

Transformation of existing urban district heating and cooling systems  
from fossil to renewable energy sources

Eneuerbare Energien in Wärme- und Kältenetze

## **IST-Ausgangssituation Baden-Württemberg**



Dieses Projekt erhält eine Finanzierung aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon 2020 der Europäischen Union im Rahmen der Zuschussvereinbarung Nr. 952873.

## Document Information:

Authors: Patrick Geiger, Michael Kübler, Sabine Ott (Solites)  
Stefan Hay, Kibriye Sercan-Çalışmaz, Daniel Heiler (AGFW)  
Paula Möhring (Hamburg Institut)



Contact: Solites Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme  
Meitnerstr. 8, 70563 Stuttgart, Germany, +49 (0)711/673 2000-0

Last update: Februar 2021

Front page image: inetz GmbH Chemnitz

Work package WP2: Preparing the ground

Task: Task 2.1: Baseline surveys

Deliverable: D2.1: Regional and EU level surveys

Status: Öffentlich

Project website: [www.res-dhc.eu](http://www.res-dhc.eu)

### Disclaimer:

The sole responsibility for the contents of this publication lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the European Commission nor the authors are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

## INHALT

1.	Wärmenetze in Baden-Württemberg.....	2
2.	Stand der Technik und Marktstatus .....	3
3.	Interessensgruppen für RES DHC.....	8
4.	Finanzierung & Fördermittel .....	11
5.	Richtlinien & Vorschriften .....	13
6.	Hemmnisse und Möglichkeiten für RES DHC.....	16
7.	Best practice Beispiele .....	20
8.	English summary .....	24
9.	Literatur .....	29

## 1. WÄRMENETZE IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Das Land Baden-Württemberg verfolgt mit dem Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg Klimaschutzziele, die teilweise im Rahmen des Klimaschutzgesetzes BW verbindlich festgeschrieben sind. Darunter fallen beispielsweise Minderungen der Treibhausgasemissionen um 90 % bis 2050 bezogen auf das Jahr 1990. Der Endenergieverbrauch in Baden-Württemberg zur Wärmeerzeugung macht mit 138 TWh ca. 47 % des gesamten Endenergieverbrauchs von 292 TWh aus. Daran tragen die erneuerbaren Energien einen Anteil von 15,9 %. [UMBW 2020b]

Der Endenergieverbrauch an Fernwärme betrug 2018 etwa 11,3 TWh [UMBW 2020a]. Um die Klimaziele zu erreichen muss neben dem Strom- auch der Wärmesektor transformiert und die erneuerbaren Anteile gesteigert werden. Neben dem Neubau erneuerbarer Versorgungsstrukturen und den zusätzlichen Effizienzmaßnahmen wie die Sanierung von Bestandsgebäuden spielt dabei auch die **Transformation und Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze** eine entscheidende Rolle. In Baden-Württemberg gilt seit Oktober 2020 das novellierte Klimaschutzgesetz. Darin werden die 103 Stadtkreise und Großen Kreisstädte Baden-Württembergs zur kommunalen Wärmeplanung verpflichtet, wodurch bis Dezember 2023 für über 50 % der Einwohnerinnen und Einwohner Baden-Württembergs Wärmepläne entstehen [UMBW 2020c]. Baden-Württemberg hat ca. 11,1 Millionen Einwohner, die sich auf insgesamt 1.101 Gemeinden verteilen. Im Jahr 2016 wiesen davon 587 Gemeinden eine Nah- bzw. Fernwärmeversorgung auf. [SolnetBW 2015]

Die vorliegende Grundlagenerhebung stellt die Ergebnisse von umfassenden Analysen vorhandener Statistiken und Recherchen von Informationen zur Fernwärmeversorgung in Baden-Württemberg (Kap.1 und 2) dar. Aufbauend auf den Ergebnissen und Erfahrungen aus verschiedenen nationalen und internationalen Projekten zur Integration von erneuerbaren Energien in Fernwärmesystemen sind wichtige Interessensgruppen von Maßnahmen im RES-DHC Projekt sowie ihre Rolle bei der Umsetzung in Kapitel 3 beschrieben. Die übersichtliche Zusammenstellung von aktuellen Fördermöglichkeiten (Kap. 4) und geltenden Richtlinien (Kap. 5) soll den Leser in die Lage versetzen, Maßnahmen zu initiieren. Anhand einer SWOT-Analyse werden Hemmnisse & Möglichkeiten abgewogen und zu diesem frühen Zeitpunkt im Projekt bereits potenzielle Handlungsfelder für gezielte Impulse durch das Projekt identifiziert (Kap. 0), die durch die Beleuchtung ausgewählte Best-Practice Beispiel (Kap. 0) weitere Anregungen zur Umsetzung geben.

Die Analyse verdeutlicht den interdisziplinären und partizipativen Ansatz welcher notwendig ist, die Transformation bestehender Wärmenetze hin zu einem höheren Anteil an erneuerbaren Energien zu realisieren: Neben dem Marktpotenzial und den verfügbaren Technologien gilt es nationale bzw. europäische Klimaziele durch die Beteiligung aller Stakeholder bis hin zum Endnutzer zu erreichen und zur Durchführung auf vorhandene Förderprogramme zurückzugreifen.

## 2. STAND DER TECHNIK UND MARKTSTATUS

Grundsätzlich ist keine Datenquelle bekannt, in der alle Wärmenetze in Deutschland oder Baden-Württemberg vollständig zentral erfasst sind. Im Folgenden wird aus diesem Grund hauptsächlich auf den AGFW Hauptbericht<sup>2</sup> von 2019 zurückgegriffen [AGFW 2019]. In diesem Bericht werden die insgesamt 143 Wärmenetze (138 Wassernetze und 5 Dampfnetze) der in Baden-Württemberg befindlichen AGFW-Mitglieder erfasst.

Vergleicht man den insgesamt aus Fernwärme bereitgestellten Endenergieverbrauch in Baden-Württemberg im Jahr 2018 von 11,3 TWh [UMBW 2020a] mit dem entsprechenden Wert im AGFW Hauptbericht für das Jahr 2018 von 10,0 TWh [AGFW 2018], kann eine Abweichung um 1,3 TWh festgestellt werden. Der im AGFW Hauptbericht 2018 erfasste Endenergieverbrauch ist somit um rd. 11,5 % geringer, da nicht alle Wärmenetze erfasst werden.

Daraus ergibt sich, dass die im AGFW-Hauptbericht erfassten 138 Wassernetze und 5 Dampfnetze mit 88,5 % den Großteil der Fernwärmeversorgung in Baden-Württemberg bereitstellen. Wenige große Wärmenetze in den Ballungsräumen sind quantitativ am relevantesten: Die Versorger der drei Städte Heidelberg, Karlsruhe und Mannheim alleine sind zusammengenommen für ca. 84 % der gesamten Wärmenetzeinspeisung verantwortlich.

Die übrigen 1,3 TWh bzw. 11,5 % des Endenergieverbrauchs an der Fernwärmeversorgung werden in Baden-Württemberg durch eine große Anzahl kleinerer Wärmenetze geleistet.

Die dargestellte Abweichung wird aufgrund der fehlenden statistischen Daten für den gesamten Marktstatus in Baden-Württemberg und der umfassenden Daten der AGFW-Statistik als valide eingestuft, um den Stand der Technik und den Marktstatus der Fernwärme in Baden-Württemberg zu beschreiben.

An der Abfrage des AGFW Hauptberichtes haben sich 2019 24 von 32 ordentlichen AGFW-Mitgliedsunternehmen aus Baden-Württemberg beteiligt. Da hierbei Daten von Fernwärmeversorgungsunternehmen erhoben werden, die zum Teil die Wärmeversorgung in mehreren Städten in Baden-Württemberg sicherstellen, können diese Daten nicht immer eindeutig einzelnen Städten zugeordnet werden.

### **Fernwärme in Baden-Württemberg**

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Wasser-, Dampf- und Kältenetze in Baden-Württemberg. Es ist zu berücksichtigen, dass einzelne Versorger mehrere Netze betreiben. Die 138 Warmwassernetze teilen sich unter 24 Versorgern auf, wobei davon lediglich 15 Versorger mehr als ein Wärmenetz betreiben. Über die Netze selbst liegen keine weiteren Angaben vor.

---

<sup>2</sup> Die Teilnahme am Hauptbericht ist für die Mitglieder freiwillig.

**Tabelle 1: Fernwärme-, Dampf- und Kältenetze in Baden-Württemberg; Quelle: [AGFW 2019]**

Art der Netze	Anzahl Netze	Ange-schlossene Leistung zum 31.12.2019	Wärme-/Kälte-einspei-sung	Nutzbare Wärme-/Kälte-abgabe	Wär-me-ver-luste	davon Pro-duk-tions-wärme	Trassenlänge	Anzahl der Hausüber-gabestati-onen
		MW	TJ	TJ	%	TJ	km	
Wassernetze	138	7.794	36.710	33.478	9	29	1.874	38.699
Dampfnetze	5	450	3.664	3.150	14	2.089	93	1.183
Kältenetze	4	38	-	258	-	-	15	96

Tabelle 2 zeigt die Einwohneranzahl in Baden-Württemberg im Jahr 2019 und die Prozentanteile bezogen auf die Gesamteinwohneranzahl. Die 103 Städte stellen dabei diejenigen Stadtkreise und großen Kreisstädte dar, die nach § 7c des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg (KSG BW) verpflichtet sind, eine kommunale Wärmeplanung durchzuführen. Von diesen 103 Städten können anhand der gemeldeten Daten aus dem AGFW Hauptbericht 2019 eindeutig 18 Städte mit deren Fernwärmestrukturen valide dargestellt werden.

