



# **> KOMMUNALE WÄRMEWENDE**

Die Lösung liegt vor Ort!

## IMPRESSUM

Herausgeber	Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU) Invalidenstraße 91, 10115 Berlin Fon: +49 30 58580-0, Fax +49 30 58580-100 www.vku.de, info@vku.de
Gestaltung und Produktion	VKU Verlag GmbH, Berlin/München Invalidenstraße 91, 10115 Berlin Fon: +49 30 58580-850, Fax +49 30 58580-6850 www.vku-verlag.de, info@vku-verlag.de
Bildnachweis	Titel: © hiphoto39/stock.adobe.com, © Petair/stock.adobe.com, © fovito/stock.adobe.com Seite 8: © Christian Schwier/stock.adobe.com, Seite 13: © Petair/stock.adobe.com, Seite 16: © Denis Tabler/stock.adobe.com, Seite 20: © GIS/stock.adobe.com, Seite 85: Stadtwerke Karlsruhe GmbH

Wir danken den Teilnehmern des VKU-Projektes „Kommunale Wärmewende“ und der VKU-Arbeitsgruppe Wärme für ihre konstruktive Mitwirkung und Unterstützung sowie die wertvollen Diskussionen.

Außerdem danken wir für die spannenden Beispiele aus der Praxis folgenden Unternehmen:

BS|ENERGY, Braunschweiger Versorgungs-AG & Co.KG  
eins energie in Sachsen GmbH & Co. KG  
Emschergenossenschaft  
enercity AG  
ESWE Versorgungs AG  
GASAG AG  
Gelsenwasser AG  
Mainzer Stadtwerke AG  
MW Energie AG  
N-ERGIE Aktiengesellschaft  
Oldenburgisch-Ostfriesische Wasserverband  
Schleswiger Stadtwerke GmbH  
Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR  
Stadtwerke Aalen GmbH  
Stadtwerke Düsseldorf AG  
Stadtwerke Karlsruhe GmbH  
Stadtwerke Kiel AG  
Stadtwerke München GmbH  
Stadtwerke Steinfurt GmbH

# › INHALT

<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>6</b>
<b>01 Wärmemarkt im Wandel</b>	<b>8</b>
1.1 Klimapolitische Ziele für den Wärmemarkt	
1.2 Beitrag kommunaler Unternehmen zur Wärmeversorgung	
<b>02 Das Ziel im Blick</b>	<b>16</b>
2.1 Trends bei der Wärmeversorgung	
2.2 Zielbild einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung	
<b>03 Der Weg zum Ziel</b>	<b>20</b>
3.1 Die Lösung liegt vor Ort	
3.2 Mit Wärmeplänen die Transformation der Wärmeversorgung voranbringen	
3.3 Potenziale über den Fokus auf das Quartier erschließen	
3.4 Wärme mit effizienten und flexiblen Systemen klimafreundlich erzeugen	
3.5 Netzinfrastrukturen optimieren und transformieren	
3.6 Wärmenetze zur Einbindung vielfältiger Wärmequellen nutzen	
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>84</b>
<b>Ausgewählte Publikationen</b>	<b>86</b>



# Vorwort

---

Deutschland hat sich vorgenommen, den Ausstoß von Treibhausgasemissionen bis 2050 um mindestens 80 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Dieses Ziel kann erreicht werden, wenn sich alle Sektoren dieser Aufgabe annehmen. Der Umbau des Energieversorgungssystems kann sich dabei nicht nur auf den Wandel in der Stromerzeugung konzentrieren, sondern muss auch die Wärmeversorgung einbeziehen. Denn: Der Wärmesektor ist für mehr als ein Drittel der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich.

