kompetenzen</li> <li>▪ Benennung der jeweiligen Verantwortlichen für Nachhaltigkeit und Klimaschutz in den einzelnen Geschäftsbereichen</li> <li>▪ Ggf. Schaffung zusätzlicher Personalkapazitäten (Fördermöglichkeiten für Klimaschutzmanagement prüfen)</li> </ul> <p>Umsetzung ab sofort und dauerhaft</p>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	<p>■ ■ □ □ □ (während möglicher Förderphase)          ■ ■ ■ □ □ (ohne Förderung)</p>
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	Förderung von Fachpersonal, das zusätzlich beschäftigt wird (Klimaschutzmanagement) über die Kommunalrichtlinie (bis zu 60 % Förderquote für finanzschwache Kommunen).
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	(unterstützende Maßnahme; keine eigene Klimaschutzwirkung)
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ansprechpartner Klimaschutz mit entsprechenden Aufgaben und Kompetenzen</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	-
<b>Hinweise</b>	Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld „Kommunalrichtlinie“ (KRL)

### 7.2.3 Maßnahme 3: Kommunales Gebäude- und Energiemanagement

<p><b>Beschreibung</b></p>	<p>Das Kommunale Energiemanagement (KEM) ist ein Instrument zur Unterstützung einer systematischen energetischen Optimierung aller Liegenschaften. Der fortlaufende Managementzyklus umfasst die Aktivitäten Zielsetzung, Steuerung von Maßnahmen, Umsetzung und Kontrolle. Handlungsbereiche sollten sein:</p> <p>Mindestanforderung sind ein Verbrauchsmonitoring und ein Review mit Bericht. Hierzu gehören die Verbrauchserfassung, witterungsbereinigte Auswertung, Ergebnisdarstellung sowie eine kritische Analyse und die Erörterung von Handlungsbedarf in einem Intervall von mindestens einmal pro Jahr.</p> <p>Erweitert werden kann das Vorgehen durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Energiebeschaffung: Prüfung von Lieferverträgen, Energieeinkauf</li> <li>▪ Gebäudeanalyse: Erfassung wichtiger Gebäudedaten (baulicher Zustand, technische Gebäudeausstattung etc.), Ermittlung von Energiekennwerten, Bewertung</li> <li>▪ Anlagen zur Wärme- und Stromerzeugung: Erfassung (Typ, Ausführung, Alter), Optimierung des Anlagenparks</li> <li>▪ Nutzungsoptimierung: optimale Belegung von Gebäuden, bedarfsorientierter Anlagenbetrieb</li> <li>▪ Schulung des Betriebspersonals</li> <li>▪ Information und Motivation der Nutzer (Angestellte, Externe)</li> <li>▪ Maßnahmenplanung: ökonomische und ökologische Bewertung, Priorisierung, Sanierungsplanung, Finanzierungsplanung</li> <li>▪ Jährlicher Energiebericht, Erfolgskontrolle</li> </ul> <p>Eine KEM-Software kann die Ausführung unterstützen. Bei kleiner Anzahl an Liegenschaften kann ein eigenes Erfassungs- und Auswertesystem (auf Tabellenbasis) ausreichen.</p>
<p><b>Wirkung/Funktion</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zielgerichtete und kosteneffiziente Planung und Steuerung der Gebäudesanierung und der Energieträgerwechsel</li> </ul>
<p><b>Initiator</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung; Geschäftsbereich I <ul style="list-style-type: none"> <li>– Hochbau, Gebäudemanagement</li> <li>– Betriebstechnik</li> <li>– Nachhaltigkeit, Mobilität, Energie</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Akteure</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Siehe Initiator</li> <li>▪ Regionale Energieagentur Ulm <ul style="list-style-type: none"> <li>→ berät und unterstützt bei der Einführung</li> <li>→ bietet Schulungen an, themenspezifisch für Mitarbeiter, Hausmeister, etc.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausarbeitung des KEM-Konzepts <ul style="list-style-type: none"> <li>– Eigenes Erfassungssystem oder KEM-Software?</li> <li>– Dokumentationsumfang festlegen (nur Energie oder auch bauliche Sanierung, Instandhaltung, etc.)</li> <li>– Managementabläufe und Kommunikationspfade festlegen (wie können die nötigen Akteure und Informationen gebündelt werden, bspw. Schnittstelle Liegenschaftsamt zu Betriebstechnik)</li> </ul> </li> <li>▪ Stadtratsbeschluss zur Umsetzung</li> <li>▪ Projektverantwortlichen definieren</li> <li>▪ Lastenheft für das Erfassungs- und Auswertesystem erstellen, dieses etablieren</li> <li>▪ Zuständige benennen und gegebenenfalls schulen</li> </ul>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■□□□ wenn eigenes Erfassung- und Auswertesystem</li> <li>■■□□ wenn Anschaffung einer KEM-Software</li> </ul>
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Förderprogramm KommKlimaFör des StMUV</li> <li>▪ Förderung über die Kommunalrichtlinie des BMU, u. a. Messtechnik, Software, zusätzliches Personal und Beratung</li> </ul>
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■■■□ bezogen auf die kommunalen Liegenschaften</li> </ul>
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ KEM ist etabliert</li> <li>▪ Energieberichte liegen plangemäß vor</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	-/-
<b>Hinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ein KEM kann den Wasserverbrauch und andere Ressourcenverbräuche miterfassen.</li> <li>▪ Hinweise: <a href="http://www.energieatlas.bayern.de/kommunen/energiemanagement">www.energieatlas.bayern.de/kommunen/energiemanagement</a></li> </ul>

## 7.2.4 Maßnahme 4: Nachhaltige Beschaffung

<p><b>Beschreibung</b></p>	<p>Durch nachhaltige Beschaffungsrichtlinien werden Klima- und Umweltaspekte bei Beschaffungsentscheidungen der kommunalen Verwaltung berücksichtigt. Waren und Dienstleistungen werden eingekauft, die geringere negative Auswirkungen haben als vergleichbare Produkte. Der Fokus der Maßnahme liegt auf Energieeffizienz und Klimaschutz; gleichzeitig können Umwelt-, Sozial- und Gesundheitsaspekte berücksichtigt werden.</p> <p>Durch systematisierte Kriterien soll eine praxisnahe Umsetzung erreicht werden. In die Produkt-Bewertungen einzubeziehen sind Umweltwirkungen in Herstellung, Transport, Gebrauch, Langlebigkeit inkl. Reparaturfreundlichkeit und Recyclingfähigkeit.</p> <p>Anwendungsbereiche sind insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Büroverbrauchsmaterial</li> <li>▪ Büromöbel</li> <li>▪ Kommunikations- und Informationstechnologie, Bürogeräte</li> <li>▪ Fuhrpark</li> <li>▪ Energiebeschaffung</li> <li>▪ Lernmittel</li> <li>▪ Lebensmittel und Catering</li> <li>▪ Reinigungsmittel und -dienstleistungen</li> </ul> <p>Der Bereich Hochbau sollte separat betrachtet werden.</p> <p>Standards und Gütesiegel unterstützen eine praxisgerechte, umfassende Klimaschutzbewertung. Zu nennen sind insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Blauer Engel, insbesondere für Papier und Schreibwaren (auch indirekt anwendbar für den Auftragsdruck von Informationsmaterialien), Hygienepapier, Computer, Tastaturen, Bürogeräte mit Druckfunktionen, Stoffhandtuchrollen u. a. m. Blauer-Engel-Siegel sind im Ausbau</li> <li>▪ EU-Ecolabel nach Verordnung (EG) Nr. 66/2010</li> <li>▪ Energieverbrauchskennzeichnung „EU-Energie-Label“ nach Verordnung (EU) 2017/1369 für Elektrogeräte</li> <li>▪ TCO-Gütesiegel für IT-Geräte (umfasst auch Ergonomie)</li> <li>▪ Grüner Strom Label – Zertifizierung von Ökostrom-Angeboten</li> </ul> <p>Viele der Siegel beziehen auch andere Umwelt- sowie Sozial-, Schadstoff- und Ergonomie-Kriterien ein.</p> <p>Bei der Beschaffung geforderte Gütesiegel müssen den Bedingungen des Vergaberechts genügen (§ 24 Abs. 2 UVgO). Wenn die Gütesiegel von einer im Sinne des Vergaberechts ausreichenden Zahl von Anbietern geführt werden, können die Kriterien in die Leistungsbeschreibung einer Vergabe aufgenommen werden. Andernfalls kann das Vorliegen des Siegels als Zuschlagskriterium in die gewichtete Bewertung eingehen.</p> <p>Existieren keine geeigneten Klimaschutz- und Umweltsiegel, können Einzelkriterien gesetzt werden, z. B. Nachfüllpackungen für Reinigungsmittel, saisonale Lebensmittel bei Veranstaltungen und batterieelektrische Antriebe für Fahrzeuge (vorzugsweise mit regenerativer Eigenstromversorgung durch Dachflächen-PV).</p>
<p><b>Wirkung/Funktion</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Treibhausgas-Emissionsminderung durch Auswahl klimafreundlicher Produkte und Dienstleistungen</li> <li>▪ Marktmacht der öffentlichen Hand fördert die Herstellung energieeffizienter und nachhaltiger Produkte und Dienstleistungen</li> <li>▪ Vorbildfunktion der Gemeinde, Anregung zur Nachahmung</li> <li>▪ Kostenvorteile: Nachhaltige Produkte sind in einer Lebenszyklusanalyse oftmals kostengünstiger als konventionelle.</li> </ul>