**Tabelle 2: Einwohneranzahl in Baden-Württemberg**

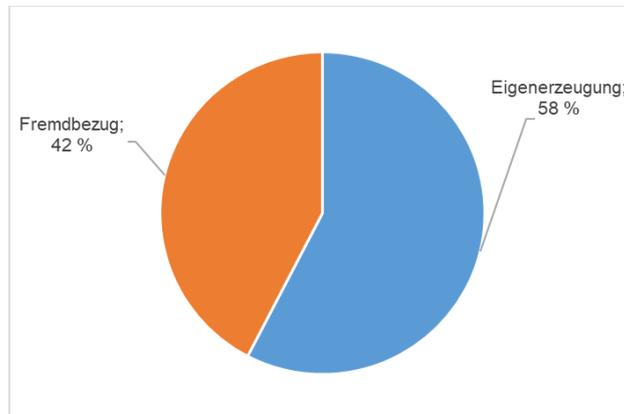
Einwohneranzahl in Baden-Württemberg		
BW gesamt	103 größte Städte	Einwohner in 18 Städten mit Fernwärmeanteil <sup>3</sup>
11.070.000	5.622.111	2.251.678
100 %	51 %	20 %

Die Summe der Einwohner der Stadtkreise und großen Kreisstädte beträgt ca. 5,6 Mio. Von diesen 5,6 Mio. Einwohnern leben derzeit ca. 2,25 Mio. in Städten, in denen bereits ein Anteil der Wärmeversorgung über Fernwärme bereitgestellt wird.

Es existieren in den Städten, die über Wärmenetze verfügen, beachtliche Anteile nicht angeschlossener Gebäude. Der Fernwärmeanschlussgrad kann durch die Erschließung neuer Quartiere oder die Verdichtung in bestehenden Wärmenetzgebieten erhöht werden. Es besteht daher ein enormes Marktpotenzial für Fernwärme in Baden-Württemberg.

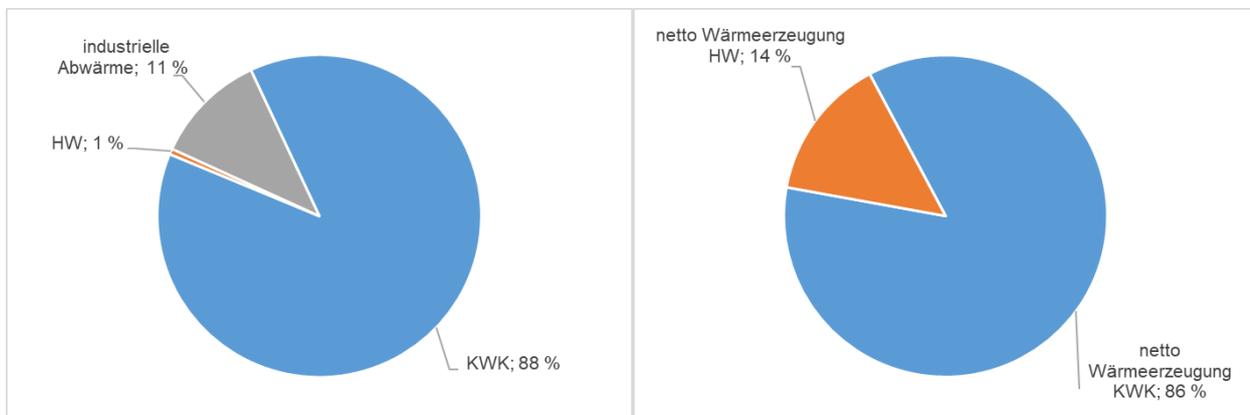
<sup>3</sup> Aufgrund der bereits beschriebenen, eingeschränkten statistischen Datengrundlage handelt es sich bei den Einwohnern in Städten mit einem Anteil Fernwärme an der gesamten Wärmeversorgung um einen abgesicherten Mindestwert, der aus den Daten des AGFW-Hauptberichtes resultiert. Es handelt sich hierbei um Städte, welche eindeutig den 103 größten Städten zugeordnet werden können.

## Fernwärme Erzeugungsstruktur in Baden-Württemberg



**Abbildung 1: Eigenerzeugung und Fremdbezug der Fernwärme Erzeugungsstruktur in Baden-Württemberg**

Die genauere Betrachtung der Erzeugerstruktur in Baden-Württemberg zeigt mit 42 % einen relativ hohen Fremdbezug der Fernwärmenetze. Der Großteil mit 69 % wird dabei von dem Großkraftwerk Mannheim erzeugt, das die Städte Mannheim und Heidelberg sowie die Umlandgemeinden mit Fernwärme versorgt.



**Abbildung 2: Aufteilung der Fremderzeugungsstruktur (li.) und Eigenerzeugungsstruktur (re.) von Fernwärme in Baden-Württemberg**

Im Detail wird deutlich, dass der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung in der Erzeugerstruktur sowohl bei Fremdbezug wie auch bei Eigenerzeugung mit 88 % bzw. 86 % sehr hoch ist. Bei Fremdbezug spielt der ungekoppelte Prozess in Heizwerken mit 1 % kaum eine Rolle, wohin gegen bei der Eigenerzeugung der Anteil der Heizwerke bei 14 % liegt. Weiterhin ist im ausgewiesenen Fremdbezug die industrielle Abwärme der Mineralö Raffinerie Oberrhein (MiRO) an die Stadtwerke Karlsruhe enthalten, die ca. 11 % des gesamten Fremdbezuges ausmacht.

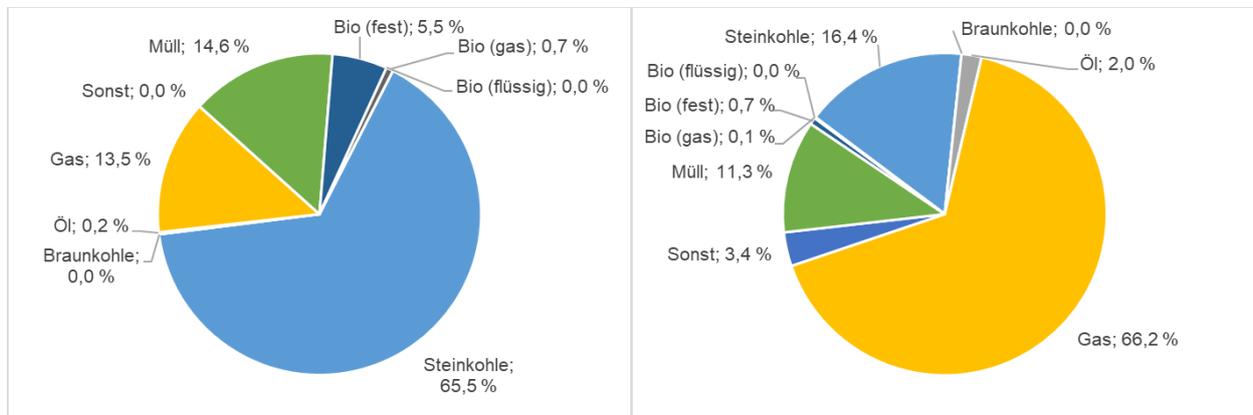
### Brennstoffe zur Fernwärmeerzeugung

Neben der Erzeugerstruktur ist die Betrachtung der eingesetzten Brennstoffe wichtig. Die KWK-Anlagen werden mit einem Anteil von über 90 % hauptsächlich mit Steinkohle, Müll und Gas befeuert. Der hohe Anteil an Steinkohle geht hauptsächlich auf zwei Versorger zurück, die zusammen für ca. 99 % des gesamten Kohleverbrauchs verantwortlich sind. Bei den Heizwerken dominiert Erdgas mit 66 % der verwendeten Brennstoffe. Die 16 % Steinkohle stammen auch hier von einem der oben erwähnten zwei Versorger.

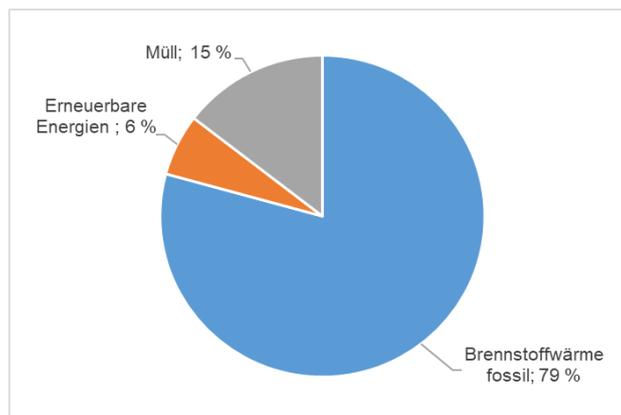
Aus der Brennstoffzusammensetzung resultierten für das Jahr 2019 CO<sub>2</sub>-Emissionen der gesamten Fernwärmeerzeugungen in Baden-Württemberg von ca. 2,79 Mio. Tonnen. Davon erzeugen die KWK-Anlagen 92 % und die Heizwerke 8 %.

**Tabelle 3: Brennstoffeinsatz bei KWK und Heizwerken einschließlich Wärmepumpenanlagen; Quelle [AGFW 2019]**

Brennstoffe für KWK Anlagen in Baden-Württemberg										
Einheit	Steinkohle	Braunkohle	Öl	Gas	Sonst.	Müll	Bio (fest)	Bio (flüssig)	Bio (gas)	Summe
[TJ]	23825,0	0,0	88,0	4892,7	10,0	5298,0	2006,0	0,0	246,3	36366,0
[%]	65,5	0,0	0,2	13,5	0,0	14,6	5,5	0,0	0,7	100
Brennstoffe für Heizwerke einschließlich Wärmepumpenanlagen in Baden-Württemberg										
Einheit	Steinkohle	Braunkohle	Öl	Gas	Sonst.	Müll	Bio (fest)	Bio (flüssig)	Bio (gas)	Summe
[TJ]	621,0	0,0	74,2	2502,9	128,0	427,0	25,3	0,0	5,0	3783,4
[%]	16,4	0,0	2,0	66,2	3,4	11,3	0,7	0,0	0,1	100



**Abbildung 3: Brennstoffeinsatz in KWK Anlagen (li.) Brennstoffeinsatz in Heizwerken einschl. Wärmepumpen (re.) in Baden-Württembergischen Fernwärmenetzen**