Der Weg zu einer für die kommunalen Unternehmen zugleich wirtschaftlich tragfähigen und weitgehend treibhausgasneutralen Wärmeversorgung ist noch weit, das Zielbild jedoch klar: Die Wärmeversorgung der Zukunft wird auf die lokalen Gegebenheiten abgestimmt. Es gibt keine Pauschallösung. Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit haben in diesem Zusammenhang eine wesentliche Bedeutung. Und unterschiedliche Infrastrukturen spielen in der konzeptionellen Entwicklung eine zentrale Rolle.

Die kommunalen Unternehmen sind vor allem als Infrastrukturbetreiber und Systemmanager ein unverzichtbarer Partner für die Wärmewende. Sie sind regional verankert und leisten bereits heute einen wesentlichen Beitrag zur preisgünstigen und klimafreundlichen Wärmeversorgung durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), Wärme- und Gasnetze.

„Die Lösung liegt vor Ort“ – Dieser Leitgedanke drückt aus, dass die lokalen Gegebenheiten maßgeblich mitbestimmen, ob und wie kosteneffiziente, verlässliche und umweltverträgliche Wärmeversorgungskonzepte umgesetzt werden können. Die Wärme- und Gasnetzinfrastuktur und die mit ihnen verbundenen regelbaren KWK-Anlagen sind daher der Schlüssel für die Wärmewende. Sie öffnen den Weg, um die witterungsbedingte Volatilität, die lokal begrenzte Verfügbarkeit und den großen Flächenbedarf von erneuerbaren Energien zu überwinden.

Für die erfolgreiche Wärmewende muss verstärkt das große Ganze in den Blick genommen werden. Die kommunale Wärmeplanung und der Quartiersansatz adressieren diese Herausforderung.

Diese Instrumente zeigen auf die lokalen Gegebenheiten zugeschnittene Pfade in eine kosteneffiziente, versorgungssichere und klimafreundliche Zukunft der Wärmeversorgung auf. Die Kommunen sollten Anreize erhalten, aktiv zu werden und kommunale Unternehmen frühzeitig einzubinden.

Und es bedarf einer weiteren Steigerung der Effizienz, von der Energieerzeugung bis zur -verwendung, insbesondere durch Kraft-Wärme-Kopplung. Die hocheffizienten, regelbaren KWK-Systeme sind weiterhin der Partner der volatilen erneuerbaren Energien, da sie ihre witterungsbedingte Volatilität flexibel kompensieren können.

Und es braucht eine vermehrte Nutzung von erneuerbaren Energien und Abwärme. In hochverdichteten Ballungsräumen gibt es häufig nicht genug Flächen zur erneuerbaren Wärmeerzeugung. Entsprechend muss die Wärme im Umland erzeugt werden. Um erneuerbare Wärme sowie Abwärme im großen Stil zu integrieren, bedarf es Wärmenetze. Damit jedoch niedrigtemperierte Wärme aus diesen Quellen aufgenommen werden kann, müssen intelligente, effiziente und zukunftsweisende Systemlösungen entwickelt werden. Kommunale Unternehmen müssen die Wärmenetze punktuell ertüchtigen und neue Wärmenetze bauen.

Dafür benötigen die kommunalen Unternehmen die richtigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Das gilt einerseits für die Förderung von Wärmenetzsystemen unter Einbindung von KWK, Wärmespeichern und Power-to-Heat. Das gilt aber auch für einen Ordnungsrahmen, der Raum lassen muss, um vor Ort maßgeschneiderte Lösungen für eine klimafreundliche Wärmeversorgung entwickeln zu können.

Stadtwerke spielen heute und in Zukunft eine entscheidende Rolle für die Wärmeversorgung. Wie die vielen kommunalen Unternehmen die Herausforderungen der Wärmewende bereits angehen, zeigen die zahlreichen Praxisbeispiele in dieser Broschüre.

Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre!