<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschäftsbereich 3: Beschaffungsstelle</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschäftsbereich 3: Beschaffungsstelle</li> <li>▪ Geschäftsbereich 1: Nachhaltigkeit, Mobilität, Energie</li> </ul>
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Benennen eines Zuständigen oder eines Teams</li> <li>▪ Festlegung von relevanten Anwendungsbereichen, Ausarbeitung von grundlegenden Kriterien als Muss- und Sollvorgaben</li> <li>▪ Verankerung der nachhaltigen Beschaffung in der Verwaltung durch Beschlüsse und Dienstanweisungen</li> </ul> <p>Die Beschaffungsrichtlinien werden in zwei Runden in Kraft gesetzt (Vorschlag):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausarbeitung und Beschluss für einige zentrale Anwendungsbereiche (z. B. Büropapiere, Werbematerialien, Fuhrpark, IT). Zeitpunkt: bis Ende 2023</li> <li>2. Kontrolle der Wirksamkeit, Optimierung, Einbeziehen weiterer Anwendungsbereiche Zeitpunkt: Ende 2024</li> </ol> <p>Dabei sollte abgestimmt werden, welche Produktgruppen, die zu wenig relevant sind, außer Acht gelassen werden können. Es existieren unterstützende Plattformen, Praxisleitfäden und Beispielssammlungen (s. u.)</p>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	■□□□
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	-/-
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	■■□□ (bezogen auf die Treibhausgasbilanz der Stadtverwaltung)
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anteil einbezogener Produktgruppen</li> <li>▪ Anteil nachhaltiger Beschaffungen in den Produktgruppen</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Mitarbeiterschaft wird sensibilisiert und zum Klimaschutz motiviert</li> <li>▪ Durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit können die Bürger motiviert werden</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	<p>Die Vergaberechtsreform 2016 hat die Möglichkeiten öffentlicher Auftraggeber, ökologische und soziale Kriterien einzubeziehen, deutlich erweitert.</p> <p>Leitfäden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bayerisches Landesamt für Umwelt (2021): Umwelt- und Klimaschutz in Behörden – Ein Leitfaden</li> <li>▪ <a href="http://www.nachhaltige-beschaffung.info">www.nachhaltige-beschaffung.info</a></li> </ul> <p>Siegel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="http://www.kompass-nachhaltigkeit.de/produktsuche">www.kompass-nachhaltigkeit.de/produktsuche</a></li> </ul> <p>Beispiele für Vergabeunterlagen, Beschlüsse und Dienstanweisungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="http://www.kompass-nachhaltigkeit.de/praxisbeispiele">www.kompass-nachhaltigkeit.de/praxisbeispiele</a></li> </ul>



## 7.2.5 Maßnahme 5: Energetische Sanierungskonzepte für städtische Liegenschaften

<b>Beschreibung</b>	<p>Die Reduzierung des Energieverbrauchs ihrer Liegenschaften ist eine Möglichkeit, wie sich die Stadt selbst aktiv im Bereich Klimaschutz engagieren kann. Insbesondere energetische Sanierungsmaßnahmen oder der Austausch fossiler Heizungs-systeme bergen hier große Potenziale.</p> <p>Die einzelnen Maßnahmen sollten immer in einem Gesamtzusammenhang gesehen werden, der auch die jeweiligen Nutzungsarten und Besonderheiten (bspw. Denkmalschutz und Nutzungszeiten) berücksichtigt.</p> <p>Eine städtische Liegenschaft sollte deshalb unter energetischen Gesichtspunkten untersucht und ein konkreter Sanierungsfahrplan zur Verringerung der Energiever-bräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen erstellt werden. Fördermöglichkeiten sollen dabei ebenfalls geprüft werden. Für Liegenschaften, die in direkter räumlicher Nähe zu-einander liegen, sollte ein gemeinsames Konzept erstellt werden, dass auch ge-meinsame Energieversorgungen betrachtet.</p> <p>Die jährlichen finanziellen und personellen Ressourcen der Stadt im Hinblick auf energetische Sanierungsmaßnahmen sind begrenzt. Deshalb sollte eine Priorisie-rung der Liegenschaften anhand des zu erwartenden Einsparpotenzials (hoher Energieverbrauch, geringer energetischer Gebäudestandard) erfolgen (siehe auch Abschnitt 7.1.3).</p>
<b>Wirkung/Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung</li> <li>▪ Verringerung laufender Energiekosten</li> <li>▪ Vorbildfunktion</li> </ul>
<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschäftsbereich I: Hochbau, Gebäudemanagement</li> </ul>
<b>Akteure</b>	s.o.
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prioritätenliste erstellen</li> <li>▪ Förderung bei Bayern Innovativ beantragen (ENP Umsetzungsbegleitung)</li> <li>▪ Sanierungskonzept beauftragen</li> <li>▪ Mittelfristige Budgetplanung anhand der Prioritätenliste</li> </ul>
<b>Kosten für Ge-meinde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■□□□ für Sanierungskonzept</li> <li>■■■■□ für Sanierung</li> </ul>
<b>Finanzierungs-unterstützung</b>	<p>Für Sanierungskonzept: 70 % Förderung über ENP-Umsetzungsbegleitung Für Sanierung: Förderung über Bundesförderung für effiziente Gebäude</p>
<b>Klimaschutzrele-vanz</b>	■■■■□ (bezogen auf die Treibhausgasbilanz der Stadtverwaltung)
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anzahl sanierter Liegenschaften</li> <li>▪ Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Positivbeispiele kommunizieren, um Nachahmungseffekte zu erzielen</li> <li>▪ Verringerung der jährlichen Energiekosten setzt Finanzmittel frei</li> </ul> <p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sanierungsmaßnahmen weisen lange Amortisationszeiten auf</li> <li>▪ Prognostizierte Einsparerfolge werden nicht erreicht</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	-/-

## 7.2.6 Maßnahme 6: Nachhaltige Bauleitplanung für Neubaugebiete

<b>Beschreibung</b>	<p>Über Bebauungspläne, städtebauliche Verträge und Kaufverträge können Aspekte der Klimawirkung und der Klimaanpassung in Neubaugebieten umfassend beeinflusst werden. Städtebauliche Verträge können nach § 11 Abs. 1 Satz 2 Nr. 4 und 5 BauGB beinhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Errichtung und Nutzung von Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>▪ Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden.</li> </ul> <p>Festlegungen können sich vertraglich stützen auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Qualitätsstandards durch geeignete Siegel, die vielfältige Aspekte umfassen und extern geprüft werden, wie beispielsweise             <ul style="list-style-type: none"> <li>– KfW: Nachhaltiges Gebäude PLUS oder PREMIUM</li> <li>– KfW: Passiv- oder PLUS-Energiehaus</li> </ul> </li> <li>▪ Gemeindeeigene Vorgaben-Kataloge, gestützt auf Grenzwerte und durch den Bauträger vorzulegender Nachweise. Beispiele sind:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ziele zum Primärenergiebedarf, Eigenversorgungsanteil oder CO<sub>2</sub>-Ausstoß</li> <li>– Dachbegrünung und PV-Anlagenpflicht für Flachdächer; Vorgaben zur Installation von PV- oder Solarthermieanlagen auf anderen Dachformen</li> </ul> </li> <li>▪ Nachtkühlung etwa über Lüftungsanlagen</li> </ul> <p>Festlegungen im Bebauungsplan können beispielsweise umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kompaktbauweise (A/V-Verhältnis), Grundflächenzahl (GRZ), Bauhöhen (Hauptgesimshöhe).</li> <li>▪ Dachformen; Einschränkungen für Dachaufbauten und Gauben</li> <li>▪ Ausrichtung des Gebäudes und der Fensterflächen (Wind, Beschattung, Solarertrag)</li> <li>▪ Farben von Fassaden und Dächern (Albedo)</li> <li>▪ Passive und aktive Verschattungselemente wie Vordächer, Dachüberstände, Rollläden und Markisen; Wärmeschutzverglasung</li> <li>▪ Begrenzung der Glasflächenanteile im Dachgeschoss.</li> </ul> <p>Themennahe Maßnahmen zur Steuerung der Wärmeversorgung in Quartieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kommunale Erschließung ohne Erdgasnetz</li> <li>▪ Grundsätzliche kommunale Prüfung von Quartierslösungen</li> <li>▪ Pflicht zur Vorlage eines energetischen Versorgungskonzepts bei der Flächenentwicklung</li> </ul>
<b>Wirkung/Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ganzheitliche Betrachtung der Gestaltung von Neubaugebieten im Hinblick auf Klimaschutz und Klimaanpassung</li> <li>▪ Reduktion der Treibhausgasemissionen von Gebäuden und Siedlungsflächen</li> </ul>
<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschäftsbereich 1: Bauverwaltung, Bauplanungsrecht</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschäftsbereich 1: Bauverwaltung, Bauplanungsrecht</li> <li>▪ Stadtrat</li> </ul>
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Möglichkeiten und Grenzen der Festlegungen auf lokale Anwendbarkeit prüfen (Leitfaden beispielsweise difu 2017)</li> <li>▪ Entwurf einer Beschlussvorlage (Geschäftsbereich 1)</li> <li>▪ Beschluss (Stadtrat)</li> <li>▪ Umsetzung in kommenden Bebauungsplänen und Grundstücksverkäufen (Geschäftsbereich 1)</li> </ul>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	<p>■□□□</p>

<b>Finanzierungsunterstützung</b>	-/-
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	■□□□□
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Klimaschutzvorgaben sind festgelegt, gegebenenfalls nach Siedlungsflächentyp (Wohngebiet, Mischgebiet, Gewerbegebiet)</li> <li>▪ Gebäudewärme-bezogene Treibhausgasemissionen (Haushalte, Gewerbe)</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Hürden, Grenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kostendruck im Bausektor</li> <li>▪ Gerechte Abwägung aller Aspekte nach § 1 Abs. 6 BauGB</li> <li>▪ Die letzte Novellierung der Abstandsflächenregelung (§ 6 Abs. 5 BayBO) hat die Mindestabstände von Gebäuden zu den Grundstücksgrenzen stark reduziert und kann zur geringeren Durchlüftung in Arealen führen.</li> <li>▪ Flächenmangel und Wohnraumnachfrage</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	<p>Im Zuge der Überarbeitung oder Neufestlegung von Vorgaben zur Bauleitplanung können weitere Themen, insbesondere aus dem Umfeld der Klimaanpassung und Versickerung eingebunden werden. Festsetzungen können beispielsweise umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Begrünung (Bepflanzungsfestsetzung, Fassaden- und Dächer)</li> <li>▪ Flachdachbebauung mit Begrünung für Mikroklima und Wasserrückhalt in Verbindung mit Notentwässerung (Retention)</li> <li>▪ Zulässige Gebäudehöhe (relevant für Versickerung und Wirtschaftlichkeit)</li> <li>▪ Gebäudeabstände (Durchlüftung)</li> <li>▪ Begrünung der Freiflächen (Verzicht auf Versiegelung, landschaftliche Minimierung von Flutrisiken)</li> <li>▪ Versiegelung und Versickerung</li> <li>▪ Regenwasser- und Grauwassernutzung</li> <li>▪ Einführung einer Freiflächengestaltungssatzung: Verbot von Schottergärten, Begrünungsvorgaben</li> <li>▪ Erweiterte Stellplatzsatzung: alternativer Stellplatzschlüssel pro Wohneinheit oder für Unternehmen in der Nähe von ÖPNV-Stationen, Begrünung und Versickerung</li> </ul> <p>Quellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ difu (2017): Klimaschutz in der verbindlichen Bauleitplanung. <a href="https://difu.de/sites/default/files/bericht_klimaschutz_bauleitplanung_fuer_veroeffentlichung_langfassung_jsp.pdf">https://difu.de/sites/default/files/bericht_klimaschutz_bauleitplanung_fuer_veroeffentlichung_langfassung_jsp.pdf</a></li> </ul>