**Abbildung 4: Erneuerbare Energien in der Fernwärmeerzeugung (KWK + HW)**

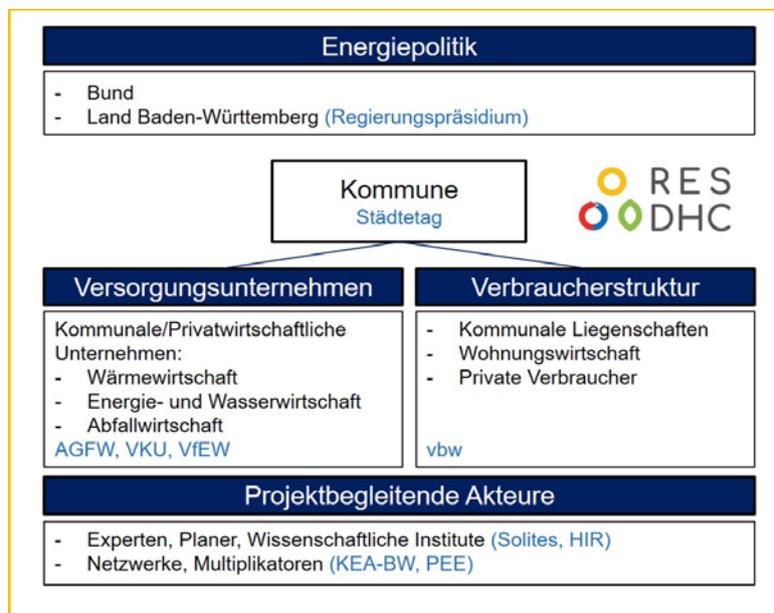
Der Anteil an erneuerbaren Energien in der Fernwärmeerzeugung fällt mit 6 % relativ gering aus (Abbildung 4). Dabei ist bemerkenswert, dass die kleineren Wärmeversorger bis dato mehr erneuerbare Energien einsetzen als die größeren Wärmeversorger. Die bereits mehrfach zitierten zwei Wärmeversorger sind insgesamt für ca. 78 % der gesamten Fernwärmenetzeinspeisung in Baden-Württemberg verantwortlich, wobei sie derzeit noch keine erneuerbaren Energien im nennenswerten Maße einspeisen. In Abbildung 4 ist die derzeit größte Solarthermieanlage in Baden-Württemberg nicht enthalten, würde aber bei Berücksichtigung eine Erhöhung der erneuerbaren Energien von ca. 1 % bedeuten.

### 3. INTERESSENSGRUPPEN FÜR RES DHC

Die Analyse der relevanten Akteure und Interessensgruppen in Bezug auf die Projektziele zeigt eine große Bandbreite auf. Sie baut in erster Linie auf Erfahrungen von vorherigen, ähnlichen Projekten sowie Studien und weiterführender Literatur zur urbanen Wärmewende auf. Unter Betrachtung von unterschiedlichen Handlungsebenen wurden von jeder Beteiligungsseite wichtige und unerlässliche Partner und Akteure identifiziert.

Auf energiepolitischer Ebene spielen das Land Baden-Württemberg, der Bund sowie die Europäische Union eine wichtige Rolle für die Transformation und Dekarbonisierung der Fernwärmenetze. Als relevante Kernakteure sind Kommunen, Versorgungsunternehmen, Vertreter der Verbraucherstrukturen (speziell die Wohnungswirtschaft und Eigentümer) sowie projektbegleitende Akteure wie z. B. wissenschaftliche Institute/Experten und Multiplikatoren/Netzwerke identifiziert worden.

Für die einzelnen Interessengruppen sind Verbände und Interessensvertretungen auf baden-württembergischer Landesebene benannt, in denen eine Vielzahl lokaler Akteure organisiert sind (vgl. Tabelle 4). Über die Beteiligung von Verbänden, Netzwerken und Multiplikatoren können wertvolle lokale Partner für die konkrete Umsetzung von Transformations- und Dekarbonisierungsprozessen erreicht und gewonnen werden. Abbildung 5 zeigt die verschiedenen Ebenen der relevanten Interessengruppen für das Projekt.



Beispiele für Vertreter

**Abbildung 5: Mögliche Interessensgruppen zur Transformation von Wärmenetzen in Baden-Württemberg [eigene Darstellung]**

**Tabelle 4: Analyse der möglichen Interessensgruppen**

<b>Energiepolitik</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg</b></li> <li>– <u>Regierungspräsidien</u></li> <li>– <b>Regionalverbände</b></li> </ul>	<p>Energiepolitisch spielen der Bund und das Land Baden-Württemberg eine tragende Rolle für die Wärmewende. Sie haben durch Gesetzgebung und Verordnungen direkten Einfluss auf die Rahmenbedingungen, unter denen die Wärmewende gestaltet wird. Außerdem spielen sie bei der Förderung von Projekten eine wichtige Rolle.</p> <p>Die Regierungspräsidien agieren als Schnittstelle zwischen Ministerium und Landkreisen bzw. Regionalverbänden und sind eine wichtige Behörde für regionale Aktivitäten.</p>
<b>Kommune<sup>4</sup></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Landkreistag Baden-Württemberg</b></li> <li>– <u>Städtetag Baden-Württemberg</u></li> <li>– <b>Gemeindetag Baden-Württemberg</b></li> </ul>	<p>Vielfältige Funktionen in der Wärmewende [Hertle et al. 2015]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbraucher und Vorbild (kommunale Liegenschaften)</li> <li>• Planer und Regulierer (ordnungsrechtliches Instrumentarium, koordinative Aufgaben)</li> <li>• Versorger und Anbieter (kommunale Unternehmen)</li> <li>• Berater und Promoter (Informationsmaßnahmen, finanzielle Anreize)</li> </ul> <p>Dadurch kommt ihnen eine tragende Rolle bei der erfolgreichen Transformation der Wärmeversorgung zu.</p>
<b>Versorgungsunternehmen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– <u>Verband kommunaler Unternehmen e. V., Landesgruppe Baden-Württemberg</u></li> <li>– <u>VfEW Verband für Energie- und Wasserwirtschaft Baden-Württemberg e. V.</u></li> <li>– <u>AGFW - Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.</u></li> <li>– <u>Zusammenschlüsse in Arbeitskreisen</u></li> </ul>	<p>Privatwirtschaftliche wie auch kommunale Unternehmen der Energie- und Wärmewirtschaft, Wasser/Abwasserwirtschaft oder Abfallwirtschaft. Sie betreiben die zu transformierenden Wärmenetze, treten als Investoren in Wärmenetz-Infrastrukturen auf und erzeugen die benötigte Wärme oder verfügen über Abwärmepotenziale, die in Wärmenetze eingebunden werden könnten.</p>
<b>Verbraucher</b>	
<p><b>Wohnungswirtschaft</b></p>	

<sup>4</sup> Verweis auf weiterführende Literatur unter Hertle et al. [2015].

<ul style="list-style-type: none"> <li>– <u><i>vbw Verband baden-württembergischer Wohnungs- und Immobilienunternehmen e. V.</i></u></li> <li>– Haus und Grund</li> </ul>	<p>Gebäudeeigentümer bzw. Wohnungswirtschaft spielen als Investoren in den Gebäudebestand eine wichtige Rolle bei Fernwärmeprojekten. Heterogene Eigentümerstrukturen in Städten und Quartieren können die Einbindung diverser Eigentümer erfordern. Die Einbindung erneuerbarer Energien in Bestandsnetze kann z. B. durch benötigte, niedrige Netztemperaturen auch Maßnahmen auf Verbraucherseite erfordern.</p>
<p><b>Private Verbraucher</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Bund der Energieverbraucher e. V.</b></li> <li>– <b>Deutscher Mieterbund Baden-Württemberg</b></li> <li>– <b>Verbraucherzentrale Baden-Württemberg e. V.</b></li> </ul>	<p>Die Möglichkeiten für private Verbraucher sind eingeschränkter, wobei über Modelle der Bürgerbeteiligung Teilhabemöglichkeiten an der Finanzierung neuer und dem Umbau von Wärmenetzen bestehen. Können Erfahrungen/Meinungen zu Akzeptanzfragen und zur Verbesserung des Rechtsrahmens für Fernwärme aus Verbrauchersicht einbringen.</p>
<p><b>Projektbegleitende Akteure</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– <u><i>ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH</i></u></li> <li>– <u><i>HIR Hamburg Institut Research gGmbH</i></u></li> <li>– <u><i>Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH</i></u></li> <li>– <u><i>Solites Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme</i></u></li> </ul>	<p><b>Experten, Planer, Forschungsinstitute</b></p> <p>Leisten interdisziplinär über ein gesamtes Projekt und mehrere Ebenen mit Expertise und Fachwissen Beiträge.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– <u><i>Plattform Erneuerbare Energien Baden-Württemberg e.V.</i></u></li> <li>– <u><i>Verband der regionalen Energie- und Klimaschutzagenturen Baden-Württemberg e.V.</i></u></li> <li>– <u><i>KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH</i></u></li> </ul>	<p><b>Netzwerke, Multiplikatoren</b></p> <p>Unterstützen sowohl mit fachlichem Input den Erfolg des Projektes und wirken an der Verbreitung und Anwendung der Ergebnisse auf neue Projekte mit, sodass das Wissen des Transformationsprozesses einer Vielzahl von Nutznießern bereitgestellt werden kann.</p>

Für eine nachhaltige Transformation der bestehenden Wärmenetze ist eine Vielzahl von relevanten Interessensgruppen zu berücksichtigen. Je nach Betrachtungswinkel spielen die Vertreter und Akteure eine unterschiedlich gewichtete Rolle und unterstützen auf ihren Gebieten den Dekarbonisierungsprozess. Im Rahmen von RES-DHC wurden die in Tabelle 4 unterstrichenen Akteure in den Projektbeirat eingeladen.

#### 4. FINANZIERUNG & FÖRDERMITTEL

Hier werden die für Fernwärme relevanten Förderprogramme und Finanzierungsmechanismen dargestellt, die in Baden-Württemberg verwendet werden können.

Fördermittel von der EU für Investitionen in erneuerbare Fernwärmeprojekte sind in Baden-Württemberg bislang kaum relevant. Die EU-Survey stellt die Förder- und Finanzierungsoptionen auf EU-Level umfassend vor. Diese bestehen theoretisch auch für Baden-Württemberg – mit Ausnahme des Cohesion Funds, der nur für 15 bestimmte Mitgliedsstaaten gilt. Zudem sind der Europäische Fond für regionale Entwicklung EFRE und die REACT-EU-Mittel zu erwähnen. Auf Basis dieser Fördermittel werden in Baden-Württemberg Förderprogramme wie beispielsweise das Programm Klimaschutz mit System<sup>5</sup> aufgestellt.