**Michael Ebling**  
Präsident des VKU



**Katherina Reiche**  
Hauptgeschäftsführerin des VKU

## ZUSAMMENFASSUNG

Deutschland hat sich das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 80 bis 95 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 1990 einzusparen. Die Maßnahmen zur Erreichung dieses Ziels können nur wirksam umgesetzt werden, wenn sich alle Sektoren dieser Aufgabe annehmen. Bisher ist die Energiewende weitgehend eine Stromwende. Ein großer Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen fällt jedoch im Gebäudesektor an. Um die Energiewende zum Erfolg zu führen, muss zukünftig auch die Wärmeversorgung einbezogen werden. Die Energiewende im Gebäudesektor heißt daher Wärmewende.

Für das Erreichen der lokalen, regionalen und bundesweiten Klimaziele sind die kommunalen Unternehmen ein unverzichtbarer Partner. Sie sind regional verankert und leisten bereits heute einen wesentlichen Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung durch Erdgas sowie Fernwärme aus hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).

Wie sieht die Wärmeversorgung der Zukunft aus und welchen Beitrag können kommunale Unternehmen leisten? Im Rahmen eines Projektes haben Mitgliedsunternehmen aus der Energie-, Wasser-/Abwasser- und Abfallwirtschaft gemeinsam mit Wissenschaft und weiteren Akteuren nach Antworten auf diese Frage gesucht. Dabei wurde auch aufgezeigt, dass es Alternativen zum All-Electric-Ansatz gibt.

### Trends und Zielbild

Bereits heute sind Trends absehbar. Die Wärmeerzeugung wird diversifizierter durch die Nutzung von fossilen Brennstoffen, erneuerbaren Energien (EE) und Abwärme. Zudem spielen Infrastrukturen zur Einbindung der vielfältigen Wärmequellen eine immer bedeutendere Rolle. Stärker in den Fokus rückt zunehmend auch die Einbindung aller Akteure und Systembestandteile, zum Beispiel über die energetische Quartiersentwicklung und Sektorenkopplung.

Der Weg zu einer für die kommunalen Unternehmen zugleich wirtschaftlich tragfähigen und weitgehend treibhausgasneutralen Wärmeversorgung ist noch weit, das Zielbild jedoch klar: Die Wärmeversorgung der Zukunft ist auf die lokalen Gegebenheiten abgestimmt. Wärmeversorgungslösungen sind hocheffizient und binden die lokal vorhandenen Netzinfrastrukturen, Potenziale an erneuerbaren Energien und Abwärme sowie Verbraucherstrukturen bestmöglich ein. Entsprechend gibt es keine Pauschallösung. Und: Der Maßstab für die Wärmeversorgung der Zukunft ist weiterhin das energiepolitische Zieldreieck aus Versorgungssicherheit, Kosteneffizienz und Umweltverträglichkeit.

Das Instrumentarium für die Erfüllung dieses Zielbilds basiert auf einer Dreifachstrategie: Steigerung der Effizienz sowohl bei der Energieerzeugung (Primärenergieeffizienz) als auch bei der Energieverwendung (Endenergieeffizienz) sowie vermehrter Einsatz erneuerbarer Wärme- und Abwärmequellen. Der Leitgedanke lautet dabei: „Die Lösung liegt vor Ort“. Denn die Umsetzbarkeit einer umweltverträglichen, verlässlichen und kosteneffizienten Wärmeversorgung wird maßgeblich durch die lokal verfügbaren Infrastrukturen, Wärmequellen und Verbrauchsstrukturen bestimmt.

### Handlungsoptionen kommunaler Unternehmen

Die Handlungsoptionen der kommunalen Unternehmen für die Transformationen der Wärmeversorgung speisen sich aus diesen drei grundsätzlichen Lösungsansätzen und der Kenntnis der lokalen Gegebenheiten. Exemplarische Handlungsoptionen sind:

#### **Mit Wärmeplänen die Transformation der Wärmeversorgung voranbringen**

Die Weiterentwicklung der Wärme- und Gasnetze, die Entwicklung der Erzeugungs- und Verbrauchsstrukturen sowie die Erschließung erneuerbarer Wärme- und Abwärmequellen müssen für eine effiziente und nachhaltige Wärmeversorgung aufeinander abgestimmt werden. Mit kommunalen Wärmeplänen kann dies strukturiert und ganzheitlich erfolgen.