## 7.2.7 Maßnahme 7: Kommunale Steuerung des Zubaus von Photovoltaik-Freiflächenanlagen

<p><b>Beschreibung</b></p>	<p>Photovoltaik-Freiflächenanlagen können kostengünstig erneuerbaren Strom produzieren und sind wesentlicher Bestandteil der zukünftigen Stromversorgung. PV-Freiflächenanlagen werden sowohl auf förderfähigen Flächen als auch zunehmend ohne EEG-Förderung errichtet. Insgesamt kommen somit große Flächenanteile der Gemeinde in Betracht.</p> <p>Für Projektentwickler stehen in der Regel die Flächenverfügbarkeit und die Möglichkeit zur Netzeinspeisung im Vordergrund; raumplanerischen und ökologischen Belangen kommt zumeist eine geringe Bedeutung zu. Dies birgt Konfliktpotenziale. Derzeit sind im Gemeindegebiet 4 ha entsprechend 0,2 % der Gemeindefläche mit PV-Freiflächenanlagen belegt. Das Potenzial liegt allein für die EEG-förderfähigen Flächen, entlang von Schienenwegen und Autobahnen, bei 126 ha entsprechend 5 % der Gemeindefläche (siehe Abschnitt 4.1). Eine steigende Flächenkonkurrenz für landwirtschaftlich genutzte Flächen ist zukünftig anzunehmen. Sogenannte Agri-PV-Anlagen zur gleichzeitigen Stromerzeugung und landwirtschaftlichen Nutzung sind aufgrund deutlich höherer Stromgestehungskosten und höherem spezifischem Flächenverbrauch mittelfristig eher in der Nischenanwendung bei Sonderkulturen (bspw. Beerenanbau) zu erwarten. Die Umsetzung einer Agri-PV-Anlage wäre beispielsweise auf Regenwasserrückhaltefläche der Stadt zwischen B28, der Bahnlinie Ulm-Memmingen und der Königsberger Straße denkbar. Die Erfahrungswerte aus der Umsetzung und die Darstellung der technischen Machbarkeit können einen weiteren Ausbau von Agri-PV-Anlagen fördern.</p> <p>Daher ist eine kommunale Steuerung des Zuwachses von PV-Freiflächenanlagen wünschenswert. Diese sichert eine strukturierte Herangehensweise und vermeidet inkonsistente Einzelfallentscheidungen. Gemeinden verfügen mit der Bauleitplanung über die Planungshoheit.</p> <p><b>Katalog von Anforderungs- und Abwägungskriterien</b></p> <p>Ein Katalog mit Vorgaben- und Bewertungskriterien ist dienlich, weitgehend objektive Entscheidungen zu Bauantragsstellungen für PV-Freiflächenanlagen zu treffen.</p> <p>Geeignete Anforderungen und Abwägungskriterien für Freiflächenanlagen sind beispielsweise</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erweiterter Schutz von Mensch, Natur und Kultur</li> <li>– Erhalt ertragreicher Ackerflächen für die Landwirtschaft, daher Nutzung ertragsarmer Böden oder von Hanglagen für PV</li> <li>– Ökologische Aufwertung der Flächen (Wiedervernässung ehemaliger Moorflächen)</li> <li>– Landschaftsschutz und Sichtbarkeit (Lage, Abstände, Einfriedung)</li> <li>– Barrierewirkungen (Naherholung, Tierwanderung)</li> <li>▪ Bürgerbeteiligungsoptionen und gemeindlicher Benefit</li> <li>▪ Kommunale Wertschöpfung</li> <li>▪ Verpflichtung zum Rückbau (Absicherung über Bankbürgschaft)</li> <li>▪ Ertragsbeeinflussende Flächencharakteristika (Ausrichtung, Neigung, Verschattung)</li> <li>▪ Konzentration von Anlagen – mögliche Synergien <ul style="list-style-type: none"> <li>– Vermeidung von Kosten</li> <li>– Wahrung der Chancen auf Netzanschluss und -einspeisung</li> </ul> </li> </ul>
----------------------------	--

<b>Wirkung/Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausbau der regenerativen Energien unter Beachtung von Raum-, Umwelt- und Wertschöpfungsaspekten</li> <li>▪ Beitrag zur Akzeptanz von PV-Freiflächenanlagen in der Bevölkerung</li> <li>▪ Zügige und konsistente Bewertung einzelner Flächen bei externen Anfragen</li> </ul>
<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschäftsbereich 1: Stadtplanung</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschäftsbereich 1: Stadtplanung</li> <li>▪ Geschäftsbereich 1: Nachhaltigkeit, Mobilität, Energie</li> <li>▪ Stadtrat</li> <li>▪ Projektierer</li> </ul>
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<p>Vor einer Detaillierung wird empfohlen, Verfahren anderer Kommunen zu sichten (Beispiele in den Hinweisen).</p> <p><b>Zubau-Zielbereich</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Festlegung von mindestens gewünschter und maximaler Freiflächen-PV in der Gemeinde in Hektar oder Megawatt</li> <li>▪ Optional: Festlegung eines maximalen jährlichen Zubaus</li> </ul> <p><b>Anforderungs- und Abwägungskatalog</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufstellen einer Kriteriensammlung</li> <li>▪ Gruppierung der Kriterien: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Anforderungen</li> <li>– Abwägungen</li> </ul> </li> <li>▪ Detaillierung der Kriterien</li> </ul> <p><b>Bewertungsvorgehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Festlegung von Grenzwerten oder Skalen für die Kriterien</li> <li>▪ Erstellen eines Bewertungsbogens für Anforderungen und Abwägungen</li> <li>▪ Optional: Ausarbeitung eines Bewertungssystems (z.B. Punktesystem) mit Schwellwert</li> </ul> <p><b>Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Beschluss im Gemeinderat</li> <li>▪ Anwendung im Falle von Genehmigungsanfrage für PV-Freiflächenanlagen. Annahme von Anfragen, die zum Zubau-Zielbereich passen, die Mindestkriterien erfüllen und ein ausreichendes Bewertungsergebnis erzielen.</li> <li>▪ Festlegung in Bebauungsplänen oder städtebaulichen Verträge</li> </ul>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ■□□□ (Kriterienkatalog)</li> </ul>
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	-/-
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	(unterstützende Maßnahme; keine eigene Klimaschutzwirkung)
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Strukturiertes Bewertungsvorgehen liegt vor</li> <li>▪ Summe neuinstallierter Erzeugungsleistung</li> <li>▪ Anteil der Bürgerbeteiligung und der kommunalen Beteiligung</li> <li>▪ Einnahmen der Gemeinde (Gewinnausschüttung, Gewerbesteuer)</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Steuerung auch möglich in Richtung Flächenmehrfachnutzung (Agri-PV, Wiedervernässung von ehemaligen Moorflächen)</li> </ul> <p>Zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Publikwerden von Bewertungskriterien kann Grundstückspreise beeinflussen.</li> </ul>

## Hinweise

Kommunale Beispiele für Anforderungs- und Abwägungskataloge

- Blaustein: Kriterien für Freiflächen-Solaranlagen in Blaustein. [www.blaustein.de/de/wirtschaft-bauen/photovoltaik-freiflaechenanlagen](http://www.blaustein.de/de/wirtschaft-bauen/photovoltaik-freiflaechenanlagen)
- Königheim: Kriterien für Freiflächen-Photovoltaik in der Gemeinde Königheim. [www.koenigheim.de/de/leben-wohnen/bauen-wohnen/freiflaechenphotovoltaik](http://www.koenigheim.de/de/leben-wohnen/bauen-wohnen/freiflaechenphotovoltaik)
- Lichtenfels: Leitfaden für die Zulassung von Photovoltaik-Freiflächen-Anlagen im Stadtgebiet Lichtenfels. [www.lichtenfels.de/pv-freiflaechenanlagen](http://www.lichtenfels.de/pv-freiflaechenanlagen)

Alternative: Standortkonzept (flächengenaue Voruntersuchung)

Ein weiterer Hebel der Zubausteuern sind in einem Standortkonzept festgelegte Leitlinien oder PV-Ausbauplanungen mit detaillierter Kartendarstellung der Potenzial- und Ausschlussflächen sowie optional von Restriktionsflächen. Beispiel:

- Standortkonzept für Photovoltaik-Freiflächenanlagen der Stadt Ebersberg <https://www.ebersberg.de/energie-umwelt/solarstadt-ebersberg.html>

Eine kommunale Leitlinie zur Steuerung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen ist eine städtebauliche Planung im Sinne von § 1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB und als solches bei der Aufstellung von Bauleitplänen zu berücksichtigen.