Auf Bundesebene wirken sich zahlreiche Gesetze und Förderprogramme auf die Finanzierungsbedingungen von Fernwärmeprojekten aus:

- **Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG):** regelt die Förderung für die gemeinsame und besonders effiziente Erzeugung von Strom und Wärme in CO<sub>2</sub>-armen KWK-Anlagen insbesondere auf Basis von Erdgas. Es sieht den Einspeisevorrang für Strom aus KWK-Anlagen sowie feste Zuschlagszahlungen für KWK-Strom vor. Zudem beinhaltet das KWKG Investitionsförderungen für den Neu- und Ausbau von Wärme- und Kältenetzen sowie Wärme- und Kältespeichern. Die iKWK-Förderung sieht eine betriebliche Förderung von innovativen KWK-Systemen<sup>6</sup> vor, deren Höhe sich am Anteil der erneuerbaren Energien im jeweiligen Wärmenetz orientiert.
- **Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG):** Das EEG beeinflusst den Wärmemarkt indirekt, indem es durch die zu zahlende EEG-Umlage einen Einfluss auf den Strompreis hat. Es sieht vor, dass EE-Anlagen vorrangig ans Stromnetz angeschlossen werden und eine Einspeisevergütung erhalten. So werden auch Geothermie- und Biomasseanlagen betrieblich gefördert.
- **Marktanreizprogramm Wärme aus erneuerbaren Energien (MAP):** Investive Kreditförderungen mit Tilgungszuschuss für Investitionen in erneuerbare Wärme, z. B. große Solarthermieanlagen, Wärmespeicher, Tiefengeothermie, Wärmepumpen etc.
- **Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW):**  
Bis dato Wärmenetzsysteme 4.0, das Machbarkeitsstudien (mit bis zu 60 %) und die Umsetzung (mit bis zu 50 %) von innovativen Wärmenetzsystemen investiv fördert.

<sup>5</sup> <https://efre-bw.de/foerderaufruf/3-foerderaufruf-klimaschutz-mit-system-foerderprogramm-fuer-kommunalen-klimaschutz-foerderaufruf-unter-react-eu/>

<sup>6</sup> Bei einem iKWK-System wird eine herkömmliche KWK-Anlage mit einer innovativen Erneuerbaren-Energien-Wärmequelle und einem elektrischen Wärmeerzeuger zu einem System verbunden. Diese Komponenten speisen die produzierte Wärme dann in dasselbe Wärmenetz ein.

Das neu aufgelegte Förderprogramm BEW wird ab dem 3. Quartal 2021 erwartet. Neuerungen darin sind, dass neben neuen Wärmenetzen auch die Transformation bestehender Wärmenetze gefördert werden soll. Zudem sieht das neue BEW betriebliche Förderungen für Solarthermie (vsl. 2 ct/kWh) und Wärmepumpen vor. Die Details zu diesem Förderprogramm stehen allerdings noch nicht endgültig fest.<sup>7</sup>

- **Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG):** Dieses Programm fördert die Heizungserneuerung in Gebäuden. Der Anschluss an ein Wärmenetz wird ab einem EE-Anteil von 25 % bzw. 55 % im Netz mit 30 % bzw. 35 % gefördert. Das Wärmenetz kann ein klassisches Fernwärmenetz oder ein Gebäudenetz sein, dass nur wenige Gebäude miteinander verbindet.
- **Nationale Klimaschutzinitiative (NKI):** fördert Projekte in verschiedenen Bereichen. Die Förderungen hocheffizienter kleiner Kraft-Wärme-Kopplung-Anlagen (Mini-KWK) wurde durch die NKI 2020a initiiert. Die NKI-Kommunalrichtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld z. B. für Energiesparmodelle, Klimaschutzkonzepte und Energie- und Umweltmanagementsysteme hat eher das Ziel der Verbrauchsreduktion.

Das Land Baden-Württemberg hält darüber hinaus weitere Förderprogramme mit Bezug zu Wärmenetzen bereit:

- **Förderprogramm Energieeffiziente Wärmenetze** (löste das Förderprogramm „Bioenergie-dörfer“ ab; wird zukünftig neu aufgesetzt): Unter Förderbaustein 3 werden noch bis 2021 Investitionen in Wärmenetze unter Nutzung von erneuerbaren Energien, industrieller Abwärme und hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung gefördert. Das Programm richtet sich sowohl an Unternehmen und an Kommunen. Die Förderung erfolgt in Form eines mit den Bundesprogrammen kumulierbaren Zuschusses von bis zu 20 % der förderfähigen Kosten und maximal bis zu 200.000 Euro. Über zusätzliche Boni kann der Höchstbetrag auf bis zu 400.000 Euro der förderfähigen Kosten pro Investitionsvorhaben erhöht werden.
- **Förderung zur Durchführung der verpflichtenden Wärmeplanung:** Die verpflichteten Kommunen werden mit jährlich 12.000 EUR im Zeitraum von 2020 bis 2023 zuzüglich 19 Cent je Einwohner bezuschusst.
- **Förderung zur freiwilligen Durchführung der Wärmeplanung:** Landesförderprogramm für Kommunen, die freiwillige Wärmepläne erstellen ab Frühjahr 2021 (Wärmeplanung „im Konvoi“, d. h. kleinere Kommunen können sich zu einer interkommunalen Wärmeplanung zusammenschließen).

---

<sup>7</sup> Die Empfehlung der Gutachter zur Ausgestaltung des BEW: <https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/pdf/Pehnt-2020-BEW-AGFW.pdf>

## 5. RICHTLINIEN & VORSCHRIFTEN

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Klimaziele sowie rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen in Bezug auf den Fernwärmesektor vorgestellt. Dabei wird zwischen der EU-Ebene, der nationalen Ebene sowie den Vorschriften auf Länderebene in Baden-Württemberg unterschieden.

Auf EU-Ebene sind der **Europäische Green Deal** und dessen rechtliche Verankerung im **Europäischen Klimaschutzgesetz** (Verordnung (EU) 2018/1999) vom 04.03.2020 maßgebend. Aktuell wird das Europäische Klimaschutzgesetz aufgrund der gesteigerten Klimaziele der EU neu verhandelt. Anstatt wie ursprünglich vorgesehen die THG-Emissionen um 40 % bis 2030 zu senken, sollen diese im selben Zeitraum um 55 % gesenkt werden. Das Klimaziel für das Jahr 2050 ist Klimaneutralität.

Die für den Wärmesektor relevanten Richtlinien auf der EU-Ebene sind folgende:

**Tabelle 5: Richtlinien mit Bezug zum (Fern-)Wärmesektor auf EU-Ebene [BFEE 2020], [EC 2021]**

Instrument	Inhalt	Zielgröße	seit
<b>Europäisches Klimaschutzgesetz</b>	Rechtliche Verankerung der Klimaschutzziele der EU; Umsetzung in Deutschland durch <b>Nationalen Energie- und Klimaplan (NECP)</b>	Verbrauchsreduktion, Wärmeerzeugung	04.03.2020
<b>Renewable Energy Directive (RED II)</b>	Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen	Wärmeerzeugung	11.12.2018
<b>EU-Gebäudeeffizienzrichtlinie</b>	Vorgaben für die energetische Sanierung von Gebäuden und die Energieeffizienz von Neubauten; wird im deutschen Recht im <b>Gebäudeenergiegesetz (GEG)</b> umgesetzt	Verbrauchsreduktion	09.07.2018
<b>EU-Energieeffizienzrichtlinie</b>	Senkung des Primärenergieverbrauchs bis 2020 um 20 Prozent und bis 2030 um 32,5 Prozent; wird auf deutscher Bundesebene als <b>Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE)</b> umgesetzt	Wärmeerzeugung, Wärmenetze, Verbrauchsreduktion	25.10.2012
<b>EU-Emissionshandelsrichtlinie</b>	rechtliche Grundlage des EU-Emissionshandelssystem (EU ETS); auf deutscher Bundesebene in Form des <b>Treibhausgasemissionshandelsgesetzes (TEHG)</b> umgesetzt	Verbrauchsreduktion, Wärmeerzeugung	25.10.2003 (letzte Änderung März 2018)
<b>Ökodesign-Richtlinie,</b>	Zentralheizungskessel für Öl oder Gas, mit Strom betriebene Heizungen wie Wärmepumpen sowie Boiler und Wärmespeicher erhalten ein Energielabel, das den	Wärmeerzeugung	21.10.2009, 04.07.2017

<b>Rahmenverordnung zur Energieverbrauchs-kennzeichnung</b>	Verbraucher/innen Informationen zur Effizienz des Gerätes liefert		
---	---	--	--

Auf Bundesebene adressieren zahlreiche Instrumente den Wärmesektor. Besonders relevant sind u. a. der **Klimaschutzplan 2050** und die zur Zielerreichung 2030 vorgesehenen Maßnahmen im **Klimaschutzprogramm 2030**, sowie das **Klimaschutzgesetz**, das den verbindlichen Rechtsrahmen für die nationalen THG-Reduktionsziele darstellt.

**Tabelle 6: Auswahl der Klimaziele, Gesetze und Richtlinien auf Bundesebene, die den (Fern-) Wärmesektor betreffen**

Instrument	Inhalt	seit
<b>Klimaschutzgesetz</b>	Rechtliche Verankerung der Klimaschutzziele von Deutschland; aktuelle Zielvorgaben: -55 % (2030), -90 % (2050) ggü. 1990	18.12.2019
<b>Klimaschutzplan 2050</b>	THG-Reduktionsziele (inkl. Aufteilung in Sektorziele für 2030); transformative Pfade für Handlungsfelder; konkrete Meilensteine und strategische Maßnahmen	11/2016
<b>Klimaschutzprogramm 2030</b>	Konkretisierung der Maßnahmen für jeweilige Sektoren, die zur Erreichung der Ziele des Klimaschutzplans 2050 erforderlich sind	09.10.2019
<b>Gebäudeenergiegesetz (GEG)</b>	Zusammenführung: Energieeinsparungsgesetz (EnEG), Energieeinsparverordnung (EnEV) und Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG). Ziele: sparsamer Einsatz von Energien, Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien zur Erzeugung von Wärme, Kälte und Strom in Gebäuden sowie die Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestands bis 2050	01.11.2019
<b>Kohleausstiegsgesetz</b>	Beendigung der Braunkohle- und Steinkohleverstromung spätestens im Jahr 2038; Löschung freierwerdender CO <sub>2</sub> -Zertifikate; Kompensation für Stromverbraucher im Fall eines Strompreisanstiegs durch den Kohleausstieg; Verlängerung und Weiterentwicklung des Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetzes; etc.	29.01.2020
<b>Brennstoffemissionshandels-gesetz (BEHG)</b>	Gesetzliche Grundlage für die im Klimaschutzprogramm 2030 eingeführte CO <sub>2</sub> -Bepreisung für den Wärme- und Verkehrssektor ab 2021	20.12.2019

<b>Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme (AVBFernwärmeV)</b>	Vertragliche Regelungen zur Fernwärmeversorgung: Regelungen für den Vertrag (Laufzeit max. 10 Jahre), die Haftung und zu den technischen Anschlussbedingungen; Novellierung wird angestrebt (Änderungen der Wärmelieferverträge)	Letzte Novelle am 25.07.2013
<b>WärmelieferVO und §556c BGB</b>	Umstellung einer vom Vermieter betriebenen Heizung auf Wärmelieferung durch Dritte darf für die Mieter keine höheren Wärmekosten verursachen als in den drei vorhergehenden Jahren; faktisch ein Hindernis für die Verdichtung von Wärmenetzen im Gebäudebestand	07.06.2013

Für das Land Baden-Württemberg gelten zusätzlich weitere Gesetze und Vorschriften, von denen die wichtigsten in Tabelle 7 vorgestellt werden.