### **Potenziale über den Fokus auf das Quartier erschließen**

Kommunale Unternehmen können ganze Quartiere durch Netzinfrastrukturen versorgen und die Attraktivität des Lebensraums mit zusätzlichen Angeboten, zum Beispiel zur Mobilität, erhöhen. Der Blick auf das ganze Quartier erlaubt Versorgungslösungen, die aufgrund von Restriktionen bei einzelnen Gebäuden nicht anwendbar sind.

### **Netzinfrastrukturen verdichten, erweitern und aufbauen**

Durch den Anschluss neuer Kunden an klimafreundliche Netzinfrastrukturen können die Treibhausgasemissionen weiter reduziert werden. Dies ist insbesondere der Fall, wenn dadurch CO<sub>2</sub>-intensive Wärmeversorgung, zum Beispiel mit veralteten Ölheizungen, ersetzt wird. Der Anschluss neuer Kunden erfolgt dabei beispielsweise durch Verdichtung im Netz oder durch die Netzerweiterung am Rand der bestehenden Netze, etwa durch die Erschließung von Neubaugebieten.

### **Leitungsgebundene Wärmeversorgung optimieren**

Als Infrastrukturanbieter und Anlagenbetreiber optimieren die kommunalen Unternehmen ihre Wärmenetze und ihre Erzeugungsanlagen, zum Beispiel indem auf ein Heißwassernetz umgestellt oder auf klimafreundliche Energieträger, wie Erdgas oder synthetische Gase, gewechselt wird. Über KWK-Anlagen und verbundene Wärmenetze ermöglichen sie in Kombination mit Wärmespeichern und Power-to-Heat-Anlagen eine verlässliche, umweltverträgliche und kosteneffiziente Wärmeversorgung.

### **Wärmenetze zur Einbindung vielfältiger Wärmequellen nutzen**

In dichtbesiedelten Ballungsräumen wird die Nutzung erneuerbarer Wärmequellen oftmals durch eine begrenzte Flächenverfügbarkeit eingeschränkt. Diese Restriktionen können mit Wärmenetzen überwunden werden. Die erneuerbare Wärme kann in diesem Fall zum Beispiel am Stadtrand gewonnen werden. Über Wärmenetze kann die erneuerbare Wärme bis in die Innenstadt transportiert und dort verwendet werden. Dies gilt gleichermaßen auch für die Einbindung von Abwärme, die zum Beispiel in Müllheizkraftwerken und Kläranlagen am Stadtrand anfällt. Damit niedrigtemperierte Wärme aus erneuerbaren Energien aufgenommen werden kann, müssen intelligente, effiziente und zukunftsweisende Systemlösungen entwickelt werden. Bei Bedarf müssen die Wärmenetze punktuell ertüchtigt beziehungsweise neue Wärmenetze gebaut werden.

### **Wärmeversorgung als Dienstleister und Kooperationspartner optimieren**

Kommunale Unternehmen bieten als Energiedienstleister maßgeschneiderte Lösungen an. Sie sind zudem Kooperationspartner für diejenigen, die die Energieversorgung in die eigene Hand nehmen wollen. Ihr energiewirtschaftliches Know-how und ihre Kundennähe ermöglichen es kommunalen Unternehmen, auch über Klimaschutzmaßnahmen vor Ort zu beraten.

Die vielfältigen Handlungsoptionen zeigen: Die kommunalen Unternehmen spielen bei der Transformation der Wärmeversorgung eine entscheidende Rolle. Sie können in und mit ihren Kommunen intelligente Versorgungskonzepte umsetzen und Treibhausgasemissionen senken. Dies kann im bestehenden Querverbund oder in der Zusammenarbeit zwischen kommunalen Energieversorgern, Wasserversorgern und Abwasserentsorgern sowie Unternehmen der Abfallentsorgung und -verwertung geschehen. Dadurch können größere Hebeleffekte erzielt werden als durch eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen, die an Privathaushalte adressiert sind.