Weitere Quellen:

Rundschreiben "Bau- und landesplanerische Behandlung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen" des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr vom 10.12.2021

Regierung von Unterfranken: Steuerung von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen in Unterfranken – Planungshilfe für Städte, Gemeinden und Projektträger, Stand 28.01.2022

### 7.2.8 Maßnahme 8: Eigenstromerzeugung in der Wasserversorgung

<b>Beschreibung</b>	<p>Für die Gewinnung und Verteilung von Frischwasser sowie für die Abwasserableitung und -behandlung werden erhebliche Mengen an Energie verbraucht. In Senden entfallen über 15 % des städtischen Stromverbrauchs auf die Wasserversorgung, insbesondere auf die Brunnenpumpen und Pumpstationen der Hochbehälter.</p> <p>Durch die Errichtung einer PV-Freiflächenanlage am Standort des Trinkwasserbrunnens kann die Stadt einen Teil des benötigten Pumpstroms regenerativ selbst erzeugen und so jährlich rund 145 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente einsparen.</p> <p>Details zu Größe und Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage finden sich in Abschnitt 7.1.4.</p>
<b>Wirkung/Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erhöhung der gemeindeeigenen Stromerzeugung</li> <li>▪ Erhöhung der regenerativen Eigenversorgung der Stadt</li> <li>▪ Impulse zur Nachahmung durch Vorbildcharakter</li> </ul>
<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung: Geschäftsbereich 1 – Hochbau, Gebäudemanagement</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung: Geschäftsbereich 1 – Hochbau, Gebäudemanagement</li> <li>▪ Stadtverwaltung: Geschäftsbereich 1 – Nachhaltigkeit, Mobilität, Energie</li> </ul>
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planungsbüro mit Anlagenplanung beauftragen</li> <li>▪ Verbrauchslastgang der Brunnenanlage bei Stromversorger anfragen</li> <li>▪ Erfassung der Verbrauchslastgänge anderer relevanter Verbraucher durch Langzeitmessungen</li> <li>▪ Prüfung der Möglichkeiten zur Ausweitung der Eigenstromnutzung</li> </ul>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	<p>■■■□□ ca. 320.000 € (Wirtschaftlichkeit der Anlage in Abschnitt 7.1.4 dargestellt)</p>
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einspeisevergütung für ins öffentliche Netz eingespeisten Strom nach EEG</li> <li>▪ PV-Anlagen: KfW-Förderkredit 270</li> </ul>
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	<p>■■□□□ (bezogen auf die Treibhausgasbilanz der Stadtverwaltung)</p>
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umgesetzte Maßnahme</li> <li>▪ Hoher Eigenstromverbrauch</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umsetzung erzeugt Nachahmungseffekt (intern und extern)</li> <li>▪ Steigerung der Versorgungssicherheit</li> <li>▪ Wirtschaftlichkeit der Anlage kann durch gesteigerte Stromvermarktungserlöse gesteigert werden</li> </ul> <p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geplante Eigenverbrauchsquote wird nicht erreicht</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	<p>-/-</p>

### 7.2.9 Maßnahme 9: Eigenstromerzeugung, insbesondere auf kommunalen Dachflächen

<b>Beschreibung</b>	<p>Zur Erhöhung der kommunalen PV-Stromerzeugung sind die Dachflächen von städtischen Liegenschaften auf ihre statische Eignung zu prüfen. Durch Definition einer Eigenerzeugungsquote kann die Priorität der Umsetzungen erhöht werden. Prüfung der Kosten und Wirtschaftlichkeit von integrierten Stromspeichern zur Erhöhung der Energieautarkie, gegebenenfalls Wiederholungen der Prüfung bei fallenden Speicherkosten und steigenden Strompreisen.</p> <p>Auf Flachdächern kann durch gleichzeitige Dachbegrünung (Kühleffekt) der Wirkungsgrad der Anlage erhöht und eine Verbesserung der Luftqualität und des Mikroklimas erreicht werden.</p>
<b>Wirkung/Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erhöhung der kommunalen, regenerativen Stromerzeugungskapazitäten</li> <li>▪ Entkopplung von Stromerzeugung und Verbrauch durch Integration von Speichersystemen</li> </ul>
<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschäftsbereich 1: Planen, Bauen, Umwelt</li> </ul>
<b>Akteure</b>	Siehe Initiator
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prüfung der Dachflächen auf statische Eignung</li> <li>▪ Priorisierung der Umsetzungen nach möglicher Anlagengröße und Stromverbrauch der Liegenschaften → Informationen aus kommunalem Energiemanagement (Abschnitt 7.2.3) nutzen und einfließen lassen</li> </ul>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	■■■■□
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einspeisevergütung für ins öffentliche Netz eingespeisten Strom nach EEG</li> <li>▪ PV-Anlagen: KfW-Förderkredit 270</li> </ul>
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	■■□□□
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anzahl umgesetzter Anlagen</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verringerung der Strombezugskosten</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	-/-



### 7.2.10 Maßnahme 10: Prüfung des Ausbaupotenzials Wasserkraft

<b>Beschreibung</b>	<p>Wasserkraftanlagen tragen mit knapp 15 % zur Stromerzeugung in Bayern bei. Einem weiteren Ausbau der Wasserkraft sind ökologische Grenzen gesetzt; Ansatzpunkte bieten am ehesten bestehende Querbauwerke. Das LfU hat unter Einbeziehung der zuständigen Wasserwirtschafts- und Landratsämter Neubaupotenziale an bestehenden Querbauwerken geprüft und diese im Kartenteil des Energieatlas Bayern veröffentlicht.</p> <p>Im Stadtgebiet Senden ist an einem Querbauwerk an der Iller ein Neubaupotenzial ausgewiesen (Stand 11/2022). Für dieses wurde eine mittlere Leistung von 1.500 kW berechnet. Die potenzielle Strommenge wird auf 8.600 MWh/a geschätzt.</p> <p>Für Bau und Betrieb von Wasserkraftanlagen dieser Größenordnung kommen insbesondere Energieversorger in Betracht. Die Potenzialinformation sollte deshalb von Seiten der Stadt an den Eigentümer und Energieversorgungsunternehmen kommuniziert werden, um die Prüfung einer Umsetzung in Gang zu setzen.</p> <p>Die potenzielle Strommenge entspricht knapp 11 % des aktuellen Stromverbrauchs im Gemeindegebiet.</p>
<b>Wirkung/Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umsetzung erneuerbarer Strompotenziale im Gemeindegebiet</li> <li>▪ Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromversorgung</li> </ul>
<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eigentümer des Querbauwerks</li> <li>▪ Energieversorgungsunternehmen</li> <li>▪ Landesamt für Umwelt (LfU)</li> <li>▪ Landratsamt Neu-Ulm</li> <li>▪ Wasserwirtschaftsamt Donauwörth</li> <li>▪ Stadtverwaltung (Projektanstoß und -begleitung)</li> </ul>
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kontaktaufnahme mit LfU bzgl. Aktualität und Prüftiefe der Potenziale im Energieatlas Bayern</li> <li>▪ Kontaktaufnahme mit Eigentümer und anschließend Energieversorgungsunternehmen bzgl. Umsetzungsinteresse</li> </ul>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	□□□□
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	EEG-Vergütung durch Stromeinspeisung möglich
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	■□□□ (Einsparpotenzial 2% der jährlichen Gesamtemissionen)
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umgesetzte Wasserkraftanlage</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Steigerung der erneuerbaren Stromerzeugung</li> <li>▪ Erzeugung von erneuerbarem Strom in der Grundlast</li> <li>▪ Verringerung der THG-Emissionen</li> </ul> <p>Risiken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Widerstände von Bürgern und Umweltverbänden</li> <li>▪ Ausbleibende naturschutzrechtliche Genehmigung</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	-/-

## 7.2.11 Maßnahme 11: Unterstützung des Fernwärmeausbau

### Maßname 11.1: Anschluss städtischer Liegenschaften an das Fernwärmenetz

<b>Beschreibung</b>	<p>Der Ausbau des bestehenden Fernwärmenetzes hat ein hohes Potenzial zur Verringerung der Treibhausgasemissionen im Bereich Wärme im Stadtgebiet. Der Ausbau der Versorgungsinfrastruktur erfordert vom Netzbetreiber jedoch relevante Investitionen. Der wirtschaftliche Betrieb der Netzerweiterungen ist abhängig von ausreichend hohen Anschlussquoten, die jedoch im Vorfeld nur schwer zu prognostizieren sind.</p> <p>Für den Netzbetreiber sind deshalb Anschlussbekundungen bedeutend, welche die Planungssicherheit neuer Leitungsabschnitte deutlich erhöhen. Im weiteren Einzugsgebiet des Fernwärmenetzes betreibt die Stadt Senden 21 Liegenschaften mit einem jährlichen Wärmebedarf von etwa 4.300 MWh.</p> <p>Durch den Abschluss eines Vorvertrages für die städtischen Liegenschaften erhöht sich für den Netzbetreiber die Planungssicherheit für den Ausbau des Fernwärmenetzes. Die Stadt Senden erhält dadurch für ihre städtischen Liegenschaften eine Anschlussperspektive zu definierten Versorgungskonditionen und fördert gleichzeitig den Ausbau des Wärmenetzes im Stadtgebiet.</p>
<b>Wirkung/Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anschlussperspektive für den Anschluss der städtischen Liegenschaften an das Wärmenetz</li> <li>▪ Umstellung der städtischen Liegenschaften auf nachhaltigere Wärmeversorgung</li> <li>▪ Förderung des Fernwärmenetzausbaus durch Steigerung der Planungssicherheit auf Seiten des Netzbetreibers</li> </ul>
<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschäftsbereich 1: Planen, Bauen, Umwelt</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschäftsbereich 1: Planen, Bauen, Umwelt</li> <li>▪ Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm als Wärmenetzbetreiber</li> </ul>
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zusammenstellung der relevanten Liegenschaftsdaten (Liegenschaft, Standort, Wärmeverbrauch, späteste Anschlusszeitpunkt)</li> <li>▪ Abstimmungstermin mit Netzbetreiber (Anschlussinteresse bekunden)</li> <li>▪ Anschlusskonditionen verhandeln und Terminschiene für Anschlüsse festlegen</li> <li>▪ Vertrag unterzeichnen</li> </ul>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	<p>■□□□ (Fernwärmeversorgung sollte nicht wesentlich teurer sein als dezentrale Wärmeversorgung)</p>
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	<p>Gegebenenfalls über „Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen“ (BEG EM) der BAFA, bis zu 40 % Förderung für den Anschluss an ein Wärmenetz</p>
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	<p>■■■■■ (bezogen auf die städtischen Liegenschaften)</p>
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anzahl der ans Wärmenetz angeschlossenen städtischen Liegenschaften</li> <li>▪ Ausbaugeschwindigkeit des Wärmenetzes im Stadtgebiet</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verringerung der THG-Emissionen der städtischen Liegenschaften</li> <li>▪ Nachhaltige Wärmeversorgung der städtischen Liegenschaften mit geringen Investitionskosten</li> </ul> <p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tempo der Umstellung abhängig von Ausbaugeschwindigkeit des Fernwärmenetzes</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	<p>-/-</p>

