

## 3.1 Übersicht Wärme aus erneuerbaren Energien

Eine kommunale Wärmeplanung sollte in jedem Fall gemeindeübergreifend als interkommunale Zusammenarbeit durchgeführt werden. Das ist vor allem für die Landgemeinden empfehlenswert. Der Landkreis kann hierbei gemeindeübergreifend koordinierend als Initiator und Organisator wirken, insbesondere wenn der Landkreis die Stelle eines Klimaschutzmanagers unterhält. In diesem Fall wäre es möglich, auf Kreisebene

das Photovoltaik- und Solarthermiepotezial durch ein Solarpotenzialkataster erfassen zu lassen sowie die Verfügbarkeit von Biomasse wie Waldrestholz und Grünschnitt, Abwärme-, Geothermie-, regional erzeugte und erneuerbare Gase (Biogasanlagen) zur Einspeisung in das öffentliche Gasnetz oder zur Abwärmenutzung.

Unter anderem bietet die AGFW (Arbeitsgemeinschaft Fernwärme) Leitfäden zu Erzeugungstechnologie, Abwärmeeinbindung und Verlegekosten an, welche einen Überblick über technisch-wirtschaftliche Grundlagen von Fernwärmesystemen bilden, u. a.:

- Abwärmeleitfaden (AGFW, 2020a)
- Praxisleitfaden Großwärmepumpen (AGFW, 2020b)
- Praxisleitfaden Solarthermie (AGFW, 2121a)
- Praxisleitfaden Fernwärmeleitungsbau – Verlegesysteme und Kosten (AGFW, 2021b)

Eine räumlich aufgelöste Darstellung der lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energien ist ein wesentlicher Schritt zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung in einem Gemeindegebiet. Die folgende Tabelle zeigt Kriterien auf, die zur Abschätzung von Potenzialen erneuerbarer und klimaneutraler Wärmeerzeugungstechniken herangezogen werden können.

### 3 Wärmeenergien

#### 3.1 Übersicht Wärme aus erneuerbaren Energien

**Tabelle 1:** Kriterien zur Abschätzung von EE-Potentialen

(Quelle: AGFW & DVGW: Praxisleitfaden Kommunale Wärmeplanung)

Maßnahme	Potenzialanalyse erfolgt über:	Weiterhin zu berücksichtigen
Solarthermie	Flächenverfügbarkeit	Witterungsabhängiger Ertrag
Tiefengeothermie	Geothermische Vorkommen	Standorteinschränkungen insbesondere in Wasserschutzgebieten Risikoanalyse
Power-to-Heat	Angebot an CO <sub>2</sub> -neutral erzeugtem Strom	Volatilität des Strompreises
Power-to-Gas (Wasserstoff)	Angebot an CO <sub>2</sub> -neutral erzeugtem Strom	Volatilität des Strompreises
Wärmepumpe	Wärmequelle (Umweltwärme, Niedertemperatur-Abwärme, oberflächennahe Geothermie, Oberflächengewässer) und perspektivisches Angebot an CO <sub>2</sub> -neutral erzeugtem Strom zum Antrieb der Wärmepumpe	Abhängigkeit von der Wärmequelle: <ul style="list-style-type: none"><li>• Langzeitverfügbarkeit</li><li>• Volatilität bei Abwärme</li><li>• Standorteinschränkungen</li><li>• Witterung bei Umweltwärme</li></ul>
Feste Biomasse und biogene Brennstoffe	„Brennstoffvorkommen“ und sonstige Rohstoffströme für Biomasse und biogene Brennstoffe	Konkurrenz zu anderen Verwertungsmöglichkeiten, insbesondere bei Holz
Gasförmige Biomasse (Biogas/ Biomethan)	Marktverfügbarkeit, bilanzielle Nutzung	Konkurrenz zu anderen Verwertungsmöglichkeiten, z. B. reine Stromerzeugung

**Table 1:** Kriterien zur Abschätzung von EE-Potentialen*(Quelle: AGFW & DVGW: Praxisleitfaden Kommunale Wärmeplanung)*

Maßnahme	Potenzialanalyse erfolgt über:	Weiterhin zu berücksichtigen
Abwärme (direkte Einbindung)	Vorhandene Betriebe, Unternehmen und Prozesse mit hohen Abwärmemengen	Langzeitverfügbarkeit der Wärmequelle
Synthetische Brennstoffe (z.B. HVO, FT-Diesel, Bioethanol)	Angebot an CO <sub>2</sub> -neutral erzeugtem Strom	Vergleichsweise hohe Effizienzverluste und Kosten

Wie werden erneuerbare Energien bei der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt?

Zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Buches hat das Fraunhofer ISI veröffentlichte Wärmepläne aus Baden-Württemberg analysiert und eine Auswertung der darin aufgeführten Maßnahmen vorgenommen.

Die Analyse umfasst 30 Wärmepläne, was etwa einem Drittel der kommunalen Wärmepläne in Baden-Württemberg entspricht.

Die aufgeführten Maßnahmen lassen sich in die folgenden sechs Kategorien einteilen:

1. Machbarkeitsstudien
2. Effizienzsteigerung und Sanierung von Gebäuden
3. Ausbau und/oder Transformation von Wärmeversorgungsnetzen und/oder Nutzung ungenutzter Abwärme
4. Ausbau und/oder Transformation erneuerbarer Wärmeerzeugung
5. Ausbau und/oder Transformation erneuerbarer Energien
6. Strategische Planung und Konzeption

### 3.1 Übersicht Wärme aus erneuerbaren Energien

In Summe wurden 181 Maßnahmen in den 30 untersuchten Wärmeplänen beschrieben.

Neben der Effizienzsteigerung und Sanierung von Gebäuden betrafen die Maßnahmen:

1. Ausbau und/oder Transformation von Wärmeversorgungsnetzen und/oder Nutzung ungenutzter Abwärme (44)
2. Ausbau und/oder Transformation erneuerbarer Wärmeerzeugung (24)
3. Ausbau und/oder Transformation erneuerbarer Energien (26)

In der Kategorie „Ausbau und/oder Transformation erneuerbarer Energien“ ist die am häufigsten genannte Maßnahme die Installation von Photovoltaikanlagen (PV) auf Dächern und Freiflächen. Dies unterstreicht zwar die Anerkennung der Photovoltaik als Schlüsseltechnologie für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, es ist aber nicht erkennbar, wie diese Maßnahmen in die kommunale Wärmeplanung im Einzelnen Einzug finden und umgesetzt werden können, da

1. ein Ausbau der PV auf den Dächern, selbst wenn sie vorgeschrieben werden könnte, ihre Grenzen am Netzausbau findet,
2. der Ausbau von PV-Anlagen auf dem freien Feld – auch wenn er z. B. im Fall der sogenannten Agri-Photovoltaik sinnvoll erscheint – umstritten ist und durch Bürgerinitiativen und -befragungen zu Fall gebracht werden kann.

PV-Anlagen können aber in der kommunalen Wärmeplanung auf den Dächern und Flächen der Betriebsräume und -flächen einer Betriebsgesellschaft, welche für die Wärmeversorgung zuständig ist, eine gewisse Rolle zur Unterstützung von elektrischen Wärmeerzeugern wie Wärmepumpe oder Power-to-Heat spielen.

Nach dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) § 3 gilt als "Wärme aus erneuerbaren Energien" Wärme jeweils im Sinne des Gebäudeenergiegesetzes (GEG):