Damit die kommunalen Unternehmen ihren Beitrag leisten können, bedarf es verlässlicher Rahmenbedingungen und geeigneter Instrumente, die eine schrittweise und kontinuierliche Transformation ermöglichen.

## **Instrumente und Rahmenbedingungen für die Wärmewende**

### **Wärmeplanung anreizen und umfassenden Quartiersansatz einführen**

Mit Hilfe kommunaler Planungsinstrumente und des Quartiersansatzes muss die Transformation der Wärmeversorgung ganzheitlich und effizient umgesetzt werden. Die Kommunen sollten Anreize erhalten, bei der Wärmeplanung aktiv zu werden und kommunale Unternehmen frühzeitig einzubinden. Der Quartiersansatz sollte im Städtebaurecht und im Energieeinsparrecht umfassend eingeführt werden. Er muss dabei wärmewirtschaftliche Aspekte und lokale Gegebenheiten berücksichtigen.

### **Weiterentwicklung der Wärmeinfrastrukturen und KWK-Anlagen fördern**

Die Wärme- und Gasnetzinfrastruktur und die mit ihnen verbundenen KWK-Anlagen sind der Schlüssel für die zukünftige Wärmeversorgung. Die Erdgasinfrastruktur sollte bei einem ganzheitlichen, energieträger- und sektorenübergreifenden Verständnis der Energiewende mitgedacht werden. Zudem sollte die Politik Anreize für die Transformation der Wärmeerzeugung und der Wärmenetze setzen. Dabei sollte sie die Flexibilisierung der Erzeugung, die Diversifizierung der Wärmequellen und die hierfür notwendige Anpassung des Wärmenetzsystems und der Gebäude bzw. Prozesstechnik der Kunden in den Fokus stellen.

Potenziale, um die Treibhausgasemissionen bei der Wärmeversorgung weiter zu reduzieren, sind vorhanden. Es liegt an der Politik, die Unternehmen durch geeignete Anreize in die Lage zu versetzen, diese wirtschaftlich tragbar zu erschließen



01



## › WÄRMEMARKT IM WANDEL

### Ziele, Bedeutung und kommunaler Beitrag zur Wärmeversorgung

---

Welche klimapolitischen Ziele gibt es? Und welche Rolle spielen die kommunalen Unternehmen? Klar ist: Die Energiewende braucht die Wärmewende und die kommunalen Unternehmen.



## 1.1 Klimapolitische Ziele für den Wärmemarkt

### Pariser Klimavertrag setzt globalen Klimaschutzrahmen

Auf internationaler Ebene wurden 2015 die Weichen gestellt, um das Ziel der Klimaneutralität durch eine umfassende Reduktion der Treibhausgasemissionen in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts global anzustreben.

Im Pariser Übereinkommen wurde dazu ein weltweiter Aktionsplan vereinbart. Alle Staaten der Erde erkennen an, dass der Höhepunkt der weltweiten Treibhausgasemissionen so bald wie möglich erreicht und in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts Klimaneutralität erzielt werden muss. Die Staaten bestätigten das globale Ziel, die Erderwärmung auf deutlich unter 2°C gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter zu halten. Zudem wollen sie Anstrengungen unternehmen, die Erderwärmung auf 1,5°C zu begrenzen. Als letztes Land hat Syrien auf der Weltklimakonferenz in Bonn im Jahr 2017 angekündigt, dem Pariser Klimaschutzabkommen beizutreten.