**Tabelle 7: Gesetze und Vorgaben mit Bezug auf den Wärmesektor in Baden-Württemberg**

<b>Instrument</b>	<b>Inhalt</b>	<b>seit</b>
<b>Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg</b>	Klimaschutzziele bis 2050 (keine konkreten Sektorenziele); konkrete Maßnahmen wie z. B. die Verpflichtung zur kommunalen Wärmeplanung (Novelle 2020); Erstellung des IEKK	31.07.2013; Novelle 24.10.2020
<b>Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept (IEKK)</b>	Festlegung von Sektorenzielen für das Jahr 2020 – Fortschreibung des IEKK steht aus.  Konkrete Ausbauziele für erneuerbare Energien, diverse Maßnahmen und Instrumente in den verschiedenen Handlungsfeldern (Maßnahmenkatalog), u. a. für den Ausbau von erneuerbaren Energien und Fernwärme	15.07.2014
<b>EWärmeG</b>	Nutzungspflicht für erneuerbare Energien beim Heizungsaustausch oder erstmaligen Einbau einer Heizung im Bestand (mindestens 15 % EE-Anteil) bei Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden	Seit 2008; Novelle 01.07.2015
<b>Kommunale Wärmeplanung</b>	Verpflichtende Wärmeplanung für Städte ab 20.000 Einwohnern (finanzielle Unterstützung, Beratungsangebote für die Städte sowie Leitfaden für kommunale Wärmeplanung) bis 2023;  Für kleinere Kommunen: freiwillige Basis und Förderung	Erstellung bis Ende 2023

## 6. HEMMNISSE UND MÖGLICHKEITEN FÜR RES DHC

Abschließend, unter Berücksichtigung der vorangegangenen Erkenntnisse und Informationen, werden in diesem Kapitel Hemmnisse dargelegt und Möglichkeiten zur Überwindung aufgezeigt. Es werden dabei zwei Handlungsebenen betrachtet: Zum einen wird der Prozess der Wärmewende, also die Transformation der Wärmenetze in den Städten analysiert (Tabelle 8) und zum anderen der Prozess der Integration von erneuerbaren Energien in das Wärmenetz betrachtet (Tabelle 9). Die Handlungsfelder, welche die konkrete Strategie und Aktivitäten in Bezug auf die Hemmnisse enthalten, werden im nächsten Projektschritt, gemeinsam mit dem Projektbeirat, erarbeitet, definiert und im Laufe des Projektes verfeinert.

**Tabelle 8: Hemmnisse und Möglichkeiten zur Dekarbonisierung der Fernwärme in Baden-Württemberg**

Dekarbonisierung Fernwärme	Handlungsfeld (Strategie und Aktivitäten)
<p>Stärken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Großer Beitrag zum Klimaschutz</li> <li>- Lösung für den städtischen Gebäudebestand</li> <li>- Zukunftssicher</li> <li>- Schnelle klimaneutrale Wärmeversorgung des Gebäudebestands möglich</li> <li>- Regionale Wertschöpfung</li> <li>- Gemeinschaftliche Lösung</li> <li>- Professionelle Lösung</li> </ul>	<p>-&gt; Ansatzpunkte zur Nutzung</p>
<p>Schwächen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einbeziehung vieler Akteure über alle Entscheidungsebenen notwendig</li> <li>- Vielseitiges Know-how erforderlich</li> <li>- Wärmenetze in Städten machen nur einen kleinen Teil des Wärmebedarfs aus, Ausbau erforderlich</li> <li>- Hohe Investitionskosten</li> </ul>	<p>-&gt; Handlungsbedarf/Lösungsansätze</p>
<p>Chancen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorzeigeprojekte "Made in BW"</li> <li>- Nachhaltige Transformation durch Unterstützung und Zusammenarbeit</li> <li>- In BaWü: Novelle des Klimaschutzgesetzes macht Wärmeplanung für Kommunen verpflichtend</li> <li>- Motivierte Akteure mit hohem Interesse an Transformation</li> </ul>	<p>-&gt; Ansatzpunkte zur Nutzung</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erfüllung kommunaler Klimaschutzziele</li> <li>- Fördermöglichkeiten</li> <li>- Politische Priorisierung (Land und Bund)</li> </ul>	
<p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mangelnde Investitionsbereitschaft der Versorger in erneuerbare Energien wegen niedrigen Brennstoffkosten/nicht abgeschriebener Bestandsstrukturen</li> <li>- Fokussierung auf Brückentechnologie Erdgas</li> <li>- Falsche Signale von Bundesebene durch Gesetzgebung</li> <li>- Kein übergeordnetes Konzept, findet auf kommunaler Ebene statt</li> <li>- Fokussierung auf Stromtechnologien</li> <li>- Hoher Stromerzeugungsbedarf/KWK-Bedarf in BW (Strom-Importland BW)</li> <li>- Abnehmender Wärmebedarf</li> <li>- Konkurrenz von Objektlösungen</li> <li>- Heterogene Eigentümerstrukturen in Städten; vielfältige Interessen</li> </ul>	<p>-&gt; Handlungsbedarf/Lösungsansätze</p>

**Tabelle 9: Hemmnisse und Möglichkeiten für erneuerbare Energien in der Fernwärme Baden-Württemberg**

RES Technologien	Handlungsfeld (Strategie und Aktivitäten)
<p>Stärken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klimaneutralität</li> <li>- Nutzung lokaler Ressourcen, Unabhängigkeit von Energieimporten</li> <li>- Konstante Wärmegestehungskosten (Unabhängig von fossilen Energiepreisen), hohe Planungssicherheit</li> <li>- Erhöhung der regionalen Wertschöpfung, Verringerung des Mittelabflusses</li> <li>- Dezentralisierung der Erzeugung</li> <li>- Positives Image</li> </ul>	<p>-&gt; Ansatzpunkte zur Nutzung</p>
<p>Schwächen</p>	<p>-&gt; Handlungsbedarf/Lösungsansätze</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technologiespezifische Verfügbarkeit z. B. Flächenkonkurrenz (Solarthermie), Rohstoffverfügbarkeiten (Biogas), Bodenbeschaffenheit (Geothermie)</li> <li>- Hohe Investitionskosten</li> <li>- ggfs. notwendige Umrüstung der Bestandsnetze/Abnehmer auf Niedertemperaturnetze</li> <li>- Geringere Leistungskapazitäten</li> </ul>	
<p>Chancen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erreichen der Klimaziele</li> <li>- Weiterentwicklung Tiefe Geothermie Akzeptanz durch neue Technologien schaffen und Potenziale heben</li> <li>- Nutzung neuester Bohrtechnik in der Tiefen Geothermie, unabhängig von der geologischen Beschaffenheit</li> <li>- Synergien (z. B. Glasfaserausbau, Sanierung Infrastruktur)</li> <li>- Nachhaltige Wärmeerzeugung</li> <li>- Verbesserte Konkurrenzfähigkeit durch geringere CO<sub>2</sub>-Steuer</li> <li>- Fördermöglichkeiten</li> </ul>	<p>-&gt; Ansatzpunkte zur Nutzung</p>
<p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- regulatorische Hemmnisse/ Rechtsunsicherheit, z. B. Bau im Außenbereich</li> <li>- Langwierige Genehmigungsprozesse</li> <li>- Unbeständige Förderbedingungen</li> <li>- Not in my backyard</li> </ul>	<p>-&gt; Handlungsbedarf/Lösungsansätze</p>

Aus den beiden SWOT-Analysen ergeben sich mögliche übergeordnete Ansatzpunkte und Hebel, welche in konkrete Umsetzungsmöglichkeiten innerhalb des RES-DHC Projektes für Baden-Württemberg resultieren könnten:

- Vernetzung, Know-how Transfer, Best-Practice Beispiele, Ableitung von Leitfäden und Strategien
- Aktivierung von Investitionen und Transformationsprozessen
- Einbindung der Beiratsgruppe z. B. zu Bedürfnissen und Hilfestellungen
- Bedarfsgerechte Verbesserung der Rahmenbedingungen für RES DHC

Durch weitere Vernetzungen der Akteure untereinander sowie mit Experten können erfolgreiche Strategien repliziert und weiterer möglicher Bedarf von Wärmenetzbetreibern identifiziert werden:

- Wissens- und Erfahrungsaustausch
- Betriebserfahrung mit EE-Wärmeerzeugungstechnologien
- technisches Know-how in Versorgungsgebiet zur Umsetzung von RES DHC Maßnahmen bereitstellen
- Ausreichende personelle Kapazitäten zur Umsetzung von Strategien und Maßnahmen sind weder in Unternehmen noch über Dienstleister in ausreichendem Maße vorhanden, von Planern über Rohrleitungsbauer und Tiefbauunternehmen hin zu Betriebspersonal herrscht Fachkräftemangel
- Definition von Zielwerten und Ausarbeitung realistischer Umsetzungsstrategien
- Strategien zur effizienten Migration von Transformationsmaßnahmen in Versorgungsgebieten (Akzeptanz, notwendige Genehmigungen, Preise, Beweggründe, etc.)