- a) aus Geothermie im Sinne des GEG § 3 Abs. 1 Nr. 13: „Geothermie“ die dem Erdboden entnommene Wärme,
- b) aus Umweltwärme im Sinne des GEG § 3 Abs. 1 Nr. 30: „Umweltwärme“ die der Luft, dem Wasser oder der aus technischen Prozessen und baulichen Anlagen stammenden Abwasserströmen entnommene und technisch nutzbar gemachte Wärme oder Kälte mit Ausnahme der aus technischen Prozessen und baulichen Anlagen stammenden Abluftströmen entnommenen Wärme,
- c) aus Abwasser im Sinne des § 54 Abs. 1 Satz 1 des Wasserhaushaltsgesetzes vom 3. Juli 2023:  
Abwasser ist
1. das durch häuslichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften veränderte Wasser und das bei Trockenwetter damit zusammen abfließende Wasser (Schmutzwasser) sowie
  2. das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen gesammelt abfließende Wasser (Niederschlagswasser),
- d) aus Solarthermie,
- e) aus Biomasse im Sinne des GEG § 3 Abs. 3: biologisch abbaubare Anteile von Abfällen aus Haushalten und Industrie; Altholz der Kategorie III, aus unbehandelten Resthölzern, aus Resthölzern aus der Holzbe- und -verarbeitung, aus Sägerestholz oder aus Industrielholz der Altholzkategorien I, II und III, sofern die Biomasse den Anforderungen des GEG § 71f Abs. 2 bis 4 entspricht:
- Die eingesetzte flüssige Biomasse hat die Anforderungen an einen nachhaltigen Anbau und eine nachhaltige Herstellung der Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung vom 2. Dezember 2021 (BGBl. I S. 5126) zu erfüllen.
  - Bei der Nutzung von grünem oder blauem Wasserstoff einschließlich daraus hergestellter Derivate, die über ein netzgebundenes System geliefert werden, muss die Menge des entnommenen grünen oder blauen Wasserstoffs oder daraus hergestellter Derivate im Wärmeäquivalent am Ende eines Kalenderjahres der Menge von grünem oder blauem Wasserstoff oder daraus hergestellter Derivate entsprechen, die an anderer Stelle in das Netz eingespeist worden ist.

#### 3.1 Übersicht Wärme aus erneuerbaren Energien

- Der zur Erzeugung der gasförmigen Biomasse eingesetzte Anteil von Getreidekorn oder Mais in jedem Kalenderjahr darf insgesamt höchstens 40 Masseprozent betragen.

und § 71g Nr. 3 erfüllt.

Anforderungen an eine Heizungsanlage zur Nutzung von fester Biomasse:

1. Nutzung in einem automatisch beschickten Biomasseofen mit Wasser als Wärmeträger oder einem Biomassekessel
2. ausschließlich Biomasse nach § 3 Abs. 1 Nr. 4, 5, 5a, 8 oder Nr. 13 der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (naturbelassenes Holz, Presslinge aus naturbelassenem Holz, sonstige nachwachsende Rohstoffe)
3. Biomasse entsprechend den Vorgaben der Verordnung (EU) 2023/1115 über die Bereitstellung bestimmter Rohstoffe und Erzeugnisse, die mit Entwaldung und Waldschädigung in Verbindung stehen
  - a) aus grünem Methan im Sinne von Biomethan, das die Anforderungen an gasförmige Biomasse-Brennstoffe gemäß Buchstabe e erfüllt, Methan, das aus grünem Wasserstoff und biogenem oder atmosphärischem Kohlendioxid hergestellt ist, oder Kombinationen hiervon auch mit Beimischung von grünem Wasserstoff,
  - b) aus einer Wärmepumpe, die Wärme in ein Wärmenetz einspeist, sofern die Wärmepumpe zum Zeitpunkt ihrer Installation die in Anhang VII der Richtlinie (EU) 2018/2001 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen festgelegten Mindesteffizienzkriterien erfüllt,
  - c) aus Strom, der aus einem Netz der allgemeinen Versorgung im Sinne des § 3 Nr. 17 des Energiewirtschaftsgesetzes oder einem geschlossenen Verteilernetz im Sinne des § 110 des Energiewirtschaftsgesetzes bezogen wird, hinsichtlich des durchschnittlichen erneuerbaren Anteils am bundesweiten Bruttostromverbrauch des vorangegangenen Kalenderjahres,
  - d) aus Strom, der in einer Anlage im Sinne des § 3 Nr. 1 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes erzeugt wurde, die über

eine Direktleitung mit der Anlage zur Erzeugung von Wärme verbunden ist oder ausschließlich innerhalb einer Kundenanlage im Sinne des § 3 Nr. 24a oder Nr. 24b des Energiewirtschaftsgesetzes erzeugt und verbraucht wurde,

- e) aus grünem Wasserstoff im Sinne des § 3 Abs. 1 Nr. 13b des Gebäudeenergiegesetzes in der aktuellen Fassung, einschließlich daraus hergestellter Derivate, sofern der Wasserstoff die Anforderungen des § 71f Abs. 3 des Gebäudeenergiegesetzes erfüllt.