### Nationaler Klimaschutzplan setzt Zielwerte für Wirtschaftssektoren

Deutschland hat sich bereits im Energiekonzept 2010 das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 80 bis 95 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 1990 einzusparen. Mit dem im Jahr 2016 beschlossenen Klimaschutzplan 2050 wurde dieses übergeordnete Ziel bekräftigt und für das Jahr 2030 erstmalig auf Zielwerte für die einzelnen

Wirtschaftssektoren heruntergebrochen. CDU, CSU und SPD haben im Koalitionsvertrag 2018 erneut bekräftigt, die im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 und im Klimaschutzplan 2050 vereinbarten Maßnahmenpakete und Ziele vollständig umzusetzen.

Klar ist: Die als Ziel gesetzte Emissionsreduktion kann nur wirksam erreicht werden, wenn sich alle Sektoren, unter anderem auch Industrie und Landwirtschaft, dieser Aufgabe annehmen. Verglichen mit dem Gesamtreduktionsziel für alle Wirtschaftsbereiche für das Jahr 2030 von zusammen 55 bis 56 Prozent und vor dem Hintergrund des absoluten Emissionsniveaus wird den Sektoren Gebäude und Energiewirtschaft der Löwenanteil der Reduktionsziele zugewiesen (s. Tabelle 1, Abschnitt „Treibhausgasemissionen“).

### Energiewende braucht Wärmewende

Die Transformation des Energieversorgungssystems kann sich nicht nur auf den Wandel in der Stromerzeugung konzentrieren, sondern muss Verkehr und Wärmeversorgung einbeziehen. Die Transformation des Wärmeversorgungssystems wird analog zur Energiewende als „Wärmewende“ bezeichnet. Die Wärmeenergieerzeugung verursachte im Jahr 2016 laut Umweltbundesamt Emissionen von 287 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>. Dies entspricht rund 38 Prozent der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland (s. Abbildung 2).

## QUANTITATIVE ZIELE DER ENERGIEWENDE UND STATUS QUO (2015)

	2015	2020	2030	2040	2050
<b>Treibhausgasemissionen</b>					
Treibhausgasemissionen Gesamt (ggü. 1990)	-27,2 %*	mind. -40 %	mind. -55 %	mind. -70 %	-80 bis -95 %
Treibhausgasemissionen Energiewirtschaft (ggü. 1990)			-61 bis -62 %		
Treibhausgasemissionen Gebäude (ggü. 1990)			-66 bis -67 %		
<b>Erneuerbare Energien</b>					
Anteil am Wärmeverbrauch	13,20 %	14 %			
<b>Effizienz und Verbrauch</b>					
Primärenergieverbrauch (ggü. 2008)	-7,60 %	-20 %			→ -50 %
Primärenergiebedarf Gebäude (ggü. 2008)	-15,90 %				→ -80 %
Wärmebedarf Gebäude (ggü. 2008)	-11,10 %	-20 %			

Tabelle 1: Eigene Darstellung, Quelle: BMWi, Stand: 12/2016, und BMUB: Stand 11/2016  
\* vorläufiger Wert für 2015