Die Fragestellung, wie die identifizierten Hemmnisse überwunden und die konkreten Möglichkeiten gestaltet werden können, wird während der projektinternen Strategieentwicklung gemeinsam mit der Beiratsgruppe erarbeitet und konkretisiert.

### **Weitere Aspekte**

Neben den rein technischen und wirtschaftlichen Ansätzen ist die Betrachtung der gesellschaftlichen Auswirkungen in Regionen mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Wärmenetzen hilfreich.

Erfahrungen aus Dänemark zeigen, dass eine Investition in Wärmenetze auf Basis erneuerbarer Energien positive und dauerhafte gesellschaftliche Auswirkungen hat. Wirtschaftlich gesehen führte die Umstellung auf erneuerbare Energien in Dänemark zu einem starken Rückgang der Brennstoffimporte (77 % weniger Öl und 69 % weniger Kohle seit 1990) und zu einem verstärkten Export von Produkten oder Know-how im Zusammenhang mit erneuerbaren Energien und Wärmenetzen. Basierend auf den dänischen Erfahrungen der letzten Jahre können in aktiven Regionen die lokale Wirtschaft und der Arbeitsmarkt deutlich von der Umstellung auf lokale erneuerbare Ressourcen profitieren. [Holmstedt Hansen & Gudmundsson 2018]

## 7. BEST PRACTICE BEISPIELE

In Baden-Württemberg findet sich im Zusammenhang von politischen, technischen und förderpolitischen Rahmenbedingungen (vgl. Kapitel 2-5) eine Vielzahl von Best-Practice Beispielen zur Transformation bestehender Wärmenetze hin zu einem höheren Anteil erneuerbarer Energien. Dabei tragen insbesondere die implementierten Strukturen über die Energieagenturen auf Länderebene bzw. regionaler Ebene (KEA-BW und die rEA BW) zur erfolgreichen Umsetzung von Dekarbonisierungsmaßnahmen bei. Die nachstehenden Beispiele sollen dies aufzeigen. Darüber hinaus dienen die ausgewählten Beispiele als Anregungen zur individuellen Transformation weiterer Fernwärmesysteme.

### **Stadt Lörrach: Klimaneutrale Kommune durch Partizipation, kommunale Wärmeplanung und Ausbau bestehender Wärmenetze**

Die Stadt Lörrach hat 48.550 Einwohner und hat sich im Jahr 2010 zum Ziel gesetzt, bis 2050 eine klimaneutrale Kommune zu werden [RegioTrends 2019]. Ausgangspunkt zur Erreichung des Ziels ist der „Klimaschutzbericht 2014“, im Rahmen dessen die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stadt erfasst und darauf aufbauend Klimaschutzmaßnahmen abgeleitet werden konnten [Lörrach 2014]. Daraus resultiert eine jährliche Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 3,5 % bis 2050, die die Kernelemente der Strategie zur Dekarbonisierung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr in Lörrach bilden. Um die Umsetzung verschiedener Lösungsansätze und Ideen voranzutreiben, setzt die Stadt Lörrach auf die Beteiligung von sachkundigen Bürgerinnen und Bürgern, lokaler Initiativen, Verbänden, Unternehmen, Gesellschaften der Stadt und der Politik. Dies geschieht dadurch, dass die verschiedenen Interessensgruppen ihre Ideen in den Klimabeirat der Stadt einbringen, dessen Aufgabe es nach der Diskussion entsprechender Klimathemen ist, Empfehlungen für den Gemeinderat zur Umsetzung zu erarbeiten. [Neuhöfer-Avdic 2020]

Nach Abschluss des oben beschriebenen Prozesses kann nun die Umsetzung einer dieser Maßnahmen fortgesetzt werden: Für Fernwärmeversorgung in Lörrach sind drei unterschiedliche Betreiber in entsprechend verschiedenen, nicht miteinander verbundenen Wärmenetzen zuständig. Diese Unternehmen arbeiten bereits seit 2016 in der ARGE Arbeitsgemeinschaft Fernwärme zusammen und werden ab 2021 in Form einer gemeinsamen Energiegesellschaft die Verbindung der bestehenden Wärmenetze realisieren. Im Zusammenhang mit einem Ausbau des FW-Netzes wird die Verbindung der bestehenden Wärmenetze gleichzeitig die Versorgungssicherheit erhöhen. Durch die Überführung der ARGE in eine gemeinsame Energiegesellschaft wird der organisatorische Ablauf bei der Realisierung entsprechender Klimaprojekte im Bereich Fernwärmeversorgung weiter verbessert und fördert dadurch das Ziel der klimaneutralen Wärmeversorgung der Stadt Lörrach. [Neuhöfer-Avdic 2020]

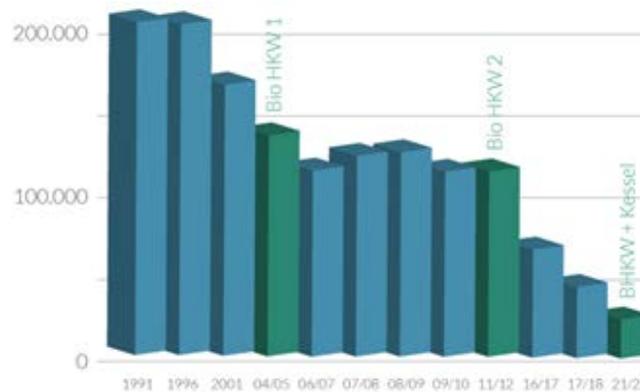
### **Stadtwerke Karlsruhe erhöht den Anteil der Prozessabwärme an der Fernwärmeversorgung durch Biomasse-KWK**

Fernwärme hat in Karlsruhe eine lange Tradition und geht auf die Beheizung des Schlosses mit Fernwärme aus einem Fernheizwerk im Jahr 1904 zurück. Der Anteil der fernwärmebeheizten Wohnungen in Karlsruhe beträgt 23,2 Prozent. Hierzu wurde im Jahr 2019 eine Wärmemenge von 846.765 MWh aus dem ca. 180 km langen Wärmenetz bezogen. Seit 2010 speist die Mineralölraffinerie Oberrhein (MiRO), Niedertemperatur-Abwärme aus den Raffinerieprozessen ins Fernwärmenetz der Stadtwerke Karlsruhe AG ein. Durch die Nutzung der Niedertemperatur-Abwärme aus der Raffinerie werden über 100.000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart. [Stadtwerke Karlsruhe 2020a] [Stadtwerke Karlsruhe 2020b]

Nun kommt ein Teil der industriellen Prozessabwärme der am Rhein gelegenen Papierfabrik der Stora Enso Maxau (SEM) als weitere Einspeisequelle hinzu. Die SEM hat zur Eigenversorgung ihrer Papierfabrik mit Prozessdampf und elektrischer Energie eine KWK-Anlage errichtet, die zu über 80 Prozent mit Biomasse betrieben wird. Die Erschließung des industriellen Abwärmepotenzials der Papierfabrik wird eine zusätzliche Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Fernwärmesystems in Karlsruhe um rd. 10.000 Tonnen pro Jahr bewirken [Stadtwerke Karlsruhe 2020c] und trägt somit zur Umsetzung der Klimaschutzstrategie der Stadt Karlsruhe bei. [Stadt Karlsruhe 2016]

### **Biogene Wärmeversorgung am Beispiel der Fernwärme Ulm (FUG):**

Die Umstellung der Fernwärmeversorgung auf biogene Brennstoffe (Gas oder Biomasse) ist in Transformationsstrategien von Wärmenetzen ein oftmals gewähltes Mittel und erster Schritt, wenn lokale Potenziale vorhanden sind. Im Fernwärmesystem der Fernwärme Ulm (FUG) wurde bereits frühzeitig mit der Umstellung der Wärmeherzeugung auf Biomasse begonnen. In der Transformationsstrategie der FUG sind Betrachtungen und Bewertungen der Nachhaltigkeit der Wärmeversorgung aus Biomasse eingegangen. Der verwendete biogene Brennstoff ist regional verfügbar und kann entsprechend nachhaltig bezogen werden [FUG 2019]. Abbildung 6 zeigt die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der FUG von 1990 bis heute. Dabei konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf rd. 25 % des Ausgangswertes von 1990 reduziert werden. In [Paar et al. 2013] ist am Beispiel des Fernwärmesystems der FUG dargestellt, dass durch Substitution fossiler Brennstoffe durch Biomasse eine erste Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bestehender Wärmenetze erfolgen kann, die im weiteren Prozess dann durch technisch und wirtschaftlich anspruchsvolle Maßnahmen zur Absenkung der Betriebstemperaturen des Fernwärmesystems ergänzt bzw. ausgebaut werden können. [Paar et al. 2013]



**Abbildung 6: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fernwärmeversorgung der Fernwärme Ulm (FUG), Quelle [FUG 2021]**

### Strategie zur erneuerbarer und klimaneutraler Fernwärme der Stadtwerke und der Stadt Tübingen

Tübingen ist eine Universitätsstadt mit rund 90.000 Einwohnern im Zentrum von Baden-Württemberg. Die **Stadt Tübingen** hat ehrgeizige Ziele in Bezug auf den kommunalen Klimaschutz. Im November 2020 hat der Tübinger Gemeinderat das Klimaschutzprogramm 2020-2030 beschlossen: Tübingen soll 2030 in Bezug auf die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen klimaneutral sein. [Universitätsstadt Tübingen 2019b] [Universitätsstadt Tübingen 2019a]

Die **Stadtwerke Tübingen GmbH** (swt) ist ein kommunales Versorgungsunternehmen für Strom, Erdgas, Trinkwasser, Fernwärme und Telekommunikation. Das Unternehmen befindet sich zu 100 Prozent im Besitz der Universitätsstadt Tübingen. **Fernwärme** ist für Tübingen eine moderne und umweltfreundliche Form der Wärmeversorgung. Das Fernwärmenetz der swt wächst stetig und ermöglicht dadurch bestehenden wie auch neuen Wohn- und Gewerbegebieten den Anschluss an die Fernwärmeversorgung. Gleichzeitig sorgen die swt dafür, dass die Effizienz der Fernwärmenetze durch stetige Modernisierung erhöht und die Wärmeerzeugung schrittweise auf möglichst CO<sub>2</sub>-arme Technologien umgestellt wird.