## Maßnahme 11.2: Abstimmung städtischer Planungen mit Fernwärmenetzausbau

<b>Beschreibung</b>	<p>Fernwärmeleitungen werden wie andere Sparten in der Regel im öffentlichen Straßen- oder Gehwegbereich verlegt. Durch den Fernwärmeausbau bietet sich deshalb in den nächsten Jahren die Möglichkeit, Synergieeffekte mit anderen Tiefbauarbeiten im Stadtgebiet zu erzeugen.</p> <p>Um die Planungen gut aufeinander abzustimmen und die Umsetzung einzelner Maßnahmen nicht zu behindern, ist ein frühzeitiger Informationsaustausch der unterschiedlichen Sparten Träger (z. B. Wasser, Abwasser, Strom, Erdgas, Breitband) anzustreben. Durch Bauaktivitäten anderer Sparten Träger kann unter Umständen auch die Ausbaugeschwindigkeit des Fernwärmenetzes erhöht werden, wenn beispielsweise in einem Straßenzug die Bauphase einer Sparte für die Verlegung von Fernwärmerohren genutzt werden kann.</p> <p>Ein regelmäßiger Abstimmungstermin zwischen dem Fernwärmenetzbetreiber und der Stadtverwaltung (insbesondere Geschäftsbereich 1) sollte eingerichtet oder weitergeführt werden. Die Abstimmungsintervalle können jeweils von der aktuellen Bauintensität abhängen. Durch diesen Austausch können auch frühzeitig Anschlussmöglichkeiten für Neubauprojekte geprüft und an die jeweiligen Bauherren kommuniziert werden.</p>
<b>Wirkung/Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abstimmung unterschiedlicher Bautätigkeiten im Stadtgebiet mit Fernwärmeausbauplanung</li> <li>▪ Nutzung von Synergieeffekten</li> </ul>
<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung (Geschäftsbereich 1)</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung</li> <li>▪ Wärmenetzbetreiber</li> <li>▪ Ggf. andere Sparten Träger</li> </ul>
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wärmenetz Bau-Jour-Fixe initiieren <ul style="list-style-type: none"> <li>– Interne Teilnehmer definieren (Stadtplanung; Bauverwaltung; Hochbau; Straßen- und Brückenbau; Mobilität und Energie)</li> </ul> </li> <li>▪ Mittelfristige Ausbauplanung der Fernwärme und anderer Sparten zusammenführen und terminieren</li> <li>▪ Zeitplan für Wärmenetzausbau an die Bürger kommunizieren</li> </ul>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	-/-
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	-/-
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	(unterstützende Maßnahme; keine eigene Klimaschutzwirkung)
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausbaustufen des Wärmenetzes</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abstimmung unterschiedlicher Bauaktivitäten im Stadtgebiet</li> <li>▪ Reduzierung der Häufigkeit, Anwohnerbelastungen und Kosten für Baustellen im Straßenbereich (mehrere Sparten je Fahrbahndeckenöffnung)</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	<p>Zur effizienten Abstimmung des Fernwärmenetzausbaus mit anderen Sparten gibt es bereits Vorerfahrungen in anderen Kommunen. Der Austausch mit anderen Kommunen und Wärmenetzbetreibern erweitert den Erfahrungshorizont und unterstützt die Koordination beim Ausbau im Stadtgebiet. Als Ansprechpartner hat sich beispielsweise der Geschäftsführer der Fernwärme Weißenhorn GmbH angeboten.</p>

### Maßnahme 11.3: Unterstützung durch Bürgerinformation

<b>Beschreibung</b>	<p>Der Ausbau des Fernwärmenetzes ist eine effiziente Möglichkeit, nachhaltige Wärmeerzeugungstechnologien in vielen Gebäuden im Stadtgebiet zu installieren. Trotz der allgemeinen Zustimmung in der Bevölkerung zu Klimaschutz und Energiewende muss Bürgern eine solche Technologie vorgestellt und diese zur Teilnahme an einer zentralen Wärmeversorgung motiviert werden.</p> <p>Die Stadt kann den Ausbau des Wärmenetzes durch Information der Bürger unterstützen, durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Veröffentlichung des Zeitplans zum Fernwärmenetzausbau</li> <li>▪ Bürgerinformationsveranstaltung zusammen mit Netzbetreiber und Regionaler Energieagentur Ulm (REA) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Was ist Fernwärme?</li> <li>– Welche Vorteile hat Fernwärme?</li> <li>– Welche Risiken bestehen?</li> <li>– Welche nachhaltigen Alternativen gibt es?</li> <li>– Wann besteht wo Anschlussmöglichkeit?</li> </ul> </li> </ul> <p>Die REA kann hierbei als unabhängiger Experte die Vorteile und Risiken eines Fernwärmeanschlusses darlegen und im Nachgang zur Wirtschaftlichkeit individueller Angebote beraten.</p>
<b>Wirkung/Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bürger über die Ausbauplanungen (räumlich und zeitlich) informieren</li> <li>▪ Technik und Funktionsweise eines Wärmenetzes erläutern</li> <li>▪ Vorurteile beseitigen und Interesse wecken</li> </ul>
<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung</li> <li>▪ Wärmenetzbetreiber</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung (Geschäftsbereich 1; Nachhaltigkeit, Mobilität, Energie)</li> <li>▪ Wärmenetzbetreiber</li> <li>▪ Regionale Energieagentur Ulm</li> </ul>
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zeitliche Abstimmung der Wärmeausbauplanung (nächste Jahre) mit Netzbetreiber</li> <li>▪ in Abstimmung mit Netzbetreiber und Regionaler Energieagentur Konzept für Informationsveranstaltung entwerfen (Inhalt, stadtweit oder quartiersweise, ...)</li> <li>▪ Durchführung der Veranstaltung(en) (Bereitstellung städtischer Räumlichkeiten)</li> <li>▪ Über Beratungsangebote der REA zur Wirtschaftlichkeit eines Fernwärmeanschlusses informieren</li> </ul>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	<p>■□□□□</p>
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	<p>-/-</p>
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	<p>(unterstützende Maßnahme; keine eigene Klimaschutzwirkung)</p>
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anzahl der Teilnehmer bei Informationsveranstaltungen</li> </ul>

---

<b>Chancen &amp; Risiken</b>	Chancen: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Frühzeitige Information der Bürgerinnen und Bürger zu Wärmenetzausbauplanungen</li><li>▪ Abbau von Vorurteilen durch die Einbindung unabhängiger Experten der REA</li></ul> Risiken: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ausrichtung der Veranstaltungen auf Informationsvermittlung nicht Produktwerbung</li></ul>
<b>Hinweise</b>	-/-

---

## 7.2.12 Maßnahme 12: Fernwärmeverbund anstreben

<b>Beschreibung</b>	<p>Die Abkehr von fossilen Energieträgern zur Wärmeversorgung ist eine der größten Herausforderungen auf dem Weg zu Treibhausgasneutralität. In der Versorgung von Einzelgebäuden waren bislang die größten Hürden, dass fossile Energieträger wie Öl und Gas billig waren und die Versorgung von älteren Bestandsgebäuden mit Wärmepumpen nicht effizient erschien.</p> <p>In Wärmenetzen kann die Defossilisierung für eine große Anzahl von Abnehmern in kurzer Zeit und mit vergleichsweise geringem Aufwand erfolgen. Zur Wärmeherzeugung kommen Solarthermieanlagen, Wärmepumpen, die Umweltwärme nutzbar machen, und in begrenztem Umfang Biomasseanlagen in Betracht.</p> <p>Wärmeverbunde bieten die Möglichkeit, die vorhandenen Wärmepotenziale aus größeren Verbundgebieten gemeinsam zu heben. Hierzu zählen insbesondere auch lokale Abwärmepotenziale aus Industrieanlagen und Kraftwerken. Ein solcher Wärmeverbund kann mittelfristig durch die Verbindung der Städte Senden, Vöhringen und Weißenhorn entstehen. Dadurch können folgende Vorteile entstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausweitung der Abwärmenutzung des MHKW Weißenhorn</li> <li>▪ Integration großer industrieller Wärmeabnehmer in Vöhringen, ggf. auch Einbindung von industrieller Abwärme in den Verbund</li> <li>▪ Anknüpfung des Wärmeverbunds an die Verbindungsleitung in Richtung Ulm/Neu-Ulm</li> </ul> <p>Die wirtschaftliche und ökologische Machbarkeit ist jedoch erheblich vom Ausbaugrad des Wärmenetzes in Senden abhängig. Erst bei einem ausreichend hohen Wärmeabsatz im Fernwärmenetz Senden ist eine Verbindungsleitung zum MHKW Weißenhorn wirtschaftlich darstellbar und ökologisch sinnvoll.</p> <p>Die Stadt Vöhringen könnte durch einen Abzweig der Verbindungsleitung Senden–Weißenhorn integriert werden. Diese Integration würde die Umsetzungschancen der angedachten Verbindungsleitung Senden–Weißenhorn steigern.</p>
<b>Wirkung/Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Optimale Nutzung der lokalen Ressourcen zur Wärmebereitstellung</li> <li>▪ Effizienterer Netzbetrieb durch gemeinsame Nutzung von Verteil- und Erzeugungsinfrastrukturen</li> </ul>
<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH</li> <li>▪ Fernwärme Weißenhorn GmbH</li> <li>▪ Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Neu-Ulm (AWB)</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH</li> <li>▪ Fernwärme Weißenhorn GmbH</li> <li>▪ Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Neu-Ulm (AWB)</li> <li>▪ Städte Senden, Vöhringen, Weißenhorn</li> </ul>
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definition nötiger Rahmenbedingungen und Erstellung eines Zeitplans für die Umsetzung des Wärmeverbund</li> <li>▪ Forcierter Ausbau des Wärmenetzes in Senden</li> <li>▪ Aufbau eines Wärmenetzes in Vöhringen</li> </ul>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	-/-
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	-/-
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	(unterstützende Maßnahme, indirekte Klimaschutzwirkung)
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Maßnahmenumsetzung</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Optimale Nutzung der lokal vorhandenen, nachhaltigen Wärmeressourcen</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	-/-