## ENERGIEBEDINGTE CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN 2016 IN DEUTSCHLAND

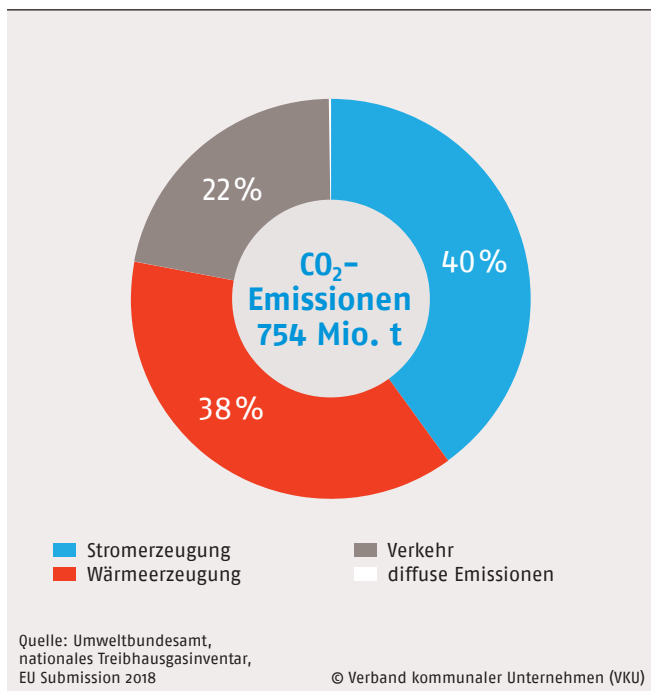


Abbildung 2

Der Blick auf die Zusammensetzung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser zeigt, dass Erdgas der dominierende Energieträger im Wärmemarkt ist. Sowohl im Bestand als auch im Neubau wird Wärme mehrheitlich über Erdgas bereitgestellt. Danach folgen Heizöl, erneuerbare Energien, Fernwärme und Strom. Kohleheizungen sind hingegen heutzutage nur noch selten im Einsatz (s. Abbildung 3).

### Wärmewende bedarf weiterer ambitionierter Schritte

Im Stromsektor wurden bereits große Fortschritte, insbesondere beim Ausbau der erneuerbaren Energien (s. Abbildung 4 auf der nächsten Seite), gemacht. Hingegen bestehen im Wärmebereich und besonders im Verkehrsbereich weiterhin umfangreiche CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale. Diese konnten bisher noch nicht in ausreichendem Maße gehoben werden.

Im Wärmesektor wurde zwar durch Energieeffizienz bei Raumwärme und Warmwasser bis 2016 eine Energieeinsparung von circa 686 PJ gegenüber 2007 erzielt. Damit wurden mehr als die Hälfte der beabsichtigten Einsparungen der Energieeffizienzpolitik in diesem Bereich realisiert. Das im Energiekonzept 2010 formulierte Ziel, den Wärmebedarf in Gebäuden bis 2020 um 20 Prozent gegenüber 2008 zu reduzieren, wurde bis 2015 mit minus 11,1 Prozent jedoch nur knapp zur Hälfte erreicht (s. Tabelle 1). Weitere ambitionierte Schritte sind deshalb unerlässlich.