### **Entwicklung der Fernwärmenetze und Einsatz von Fern- und Nahwärme**

Ein Großteil der Wärmeversorgung soll in Zukunft über mit erneuerbaren Energien versorgte Nah- und Fernwärmenetze erfolgen. Die folgende Übersicht zeigt die Entwicklung der Fernwärme und ihre Möglichkeiten.

#### **1. Generation**

Wärmenetze fanden die erste kommerzielle Verbreitung bereits zur Zeit der Jahrhundertwende, um die Abwärme der thermischen Kraftwerke zu nutzen, die für die zunehmende Elektrifizierung der Städte entstanden. Dabei wurden in den Heizkraftwerken die Turbinen als sogenannte Gegendruckturbinen betrieben, bei denen der abgearbeitete Dampf am Ende der Turbine mit hohen Temperaturen über 130 °C in ein Fernwärmenetz geleitet wurde oder es wurde Dampf aus der Turbine ausgekoppelt.

#### **2. Generation**

Ein besonderer Nachteil der Wärmenetze der 1. Generation war, dass der Wasserdampf sehr aggressiv war und deshalb das Rohrleitungsmaterial korrosionsbeständig sein musste, was damals nur mit Grauguss gelang. Da Grauguss aber sehr brüchig ist und nur bedingt dem Druck standhalten konnte, kam es zur 2. Generation der Fernwärmeanlagen mit druckbeaufschlagtem Wasser, welches mit über 100 °C durch Stahlrohre, die eine wesentlich höhere mechanische Qualität als Grauguss aufwiesen, floss. Dennoch war es wegen der hohen Temperaturen nur möglich, die Leitungen mit Mi-

### 3.1 Übersicht Wärme aus erneuerbaren Energien

neralwolle als Dämmmaterial zu dämmen und die Dämmung mit einem bituminierten Blechmantel zu umschließen, wodurch der Material- und Verlegeaufwand immer noch sehr hoch waren.

#### 3. Generation

Bei der 3. Generation handelt es sich um die heute vielfach eingesetzten Nah- und Fernwärmenetze mit Blockheizkraftwerken oder Holzhackschnitzeln bzw. Holzpellets u. a. als Wärmequelle und Temperaturen bis 95 °C. Erst mit diesen niedrigen Temperaturen war es möglich, wasserbeständige Kunststoffe als Dämm- und Ummantelungsmaterial zu verwenden, wodurch es auch möglich war, wesentlich flexibler zu agieren und sogenannte Nahwärmenetze und -inseln zu schaffen. Neben Stahlrohren, die verschweißt werden, gibt es flexibles, bereits gedämmtes Rohrmaterial von der Rolle.

#### 4. Generation

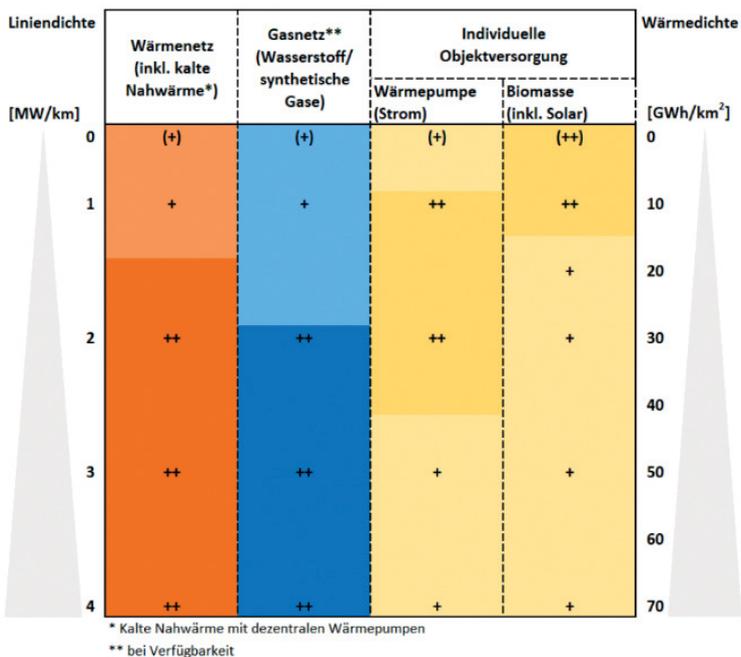
Aktuelle Entwicklungen von Fernwärmenetzen gehen in Richtung einer „4. Generation“ und einer damit verbundenen Vorlauftemperatur unter 70 °C, sogenannter Niedertemperatursysteme, welche die Verwendung von Niedertemperaturquellen wie Wärmepumpen ermöglichen. Hier können auch flexible Kunststoffrohre als Leitungsmaterial zum Einsatz kommen. Es muss allerdings darauf geachtet werden, entweder die Mindesttemperatur für die Warmwasserbereitung einzuhalten von mindestens 70 °C, wenn die Wärme für das Trinkwarmwasser beim Kunden in einem Trinkwarmwasserspeicher gespeichert wird, oder die Wärmeübertragung für das Warmwasser erfolgt direkt über einen Wärmeübertrager oder eine Frischwasserstation.