### 7.2.13 Maßnahme 13: Fernwärme-Erweiterungsgebiet Ay an der Iller

<b>Beschreibung</b>	Das Fernwärmenetz im Stadtgebiet soll sukzessive ausgebaut werden. Ein mögliches Erweiterungsgebiet ist der nördliche Bereich des Stadtteils Ay. Die Fernwärmeleitung liegt hier bereits bis zur Festhalle und dem Kindergarten Ay. Von dort aus in nördlicher Richtung erstreckt sich ein Wohngebiet zwischen Feldstraße und Ulmer Straße, das eine dichte Bebauungsstruktur mit großen Mehrfamilienhäusern aufweist. Der Wärmebedarf der Gebäude liegt in der Größenordnung von 13.000 bis 15.000 MWh/a. Durch die Konzentration großer Mehrfamilienhäuser in diesem Stadtteil kann eine Wärmemenge von 6.000 bis 8.000 MWh/a bereits mit einer vergleichsweise geringen Anzahl an Abnehmern erreicht werden. Die Wärmebelegungsdichte liegt unter Berücksichtigung aller Gebäude bei 2.150 bis 2.500 kWh/m/a. Hierbei sind Längen der Hausanschlussleitungen berücksichtigt. Auch die Erschließung des Gewerbegebietes und des Möbelhauses Inhofer wäre von hier aus gut möglich. Außerdem können entlang der Hauptstraße in Ay noch weitere größere Objekte erreicht werden (bspw. großes Mehrfamilienhaus, VIKZ Moschee, Seniorendomizil Haus Konrad).
<b>Wirkung/Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erweiterung des Wärmenetzgebietes</li> <li>▪ Bereitstellung treibhausgasarmer Wärme für weiteren Stadtteil</li> </ul>
<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH</li> <li>▪ Stadtverwaltung (Geschäftsbereich 1)</li> </ul>
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<p>Für die Erschließung des nördlichen Stadtteils Ay mit Fernwärme sollten die nachfolgenden Schritte unternommen werden.</p> <p><b>Grobplanung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grenzen des Ausbaugebietes definieren</li> <li>▪ Anschlussinteresse und Wärmeverbrauch abfragen (z.B. Postwurfsendung, direkte Ansprache von Großabnehmern)</li> </ul> <p><b>Planungen detaillieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Straßenzüge und Leitungsverlauf definieren</li> <li>▪ Synergiemaßnahmen mit Stadt und anderen Spartenrträgern abstimmen (Kanal, Wasserleitungen, Telekommunikation, etc.)</li> <li>▪ Zeitplan für Erschließung ausarbeiten</li> </ul> <p><b>Information</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bürgerinformationsveranstaltung zum Fernwärmeausbau im Stadtteil <ul style="list-style-type: none"> <li>– Was ist Fernwärme? Was sind die Vor- und Nachteile</li> <li>– Wann wäre ein Fernwärmeanschluss möglich</li> <li>– Wie erhalte ich ein Angebot? Wie muss ich dieses bewerten?</li> </ul> </li> <li>▪ Beratungs- und Förderangebote bewerben (Verknüpfung mit Maßnahmen in Abschnitt 7.2.17 und 7.2.18)</li> </ul>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	-/-
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wärmenetzbetreiber: Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)</li> <li>▪ Anschlussnehmer: Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG)</li> </ul>
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	Ausgehend von einer Anschlussquote von 50 %, klimaneutraler Fernwärme (0 kg CO <sub>2</sub> -Äqu./kWh) und einem THG-Faktor von Bestandsheizungen von 246 kg CO <sub>2</sub> -Äqu./kWh (Erdgas) lassen sich TGH-Einsparungen von 750–1.000 t CO <sub>2</sub> -Äqu./a berechnen.
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anschlussquote im Stadtteil Ay</li> <li>▪ Wärmeabsatz im Stadtteil Ay</li> </ul>

<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Treibhausgasarme Wärmeversorgung für den Stadtteil Ay</li> <li>▪ Synergieeffekte mit anderen Sparten</li> </ul> <p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mangelndes Interesse, geringe Anschlussquote</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	-/-

#### 7.2.14 Maßnahme 14: Fernwärmeerweiterungsgebiet Wullenstetten

<b>Beschreibung</b>	<p>Das Fernwärmenetz im Stadtgebiet soll sukzessive ausgebaut werden. Ein weiteres mögliches Erweiterungsgebiet ist der westliche Teil von Wullenstetten. Hier grenzt der Ortsteil an das Neubaugebiet „Wohnen am Stadtpark“, das von der SWU mit Wärme versorgt wird. Das Wärmenetz könnte von dort in südlicher Richtung nach Wullenstetten erweitert werden und zwischen Hollgraben, Lange Straße, Römerstraße und Fuchsweg städtische Liegenschaften (Grundschule und Feuerwehrhaus), private Wohngebäude und einen großen Wohnblock versorgen. Anschließend könnte das Netz über die Römerstraße in südlicher und die Lange Straße in östlicher Richtung erweitert werden.</p> <p>Der Wärmebedarf aller Gebäude in diesem Gebiet liegt in der Größenordnung von 10.000 bis 13.000 MWh/a, die Wärmebelegungsdichte bei 1.200 bis 1.550 kWh/m/a (Längen der Hausanschlussleitungen berücksichtigt).</p>
<b>Wirkung/Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erweiterung des Wärmenetzgebietes</li> <li>▪ Bereitstellung treibhausgasarmer Wärme für weiteren Stadtteil</li> </ul>
<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH</li> <li>▪ Stadtverwaltung (Geschäftsbereich 1)</li> </ul>
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<p>Für die Erschließung des westlichen Teils von Wullenstetten mit Fernwärme, sollten die nachfolgenden Schritte unternommen werden.</p> <p><b>Grobplanung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grenzen des Ausbaugebietes definieren</li> <li>▪ Anschlussinteresse und Wärmeverbrauch abfragen (Postwurfsendung)</li> </ul> <p><b>Planungen detaillieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Straßenzüge und Leitungsverlauf definieren</li> <li>▪ Synergiemaßnahmen mit Stadt und anderen Spartenägern abstimmen (Kanal, Wasserleitungen, Telekommunikation, etc.)</li> <li>▪ Zeitplan für Erschließung ausarbeiten</li> </ul> <p><b>Information</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bürgerinformationsveranstaltung zum Fernwärmeausbau im Ortsteil <ul style="list-style-type: none"> <li>– Was ist Fernwärme? Was sind die Vor- und Nachteile</li> <li>– Wann wäre ein Fernwärmeanschluss möglich</li> <li>– Wie erhalte ich ein Angebot? Wie muss ich dieses bewerten?</li> </ul> </li> <li>▪ Beratungs- und Förderangebote bewerben (Verknüpfung mit Maßnahmen in Abschnitt 7.2.17 und 7.2.18)</li> </ul>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	-/-
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	<p>Wärmenetzbetreiber: Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)</p> <p>Anschlussnehmer: Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG)</p>



<b>Klimaschutzrelevanz</b>	Ausgehend von einer Anschlussquote von 50 %, klimaneutraler Fernwärme (0 kg CO <sub>2</sub> -Äqu./kWh) und einem THG-Faktor von Bestandsheizungen von 246 kg CO <sub>2</sub> -Äqu./kWh (Erdgas) lassen sich TGH-Einsparungen von 210–275 t CO <sub>2</sub> -Äqu./a berechnen.
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anschlussquote im Ortsteil Wullenstetten</li> <li>▪ Wärmeabsatz im Ortsteil Wullenstetten</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Treibhausgasarme Wärmeversorgung für den Ortsteil Wullenstetten</li> <li>▪ Synergieeffekte mit anderen Sparten in der Bauphase</li> </ul> <p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mangelndes Interesse, geringe Anschlussquote</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	-/-

## 7.2.15 Maßnahme 15: Wärmenetzansatz Witzighausen

<b>Beschreibung</b>	<p>Im Nordwesten von Witzighausen liegt das Zentrallager von Möbel Inhofer. Die Beheizung des Zentrallagers erfolgt mit vor Ort anfallendem Schredderholz. Der Wärmebedarf ist anhand seiner Größe auf rund 800 bis 1.200 MWh/a zu schätzen. Die anfallenden Holzabfälle werden derzeit im Winter vor Ort vollständig für die Wärmeerzeugung genutzt. In den Sommermonaten werden überschüssige Mengen kostenpflichtig abgeführt.</p> <p>Östlich des Zentrallagers besitzt die Stadt Senden zwei Liegenschaften. Der Kindergarten und die Halle Witzighausen im Lilienweg werden über eine gemeinsame Heizungsanlage versorgt, das Feuerwehrhaus in der Dahlienstraße 13 liegt ebenfalls in näherer Umgebung.</p> <p>Der Zusammenschluss dieser Gebäude zu einem Wärmeverbund bietet sich als Keimzelle für ein größeres Wärmenetz im Ortsteil an, indem das Versorgungsgebiet in südlicher Richtung erweitert wird (bspw. entlang der Dahlienstraße).</p> <p>Das Inhofer-Zentrallager könnte bei Umsetzung eines Wärmeverbund unterschiedliche Rollen einnehmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wärmeabnehmer</li> <li>▪ Wärmelieferant</li> <li>▪ Rohstofflieferant</li> </ul> <p>Mittelfristig kommt zur Wärmeversorgung auch die Wärmeverbindungsleitung Senden–Weißenhorn in Betracht.</p> <p>Die Wärmemenge von Zentrallager, städtischen Liegenschaften und angrenzenden Wohngebäuden liegt bei 1.750 bis 2.490 MWh/a, wodurch sich für den Umgriff eine Wärmebelegungsdichte zwischen 1.730 und 2.450 kWh/m/a ergibt.</p>
<b>Wirkung/Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufbau einer Wärmenetzinfrastruktur in einem Ortsteil</li> <li>▪ Bereitstellung treibhausgasarmer Wärme für einen Ortsteil</li> </ul>
<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung (Geschäftsbereich 1)</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung (Geschäftsbereich 1)</li> <li>▪ Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH</li> <li>▪ Gegebenenfalls andere Wärmenetzbetreiber, z.B. ortsnahe privatwirtschaftliche Unternehmen oder regionale Bürgerenergiegenossenschaften</li> </ul>
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abstimmungstermin mit Möbel Inhofer <ul style="list-style-type: none"> <li>– Projektvorstellung</li> <li>– Abfrage aktueller Versorgungssituation und Verbrauchsmengen</li> <li>– Abstimmung möglicher Rollen der Akteure im Projekt</li> <li>– Abstimmung nötiger Zeithorizonte</li> </ul> </li> <li>▪ Definition der möglichen Rolle der Stadt Senden im Projekt</li> <li>▪ Entschluss zur Beteiligungsart (Umsetzung bilateral oder offenes Netz für Bürger)</li> <li>▪ Davon abhängig: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Detaillierung des Projekts mit Möbel Inhofer oder</li> <li>– Vorstellung der Projektidee bei möglichen Netzbetreibern</li> </ul> </li> </ul>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	<p>Abhängig von Beteiligungsart und Art und Anzahl der Partner</p> <p>Mögliche Investitionskosten für Wärmeleitungen und Wärmeübergabestationen</p>
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wärmenetzbetreiber: Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)</li> <li>▪ Anschlussnehmer: Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG)</li> </ul>
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	<p>Ausgehend von einer Anschlussquote von 50 %, klimaneutraler Fernwärme (0 kg CO<sub>2</sub>-Äqu./kWh) und einem THG-Faktor von Bestandsheizungen von 246 kg CO<sub>2</sub>-Äqu./kWh (Erdgas) lassen sich TGH-Einsparungen von 430–610 t CO<sub>2</sub>-Äqu./a berechnen.</p>