Das Klimaschutzprogramm umfasst folgende konkrete Maßnahmen/Maßnahmenoptionen im Wärmenetzbereich (Auswahl aus [Universitätsstadt Tübingen 2019b]), die gemeinsam von swt, Stadt und Gesellschaft umgesetzt werden:

- Erstellung eines strategischen kommunalen Wärmeplanes
- Ausbau der Wärmenetze von heute rd. 150 auf 300 GWh/a im Jahr 2030
- Sukzessive Erhöhung des Anteils erneuerbarer und klimaneutraler Energieträger:
  - Ausbau der Solarthermie für die Einspeisungen in Wärmenetze
  - Prüfung der Anwendung von Wärmepumpen zur Nutzung mit z. B. Agrothermie (Erdewärme) in Wärmenetzen
  - Nutzung von Umweltwärme mittels Großwärmepumpen

- Errichtung eines Holzheizwerks oder Holzheizkraftwerks zur Wärme-Einspeisung in das Fernwärmenetz der Stadtwerke.

**Durch Forschungsprojekte zur Solarthermie zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung beigetragen**

Die Integration solarthermischer Wärmeerzeugungsanlagen in bestehende Fernwärmesysteme hat in den letzten zehn Jahren bereits zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung beigetragen. Durch eine Reihe von Forschungsprojekten konnten Solites, HIR und AGFW in Zusammenarbeit mit einer Vielzahl weiterer Forschungspartner solarthermische Großanlagen für den Einsatz in Fernwärmesystemen qualifizieren. Die Ergebnisse dieser nationalen und europäischen Forschungsprojekte sind auf der Projektwebseite „Solar District Heating“ (SDH) verfügbar und umfassen neben allgemeinen Informationen, Know-how zur Planung, Bau und dem Betrieb solarer Wärmenetze [SDH 2021]. In Baden-Württemberg konnten mehrere Solarthermie-Projekte realisiert werden und somit ist das Bundesland aktuell nicht nur „Spitzenreiter“ bei solaren Wärmenetzen, sondern verfügt mit der Anlage der Stadtwerke Ludwigsburg auch über die aktuell größte Solarthermie-Anlage (14.800 m<sup>2</sup> Kollektorfläche) in Deutschland. [Solarserver 2020]

**Weitere ausgewählte Projektbeispiele**

**Tabelle 10: Weiterführende Best-Practice Beispiele für verschiedene Technologien mit Schwerpunkt Baden-Württemberg**

Biomasse	Solarthermie	Geothermie	Abwärme	Speicher	Power-2-DH
<a href="#">Biomasse-heizkraftwerk Ilmenau</a>	<a href="#">SolarHeat-Grid Ludwigsburg</a>	<a href="#">Wärmeversorgung in Biberach</a>	<a href="#">Abwärme der Badischen Stahlwerke</a>	<a href="#">Wärmedrehscheibe Hennigsdorf</a>	<a href="#">Vattenfall Berlin Spandau</a>
Bioenergie-dorf Lippertsreute	<a href="#">Ettenheim</a>	<a href="#">Erdwärme Grünwald</a>	<a href="#">Wärmedrehscheibe Hennigsdorf</a>		

## 8. ENGLISH SUMMARY

This regional survey for the RES-DHC project gives a general overview of the status of renewable district heating in the target region of Baden-Württemberg.

The federal state of Baden-Württemberg has to meet climate-goals set out by the Climate Protection law and implement through the Integrated Energy and Climate Protection Plan. In order to meet these goals measures such as the transformation of the energy- and heating sectors to higher shares of renewable sources are needed. This includes the transformation of existing urban district heating and cooling networks. The transformation of the heating sector is supported by the implementation of compulsory heat planning by the amendment of the climate protection law in October of 2020. So, heat planning becomes compulsory for the 103 biggest cities which are housing more than half of Baden-Württemberg's 11.1 million inhabitants. A study [SolnetBW 2015] conducted in 2015 states that 587 out of 1101 municipalities have district heating networks. District heating provides 11,3 TWh out of 138 TWh end-use energy for heat. Renewable sources have a share of 15.9 % in the heating sector. This analysis shows the importance of an interdisciplinary, participatory approach in order to transform district heating to higher shares of renewable energy sources. In addition to the market potential and the available technologies, national and European climate targets must be achieved through the participation of all stakeholders up to the end user, and existing public funding programmes must be used for implementation.

### State of the art

A general overview based on data by the AGFW about district heating networks in Baden- Württemberg and the market status is given in chapter 2. The main source of information is the AGFW Hauptbericht 2019, where 24 out of 32 AGFW members in the district heating sector took part. According to the AGFW members district heating provides 10 TWh of end energy use for heat. The suppliers of the cities Heidelberg, Mannheim and Karlsruhe account for 84 % of heat network input. 42 % of district heating are provided as external supply. For both external supply and auto production combined heat and power generation is the main source, accounting for more than 80 %. For external supply, industrial excess heat from Mineralö Raffinerie Oberrhein (MiRO) accounts for 11 %. Heating plants account for 14 % of auto production. For Combined heat and power plants hard coal, waste and gas account for 90 % of fuels. For heating plants, 2/3rds of fuel is provided by gas. This, mainly fossil, fuel composition resulted in CO<sub>2</sub> emissions of approx. 2.79 million tonnes for the total district heating generation in Baden-Württemberg in 2019. The share of renewable energies in district heating generation is relatively low at 6 %. In principle, it must be mentioned that the smaller heat suppliers have so far used more renewable energies than the larger heat suppliers; only two big suppliers are responsible for 99 % of coal usage.

Based on this, the following measures are possible for Baden-Württemberg in order to realise the transformation path to a CO<sub>2</sub> neutral heat supply by 2050 that has been decided by the government:

1. further expansion of district heating in cities where district heating is already available

2. expansion of renewable energies in all heating networks
3. interconnection of heating networks in cities where several heating networks exist, in order to achieve further CO<sub>2</sub> savings by increasing the network simultaneity factor
4. development of heating networks in cities where district heating is not yet available

### **Stakeholder analysis**

An analysis of relevant stakeholders in the transformation processes and possible representatives of each group is given in chapter 3. Key political actors are the federal republic of Germany and the federal state of Baden-Württemberg as they provide the legal and regulatory framework for RES DHC. As key stakeholders for the transformation process municipalities, energy suppliers and consumers are identified. Municipalities play a key role as they provide a local regulatory framework, act as suppliers and consumers themselves and also give council. In Baden-Württemberg, municipalities are organized in the „Städetag Baden-Württemberg“. Both the private and municipal suppliers operating the district heating networks, produce heat and invest in infrastructures. Alongside energy and heat suppliers, water utilities, waste processors as well as industrial excess heat producers are possible heat suppliers for district heating. Important associations in this sector are e.g. AGFW or the Association of Municipal Enterprises (VKU). In the consumer sector the most important actors are the housing sector and private consumers, which are organized for example in the “Verband Baden-Württembergischer Wohnungs- und Immobilienunternehmen e. V (vbw)”. Since the integration of RES in DHC networks might require actions on the consumer side due to lower return temperatures, involvement of several owners is necessary. Networks, research institutions and experts provide know-how for authorities/policymakers and can act as multipliers for the strategies and know-how gained within the project.

### **Financing, funding & legal framework**

Means of financing, public funding and laws concerning these topics are summarized in chapter 4 and 5. At federal level relevant laws are e.g.

- Renewable Energies Act,
- Combined Heat and Power Act,
- Market Incentive Programme (MAP),
- Starting 2021: Federal Funding for Efficient Heating Networks (BEW),
- Federal Funding for Efficient Buildings (BEG).

Additionally Baden-Württemberg provides several regional funding programs concerning RES DHC and compulsory heat planning.

Important laws and regulations concerning the district heating sector are listed in chapter 5. The legislative levels considered for this survey are the EU, the federal government of Germany and the federal state of Baden-Württemberg. It is important to note that EU-legislations are mirrored in na-

tional legislative. Instruments like the European Climate Change Law are implemented by the national energy and climate plan and directives like the Renewable Energy Directive, Energy Efficiency Directive, Energy Performance Of Buildings Directive and others play a role as well.

On the national level the Federal Climate Change Act, the Climate Action Plan 2050 and Climate Protection Programme 2030 are important. Further, there are different laws specifically important for district heating. In Baden-Württemberg the Climate Protection Law Baden-Württemberg, the Integrated Energy and Climate Protection Plan, the Renewable heat Law and compulsory heat planning are most important.

### **Obstacles and Opportunities**

Obstacles and opportunities for the transformation of existing heating networks are discussed in chapter 6. Two SWOT analysis were conducted: one for the transformation process of urban district heat grids, and a second one for RES-technologies in district heating.

Strengths of decarbonising district heating are, that a sustainable contribution to climate protection is made, the facilitation of regional value creation and a fast track to climate neutral heating in buildings. Weaknesses are the need for the involvement of a broad spectrum of actors and know-how and high costs of investment. For the actors, the transformation of their heat networks provides the opportunity to meet municipal climate goals, get public funding for renewable district heating projects and facilitate a sustainable transformation. The transformation process is supported by the compulsory heat planning for cities (Climate Protection Law BW). Risks to the transformation process of urban district heating are a focus on power generation due to high power demand (BW is importing power), the lack of an overarching concept for the transformation process, possible competition with gas grids and competition to refurbishing measures on buildings, lowering heat demand.

Renewable energy sources in district heating provide climate neutral heat, increase the use of local resources while lowering the need of imports and raise regional value creation. Constant heat prizes due to an independence from fossil fuels and decentralized heat production are further strengths of RES technologies. On the other hand, these technologies can have specific weaknesses such as local availability for biogenic fuels or area competition to other projects for solar thermal. The implementation of RES in DHC could also require lowering of network temperatures. Opportunities risen by RES technologies are almost identical to the decarbonisation: they help meeting climate goals and provide sustainable heat production. The use of these technologies is supported by the CO<sub>2</sub> tax, the possibility of public funding and possible synergies with other infrastructure measures. Risks to the integration of RES in DHC are regulatory obstacles, long approval processes and an unsteady framework for public funding.