#### 5. Generation

Wärmenetze der 5. Generation sind sogenannte „Anergie-Netze“ oder „Kalte Nahwärme“-Netze, die mit Vorlauftemperaturen von 10–30 °C und dezentralen Wärmepumpen bei den Verbrauchern zur Temperaturerhöhung arbeiten.

## 3.1 Übersicht Wärme aus erneuerbaren Energien

Die wirtschaftliche Wärmeversorgung mit erneuerbaren Energien über Nah- und Fernwärmenetze ist im Wesentlichen abhängig von der Wärmebedarfsdichte oder Liniendichte. Die folgende Grafik zeigt in Abhängigkeit der Wärmebedarfsdichte ( $\text{GWh}/\text{km}^2\text{a}$ ) und Liniendichte ( $\text{MWh}/\text{km}$ ) eines Gemeindegebiets, inwieweit ein mögliches gesamtwirtschaftliches Entwicklungspotenzial für die Versorgungsarten Wärmenetz, Gasnetz und individuelle Objektversorgung besteht.



**Bild 1:** Orientierungswerte für Versorgungsoptionen auf der Basis von Wärme- und Liniendichte (Quelle: AGFW & DVGW: Praxisleitfaden Kommunale Wärmeplanung, Seite 35)

Die folgende Tabelle stellt die verschiedenen Eigenschaften von erneuerbaren Wärmeerzeugungstechniken gegenüber, um eine Übersicht und Einordnung über die technischen Möglichkeiten zu erhalten.

### 3 Wärmeenergien

#### 3.1 Übersicht Wärme aus erneuerbaren Energien

	Umweltwärme		EE-Strom		Solarthermie		Abwärme		Biomasse		Geothermie	
			Direkt	PTG			Hochtemperatur	Niedertemperatur	Fest	gasförmig	oberflächennah	Tiefe
<b>Technologie</b>	Wärmepumpen		PH, Wärmepumpen	Elektrolyse	Solarthermische Systeme		Wärmetauscher	Wärmepumpe	Feuerungsanlagen (auch KWK)	KWK (auch Feuerungsanlagen)	Wärmepumpen	Wärmetauscher / ORC / Kalina
<b>Typische Quellen</b>	Luft	Wasser/ Erdreich	Photovoltaik, Windenergie		Dachflächen	Freiflächen	Industrielle Prozesse	Industrielle Prozesse/ Abwasser, Gewerbe, Kanalisation	Land- und Forstwirtschaft, Industrielle Reststoffe		Sonden bis 400m	< 2000m
<b>Typischer Deckungsbeitrag</b>	90 ... 100 %		< 60 %	Bis zu 100 %	< 25 %	< 20 % 50% (saisonale Speicher)	40 % ... 60 % (bis zu 100% bei Überangebot)	< 40 %	40 % ... 60% (bis zu 100% bei Überangebot)		< 40 %	bis zu 100 %
<b>Zusätzlicher Flächenbedarf</b>	minimal	gering/moderat bis hoch	gering/moderat bis hoch		minimal	hoch	Minimal		gering		moderat	gering
	Geeignet											
	Eher ungeeignet											

**Bild 2:** Eigenschaft der Nutzung von erneuerbaren Energien nach Flächenbedarf und Deckungsbeitrag (Quelle: AGFW & DVGW: Praxisleitfaden Kommunale Wärmeplanung, Seite 39)