<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projektumsetzung</li> <li>▪ Anschlussquote im Wärmenetz</li> <li>▪ Wärmeabsatz im Wärmenetz</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Synergieeffekte mit anderen Sparten in der Bauphase</li> <li>▪ Möglichkeit zum Wärmebezug aus dem überörtlichen Wärmeverbund nach Umsetzung der Verbindungsleitung Senden–Weißenhorn</li> </ul> <p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mangelndes Interesse, geringe Anschlussquote</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	-/-

### 7.2.16 Maßnahme 16: Wärmenetzansatz Aufheim

<b>Beschreibung</b>	<p>Im Ortskern von Aufheim ist die Grundschule mit angeschlossener Turnhalle. 250 Meter östlich davon liegt das Feuerwehrhaus Aufheim, knapp 100 Meter weiter nördlich der Kindergarten St.-Johannes-Baptist. In direkter Nähe, an der Kreuzung Holderstraße/Unterdorf, sind mehrere größere Wohngebäude zu finden. Ein Zusammenschluss von Grundschule, Feuerwehrhaus und Kindergarten mit ihren Heizungsaggregaten sowie anliegender Privatgebäude bietet sich als Keimzelle für eine zentrale Wärmeversorgung in Aufheim an. Die Versorgung kann sukzessive ausgeweitet werden.</p> <p>Der Wärmebedarf von Schule und Feuerwehrhaus liegt bei in Summe 265 MWh/a. Der des Kindergartens wird auf mindestens 50 MWh/a geschätzt. Der Wärmebedarf der privaten Wohngebäude entlang der Straßen liegt bei 800 bis 1.200 MWh/a.</p> <p>Die Wärmebelegungsdichte für diesen Zusammenschluss liegt zwischen 900 und 1.350 kWh/m/a.</p>
<b>Wirkung/Funktion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufbau einer Wärmenetzinfrastruktur in einem Ortsteil</li> <li>▪ Bereitstellung treibhausgasarmer Wärme für einen Ortsteil</li> </ul>
<b>Initiator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung (Geschäftsbereich 1)</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung (Geschäftsbereich 1)</li> <li>▪ Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH</li> <li>▪ Gegebenenfalls andere Wärmenetzbetreiber, z.B. ortsnahe privatwirtschaftliche Unternehmen oder regionale Bürgerenergiegenossenschaften</li> </ul>
<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abstimmungstermine mit dem Inhaber des Kindergartengebäudes <ul style="list-style-type: none"> <li>– Projektvorstellung und Interessensabfrage</li> <li>– Abfrage aktuelle Versorgungssituation und Verbrauchsmengen</li> <li>– Abstimmung nötiger Zeithorizonte</li> </ul> </li> <li>▪ Definition der möglichen Rolle der Stadt Senden im Projekt</li> <li>▪ Entschluss zu Versorgungsumgriff und Beteiligungsart (Umsetzung bilateral oder offenes Netz für Bürger)</li> <li>▪ Davon abhängig: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Detaillierung des Projekts über Machbarkeitsstudie oder Umsetzungsbegeleitung ENP oder</li> <li>– Vorstellung der Projektidee bei möglichen Netzbetreibern</li> </ul> </li> </ul>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	Abhängig von Beteiligungsart und Art und Anzahl der Partner
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wärmenetzbetreiber: Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)</li> <li>▪ Anschlussnehmer: Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG)</li> </ul>

<b>Klimaschutzrelevanz</b>	Ausgehend von einer Anschlussquote von 50 %, klimaneutraler Fernwärme (0 kg CO <sub>2</sub> -Äqu./kWh) und einem THG-Faktor von Bestandsheizungen von 246 kg CO <sub>2</sub> -Äqu./kWh (Erdgas) lassen sich TGH-Einsparungen von 200–300 t CO <sub>2</sub> -Äqu./a berechnen.
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projektumsetzung</li> <li>▪ Anschlussquote im Wärmenetz</li> <li>▪ Wärmeabsatz im Wärmenetz</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Treibhausgasarme Wärmeversorgung für den Ortsteil Aufheim</li> <li>▪ Während Bauphase, Synergieeffekte mit anderen Sparten</li> </ul> <p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mangelndes Interesse, geringe Anschlussquote</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	-/-

### 7.2.17 Maßnahme 17: Aufsuchende Energieberatung „Check-Dein-Haus“

<p><b>Beschreibung</b></p>	<p>Die Kampagne „Check-Dein-Haus“ ist eine aufsuchende Energieberatungskampagne, bei der den Hauseigentümerinnen und Hauseigentümern kostenlose Initial-Beratungen vor Ort angeboten werden. Ziele sind die Steigerung der Sanierungsrate und die Umstellung auf regenerative Wärmeversorgungs-lösungen.</p> <p>Die Kommune schreibt hierzu die Eigner von Gebäuden an. Vorrangig sollten Ortsteile in den Blick genommen werden, die durch hohe Baualter geprägt sind und in denen in den nächsten Jahren vermehrt energetische Sanierung anstehen. Außerdem kann anfangs der Fokus auf die Stadtgebiete und Ortsteile gelegt werden, die außerhalb von möglichen Wärmenetzarealen liegen. Die Beratung kann den Weg hin zu einer ambitionierten und in sich schlüssigen energetischen Gebäudeoptimierung zeigen.</p> <p>Der Vorteil der aufsuchenden Beratung liegt darin, dass die ausgebildeten Energieberater aktiv auf die Bürger zugehen und dem Bürger keine Kosten für die Beratung entstehen.</p> <p>Ein zusätzlicher positiver Effekt kann sich ergeben, wenn die Beratung konzentriert in einem definierten Wohnquartier oder Ortsteil durchgeführt wird. So werden Energieeinsparmaßnahmen zum Ortsteilgespräch, es kommt zu Nachahmungseffekten und gegenseitiger Motivation.</p> <p>Nach Durchführung der ersten Kampagne werden nach Ablauf eines Jahres die erzielten Ergebnisse analysiert (Review). Aufbauend darauf können dann, bei positiven Ergebnissen, gegebenenfalls weitere Ortsteile oder Quartiere gezielt für eine „Check-Dein-Haus-Kampagne“ ausgewählt werden.</p> <p>Die Kosten für die Umsetzung der Maßnahme sind abhängig von den durchgeführten Beratungen und der Kostenverteilung. Je Beratung liegen die Kosten üblicherweise bei 100-150 € zuzüglich Kosten für das Anschreiben, Öffentlichkeitsarbeit (Plakate, Flyer, Info-Broschüren) und Beraterschulung.</p>
<p><b>Wirkung/Funktion</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Motivation von Hausbesitzern zur energetischen Sanierung und Energieeinsparung</li> <li>▪ Reduktion des Energieeinsatzes in Gebäuden</li> <li>▪ Umstellung auf erneuerbare Energien</li> </ul>
<p><b>Initiator</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadt Senden</li> </ul>
<p><b>Akteure</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadt</li> <li>▪ Regionale Energieagentur Ulm (REA)</li> <li>▪ gegebenenfalls Landkreis (Klimaschutzmanagement)</li> <li>▪ Energieberater</li> <li>▪ beispielsweise auch Verbraucherzentrale, VerbraucherService Bayern</li> </ul>
<p><b>Handlungsschritte und Zeitplan</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Auswahl geeigneter Quartiere oder Ortsteile</li> <li>▪ Auswahl geeigneter lokaler Energieberater in Abstimmung mit der REA</li> <li>▪ Anschreiben der Bürgermeisterin an die Hauseigentümer</li> <li>▪ Weiterführende Öffentlichkeitsarbeit (beispielsweise Auftaktveranstaltung)</li> <li>▪ Terminvereinbarung und Beratung durch die Energieberater</li> <li>▪ Review ein Jahr nach Durchführung der Maßnahme: Abfrage, wie häufig und in welchem Umfang energetische Maßnahmen umgesetzt wurden</li> </ul>
<p><b>Kosten für Gemeinde</b></p>	<p>■□□□□</p> <p>100-150 € je Beratung, zuzüglich der Kosten für Anschreiben, Öffentlichkeitsarbeit (Plakate, Flyer, Info-Broschüren) und Beraterschulung</p>
<p><b>Finanzierungsunterstützung</b></p>	<p>Förderung der Energieberatung für Wohngebäude (Vor-Ort-Beratung, individueller Sanierungsfahrplan) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie</p>
<p><b>Klimaschutzrelevanz</b></p>	<p>■ ■ ■ □ □</p>