From the two SWOT analyses, possible overarching starting points and levers emerge that could result in concrete implementation possibilities within the RES-DHC project for Baden-Württemberg:

- Networking, know-how transfer, Best Practice examples, derivation of guidelines/strategies

- Activation of investments into transformation processes
- Involvement of the advisory group, e.g. on needs and assistance.
- Improving the framework conditions for RES DHC in line with needs

Through networking with stakeholders and experts, the exchange of know-how, operational experience with RES heat generation, strategies and technical know-how is facilitated.

### **Other Aspects**

In addition to the purely technical and economic approaches, it is helpful to consider the societal impacts in regions with a high proportion of renewable heating networks. Experience from Denmark show, that investment in RES based on heating networks has lasting and positive impacts like lowering fuel imports. Active regions and local economies can profit significantly from the transformation.

### **Best practices**

In Baden-Württemberg, a large number of best-practice examples for the transformation of existing heat networks to a higher share of renewable energies can be found in the context of political, technical and funding policy framework conditions (chapters 2-5). In particular, the structures implemented via the energy agencies at the state or regional level (KEA-BW and rEA BW) contribute to the successful implementation of decarbonisation measures.

The city of Lörrach decided in 2010 to become a climate-neutral municipality. A yearly reduction of CO<sub>2</sub>-emissions by 3.5 % until 2050 is key in the decarbonisation strategy. To achieve this, a climate council of citizens, local initiatives, associations and companies gives recommendations to the municipal council. Since 2021, the three active heat suppliers in Lörrach are combined into one energy company in order to combine their grids and further improve organisational procedures.

In the city of Karlsruhe district heating goes back as far as 1904. Today 23.2 % of homes are connected to district heating. Since 2010, industrial low-temperature process heat by the Mineralölr Raffinerie Oberrhein (MIRO) is fed into the district heating grid of Stadtwerke Karlsruhe, saving 100.000 tons of CO<sub>2</sub> annually. This is going to be combined with industrial process heat by a paper factory by Stora Enso Maxau (SEM) which will save another estimated 10.000 tons of CO<sub>2</sub> a year.

The use of biogenic fuels such as gas and biomass, if regionally available, is a measure which is often used in early stages of a transformation process. In Ulm, the Fernwärme Ulm (FUG) lowered CO<sub>2</sub> emissions to 25 % compared to 1990 by substituting fossil fuels with regional, sustainable biogenic fuels and implementing technically and economically demanding measures to lower the grid temperatures.

In Tübingen, the municipal council in 2020 decided the climate protection programme 2020-2030 and aims to be climate neutral in terms of energy related CO<sub>2</sub> emissions by 2030. The district heating network of the public utility Stadtwerke Tübingen is constantly growing and modernized. In order to implement the climate protection programme, the city, Stadtwerke Tübingen, and the urban society



work together to implement measures such as creating a communal heat plan and successively increasing shares of renewable energy sources in the district heating grid.

The integration of solar thermal heat generation plants into existing district heating systems has already contributed to the decarbonisation of the heat supply in Baden-Württemberg over the last ten years. Through a series of research projects, Solites, HIR and AGFW, in collaboration with a number of other research partners, have been able to qualify large scale solar thermal plants for use in district heating systems.

## 9. LITERATUR

- [AGFW 2018] AGFW | *Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK* e. V. (Hrsg.): Hauptbericht 2018, Frankfurt a. M., 2018.
- [AGFW 2019] AGFW | *Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK* e. V. (Hrsg.): Hauptbericht 2019, Frankfurt a. M., 2019.
- [BFEE 2020] Bundesstelle für Energieeffizienz (Hrsg.): Europäische Energieeffizienzpolitik, <https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/EuropaeischeEnergieeffizienzpolitik/europaeischeenergieeffizienzpolitik.html?nn=8957388>.
- [EC 2021] European Commission (Hrsg.): Renewable energy directive, [https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive/overview\\_de](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive/overview_de).
- [FUG 2019] Fernwärme Ulm (Hrsg.): Erzeugungsanlagen, <https://www.fernwaerme-ulm.de/energie/erzeugungsanlagen/biomasse-heizkraftwerk-1/>; Zugriff am 02.2021.
- [FUG 2021] Fernwärme Ulm (Hrsg.): Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, <https://www.fernwaerme-ulm.de/unternehmen/#group-454>; Zugriff am 02.02.2021.
- [Hertle et al. 2015] Heinrich-Böll-Stiftung (Hrsg.): Wärmewende in Kommunen - Leitfaden für den klimafreundlichen Umbau der Wärmeversorgung, [https://www.boell.de/sites/default/files/waermewende-in-kommunen\\_leitfaden.pdf?dimension1=division\\_oen](https://www.boell.de/sites/default/files/waermewende-in-kommunen_leitfaden.pdf?dimension1=division_oen).
- [Holmstedt Hansen & Gudmundsson 2018] Green Energy Association (Hrsg.): The competitiveness of district heating compared to individual heating: When is district heating the cheapest source of heating?, 2018.
- [Lörrach 2014] Stadt Lörrach, Fachbereich Umwelt und Klimaschutz (Hrsg.): Klimaschutzbericht 2014 - Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stadt Lörrach, 2014, [file:///C:/Users/Geiger/AppData/Local/Temp/Klimaschutzbericht\\_2014.pdf](file:///C:/Users/Geiger/AppData/Local/Temp/Klimaschutzbericht_2014.pdf); Zugriff am 01.02.2021.
- [Neuhöfer-Avdić 2020] Neuhöfer-Avdić, M.: Klimanotstand - Strategien in der Stadt Lörrach, Online. Nahwärme kompakt, 2020. KEA-BW.
- [Paar et al. 2013] Paar, A.; Herbert, F.; Pehnt, M.; Ochse, S.; Richter, S.; Maier, S.; Kley, M.; Huther, H.; Kühne, J.; Weidlich, I.: Transformationsstrategie Fernwärme: Transformationsstrategien von fossiler zentraler Fernwärmeversorgung zu Netzen mit höheren Anteilen erneuerbarer Energien, Frankfurt am Main, 2013.
- [RegioTrends 2019] RegioTrends e.K. (Hrsg.): Gründung Fernwärmegesellschaft Lörrach, [www.regiotrends.de](http://www.regiotrends.de); Zugriff am 02.2021.
- [SDH 2021] Wissensdatenbank zu solaren Wärmenetzen, *Klimaschutzoffensive; Fortschreibung des Klimaschutzprogramms 2020 - 2030*; Zugriff am 2021.

- [Solarserver 2020] *Solarthemen Media GmbH* (Hrsg.): Baden-Württemberg Spitzenreiter bei solaren Wärmenetzen, <https://www.solarserver.de/2020/03/16/baden-wuerttemberg-spitzenreiter-bei-solaren-waerменetzen/>; Zugriff am 02.2021.
- [SolnetBW 2015] *Solites - Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme* (Hrsg.): Solare Wärmenetze für Baden-Württemberg - Grundlagen, Potenziale, Strategien, 2015.
- [Stadt Karlsruhe 2016] *Stadt Karlsruhe* (Hrsg.): Klimaschutzstrategie, [https://www.karlsruhe.de/b3/natur\\_und\\_umwelt/klimaschutz/klimakonzept/pdf\\_dateien/HF\\_workingCopies/content/ZZmZibPOgg7v12/Vierter\\_Fortschrittsbericht\\_2017.pdf](https://www.karlsruhe.de/b3/natur_und_umwelt/klimaschutz/klimakonzept/pdf_dateien/HF_workingCopies/content/ZZmZibPOgg7v12/Vierter_Fortschrittsbericht_2017.pdf).
- [Stadtwerke Karlsruhe 2020a] *Stadtwerke Karlsruhe* (Hrsg.): Die Geschichte der Fernwärme in Karlsruhe, <https://www.stadtwerke-karlsruhe.de/swk/privatkunden/fernwaerme/die-geschichte-der-fernwaerme.php>; Zugriff am 2021.
- [Stadtwerke Karlsruhe 2020b] *Stadtwerke Karlsruhe* (Hrsg.): Fernwärmeprojekt mit MiRO, [https://www.stadtwerke-karlsruhe.de/swk/regionales/umwelt-nachhaltigkeit/prozessabwaerme/fernwaermeprojekt-mit-miro.php#anchor\\_a597b4c6\\_Accordion-6-Dezember-2011:-Stadtwerke-und-MiRO-feiern-den-Abschluss-der-ersten-Ausbaustufe](https://www.stadtwerke-karlsruhe.de/swk/regionales/umwelt-nachhaltigkeit/prozessabwaerme/fernwaermeprojekt-mit-miro.php#anchor_a597b4c6_Accordion-6-Dezember-2011:-Stadtwerke-und-MiRO-feiern-den-Abschluss-der-ersten-Ausbaustufe); Zugriff am 2021.
- [Stadtwerke Karlsruhe 2020c] *Stadtwerke Karlsruhe* (Hrsg.): Prozessabwärme der Papierfabrik wird zu Fernwärme, <https://www.stadtwerke-karlsruhe.de/swk/presse/meldungen/2020/20200123.php>; Zugriff am 2021.
- [UMBW 2020a] *Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg* (Hrsg.): Energiebericht 2020; Zugriff am 15.02.2021.
- [UMBW 2020b] *Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg* (Hrsg.): Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2019; Zugriff am 15.02.2021.
- [UMBW 2020c] *Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg* (Hrsg.): Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg, <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/klima/klimaschutz-in-baden-wuerttemberg/klimaschutzgesetz/>; Zugriff am 22.02.2021.
- [Universitätsstadt Tübingen 2019a] Klimaschutzoffensive; Fortschreibung des Klimaschutzprogramms 2020 - 2030: Beschluss des Gemeinderates, [https://www.tuebingen.de/gemeinderat/to0050.php?\\_\\_ktonr=82668](https://www.tuebingen.de/gemeinderat/to0050.php?__ktonr=82668); Zugriff am 2021.
- [Universitätsstadt Tübingen 2019b] Klimaschutzprogramm 2020 –2030 für die Zielsetzung „Tübingen klimaneutral 2030“, [https://www.tuebingen.de/Dateien/klimaschutzprogramm\\_2020-2030.pdf](https://www.tuebingen.de/Dateien/klimaschutzprogramm_2020-2030.pdf); Zugriff am 2021.