<b>Erfolgsindikatoren</b>	Angestoßenes Investitionsvolumen; Anzahl umgesetzte Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anreiz schaffen für Nachahmer: „Was mein Nachbar kann, kann ich auch!“</li> <li>▪ Mitnahmeeffekt durch kostenlose Beratung lässt hohe Teilnahmequote erwarten</li> <li>▪ Investition in Energieberatung lässt Folgeinvestitionen erwarten (Erfahrungen aus anderen bayerischen Landkreisen: rund 20.000 € je Beratung)</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	<p>Energieberatung sollte nach Möglichkeit in den Wintermonaten durchgeführt werden, da in der „kalten Jahreszeit“ die Sensibilität für Energieeffizienz und -einsparmaßnahmen am höchsten ist.</p> <p>Aufsuchende Energieberatungen wurden bereits erfolgreich von der REA durchgeführt in Stadtteilen von Ulm, in Illertissen, Beimerstetten, Dornstadt-Tormerdingen und Langenau. Auch die Stadt Augsburg führt seit zehn Jahren regelmäßig sogenannte Energiekarawanen durch.</p>

## 7.2.18 Maßnahme 18: Bildung, Information und Motivation

<p><b>Beschreibung</b></p>	<p>Den Klimaschutz kann die Stadtverwaltung nicht alleine voranbringen. Wesentlichen Einfluss nehmen die Bürgerinnen und Bürger. Maßnahmen der Bildung, Information und Motivation sensibilisieren, informieren und motivieren Bürgerinnen und Bürger und befähigen sie zum Handeln. Klimaschutzbildung kann für alle Altersgruppen gestaltet werden. Eine Vielzahl von Aktivitäten kommt in Betracht.</p> <p>Kanäle sind u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtbote</li> <li>▪ Webseite der Stadt</li> <li>▪ Informationsmaterial</li> <li>▪ Bürgerinformationsabende, Vorträge</li> <li>▪ Klimaschutzprojekte an Schulen und Kindergärten</li> <li>▪ Messen und Ausstellungen</li> <li>▪ Besichtigungsmöglichkeit von Musteranlagen oder Vorreiterstandorten, beispielsweise Tag der offenen Heizungstür</li> <li>▪ Social Media</li> <li>▪ Pressemitteilungen, Interviews, Radio, TV</li> <li>▪ Wettbewerbe, Challenges</li> <li>▪ Lern- und Experimentiermaterial, z. B. Energiekiste für Jugendliche</li> </ul> <p>Zielgruppen können sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorschulkinder</li> <li>▪ Schülerinnen und Schüler</li> <li>▪ Bürgerinnen und Bürger allgemein</li> <li>▪ Hausbesitzende</li> <li>▪ Gewerbetreibende</li> <li>▪ Hausmeister und Hausmeisterinnen</li> </ul> <p>Themen sind z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Energiespartipps</li> <li>▪ Energieeinsparung und Solarnutzung für Wohngebäude (vgl. Energiekarawane)</li> <li>▪ Best-Practice-Beispiele im Bereich Wärmeversorgung</li> <li>▪ Klimaschutz in Verwaltungsgebäuden, Qualifizierung zum Energiemanager</li> <li>▪ Klimafreundlicher Konsum (Nahrung, Gebrauchswaren, Reisen, ...)</li> <li>▪ klimafreundliche Mobilität</li> </ul> <p>Eine Zusammenarbeit mit der Regionalen Energieagentur, Energieberatern, ortsansässigen Handwerksbetrieben, öffentlichen Beratungsstellen, lokalen Energieversorgern, Bildungsträgern, Interessenverbänden oder Nachbargemeinden erhöht die Reichweite und Effizienz der Aktivitäten.</p>
<p><b>Wirkung/Funktion</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Klimaschützendes Handeln verschiedener Zielgruppen wird insbesondere in den Bereichen Gebäude &amp; Wohnen, Konsum und Mobilität gefördert</li> <li>▪ Die Gemeinde positioniert sich als aktiv und engagiert im Klimaschutz</li> </ul>
<p><b>Initiator</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung</li> </ul>
<p><b>Akteure</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stadtverwaltung</li> <li>▪ Landkreis (Klimaschutzmanagement)</li> <li>▪ Regionale Energieagentur Ulm</li> <li>▪ Externe Berater, Handwerksbetriebe, Energieversorger</li> <li>▪ Bildungsträger wie VHS, Kirchen, Jugendring etc. und zivilgesellschaftliche Interessenverbände wie BUND, FFF, Verbraucherzentrale etc.</li> </ul>

<b>Handlungsschritte und Zeitplan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zuständigkeiten benennen</li> <li>▪ Festlegen einer Bildungs- und Informationsstrategie mit konkreten Aktivitäten</li> <li>▪ Eigene Durchführung oder Anstoß bei Partnern</li> <li>▪ Monitoring und Controlling</li> </ul> <p>Beginn umgehend; Umsetzung fortlaufend</p>
<b>Kosten für Gemeinde</b>	■□□□
<b>Finanzierungsunterstützung</b>	<p>Förderung gegebenenfalls:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ als maßnahmenbegleitende Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der Kommunalrichtlinie des BMWK</li> <li>▪ über Energiecoaching_Plus</li> </ul>
<b>Klimaschutzrelevanz</b>	■■■□
<b>Erfolgsindikatoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anzahl durchgeführte Aktionen</li> <li>▪ Anzahl Teilnehmende</li> </ul>
<b>Chancen &amp; Risiken</b>	<p>Chancen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informations- und Bildungsangebote können über eine Vernetzung mit Nachbarkommunen effizienter angeboten werden.</li> <li>▪ Allianzen können den Aktivitäten einen Rahmen und in der Außenwirkung einen Wiedererkennungswert geben.</li> <li>▪ Möglichkeiten der Bürgerinnen und Bürger, sich selbst einzubringen, erhöhen die Motivation</li> <li>▪ Themen und Inhalte werden zum Ortsgespräch (Multiplikatoreffekt)</li> <li>▪ Imagegewinn für beteiligte Akteure (Kommune, Energieberater, Handwerksbetriebe)</li> </ul> <p>Risiken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Konkurrenz um das knappe Gut Aufmerksamkeit kann Aktivitäten ineffizient machen</li> <li>▪ Wahl der richtigen Partner und Referenten ist elementar für eine erfolgreiche Umsetzung</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	<p>Unterstützung zu geeigneten Fachthemen und passendem Informationsmaterial bietet u. a. das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) mit dem Ökoenergie Institut Bayern im LfU</p>



## Quellen

- BMVI 2019: Mobilität in Deutschland – MiD; Ergebnisbericht für das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur; Bonn; 2019
- dena 2022a: Deutsche Energie-Agentur; Zahlen & Fakten; zuletzt abgerufen am 19.08.2022 unter <https://www.dena.de/themen-projekte/energieeffizienz/gebäude/>
- dena 2022b: Vergleich der „Big 5“ Klimaneutralitätsszenarien; abgerufen unter: [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2022/Vergleich\\_der\\_Big\\_5\\_Klimaneutralitaetsszenarien.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2022/Vergleich_der_Big_5_Klimaneutralitaetsszenarien.pdf); Stand: 05.05.2023
- dena 2019: dena-GEBÄUDEREPORT KOMPAKT 2019 – Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand; Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena); Berlin; 2019
- destatis 2018: Umweltökonomische Gesamtrechnung – Transportleistungen und Energieverbrauch im Straßenverkehr 2005-2016; Statistisches Bundesamt, Wiesbaden; 2018
- DST 2021: Deutscher Städtetag und Deutsches Institut für Urbanistik: Orientierungshilfe für die Prüfung klimarelevanter Beschlussvorlagen (PKB) in kommunalen Vertretungskörperschaften; März 2021
- EEG 2021: Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2021).
- Fleischhammer 2020: Bescheinigung über die energetische Bewertung nach FW 309 Teile 1 und 7 – Versorgungsgebiet Neu-Ulm und Senden der SWU Energie GmbH; Nußloch; ausgestellt am 27.11.2020
- FNR 2016: Leitfaden Biogas – Von der Gewinnung zur Nutzung; Hrsg.: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR); Gülzow-Prüzen; 2016
- ISE 2022: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland; Harry Wirth; Fraunhofer ISE; Download von [www.pv-fakten.de](http://www.pv-fakten.de); Fassung vom 18.12.2022
- KBA 2021a: Fahrzeugzulassungen (FZ) – Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Gemeinden; Kraftfahrt-Bundesamt; Flensburg; 2021
- KBA 2021b: Verkehr in Kilometern (VK) – Zeitreihe Jahre 2014 - 2020; Kraftfahrt-Bundesamt; Flensburg; 2021
- LfStat 2019: Energiebilanz Bayern 2019; Bayerisches Landesamt für Statistik; Fürth; Januar 2022.
- LfStat 2020: Statistik kommunal 2020 – Stadt Senden; Bayerisches Landesamt für Statistik; Fürth; 2021
- LfU 2021: Energie-Atlas Bayern – Mischpult „Energimix Bayern vor Ort“, Mischpult „Wärme“ – Informationen zur Berechnung; Bayerisches Landesamt für Umwelt; 2021
- LfU 2020: Hausmüll in Bayern – Bilanzen 2020, Struktur- und abfallwirtschaftliche Daten der Körperschaften; Bayerisches Landesamt für Umwelt; Augsburg; 2021
- LWF 2020: Energieholzmarkt Bayern 2018 – Untersuchung des Energieholzmarktes in Bayern hinsichtlich Aufkommen und Verbrauch; Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Freising; 2020
- MStR 2023: Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur; zuletzt abgerufen im April 2023 unter <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/>
- SRU 2020: Sachverständigenrat für Umweltfragen. Umweltgutachten 2020: Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa. Berlin 2020.
- Städteregion Aachen 2012: Gewerbeflächen im Klimawandel – Leitfaden zum Umgang mit Klimatrends und Extremwettern; Hrsg.: Städteregion Aachen; 2012; unter: <https://www1.isb.rwth-aachen.de/klimaix/downloads/KlimaixLeitfadenDownload.pdf>
- StMWi 2020: Monitoring-Bericht zum Umbau der Energieversorgung Bayerns; Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie; München; Januar 2022
- UBA 2019: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2018; UBA-Text: 37/2019; Umweltbundesamt; Dessau-Roßlau; 2019
- UBA 36/2019: Umweltbundesamt, Schriftenreihe Climate Change. Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität - RESCUE-Studie.

WindBG 2023: Gesetz zur Festlegung von Flächenbedarfen für Windenergieanlagen an Land (Windenergieflächenbedarfsgesetz – WindBG); zuletzt geändert am 04.01.2023

ZNES 2015: Zentrum für nachhaltige Energiesysteme – Abteilung Klimaschutz. Klimaschutzkonzept 2050 Kommunale Gebäude. November 2015.