## ENDENERGIEVERBRAUCH FÜR RAUMWÄRME UND WARMWASSER 2015 IN DEUTSCHLAND

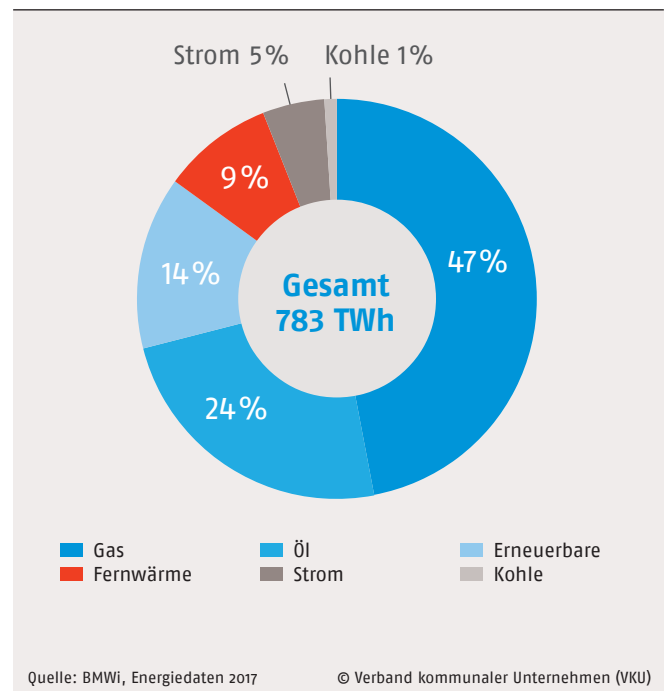


Abbildung 3

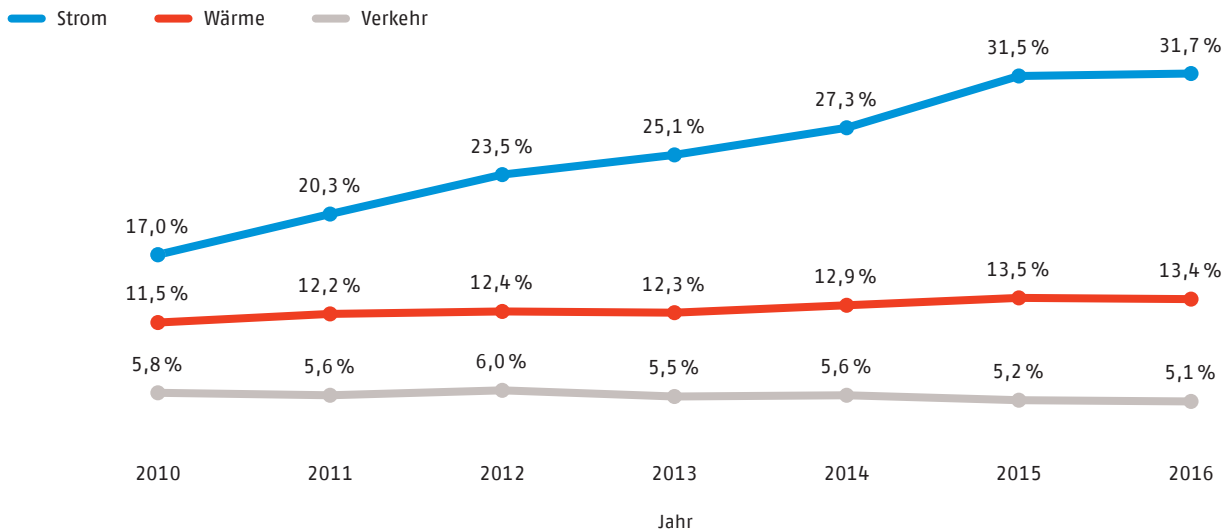
Beim Einsatz erneuerbarer Energien – wie Biomasse und Solarthermie – gab es in den letzten Jahren kaum Fortschritte. Der erneuerbare Anteil an der gesamten Wärmeversorgung ist von 2010 bis 2016 nur um rund 2 Prozentpunkte auf 13,4 Prozent gestiegen (s. Abbildung 4 auf der nächsten Seite). Das liegt sicher auch darin begründet, dass die Energiewende im Wärmesektor im Gegensatz zur Energiewende im Stromsektor weniger Aufmerksamkeit durch die Politik erfahren hat – verbunden mit entsprechend weniger Fördergeldern und Anreizinstrumenten. Auch ist der Wärmesektor in Bezug auf Technologien, Akteure und Marktstrukturen deutlich heterogener als der Stromsektor. Zudem können nur die jeweils lokal verfügbaren Technologien verwendet werden.

Im Verkehrsbereich ist der Anteil der erneuerbaren Kraftstoffe sogar rückläufig.

### Wärmewende ist Gemeinschaftsaufgabe

Alle Akteure müssen ihren Beitrag leisten, damit Deutschland seine klimapolitischen Ziele erfüllen kann. Die Politik muss dabei die Rahmenbedingungen setzen und gemeinsam mit Wirtschaft und gesellschaftlichen Gruppen für die Akzeptanz der Maßnahmen werben.

## ANTEIL DER ERNEUERBAREN ENERGIEN IN DEN SEKTOREN STROM, WÄRME UND VERKEHR



Quelle: AGEE-Stat

Abbildung 4

© Verband kommunaler Unternehmen (VKU)

Angesichts der hohen Ausgaben der Haushalte für die Wärmeversorgung (s. Abbildung 5 auf Seite 14) ist es unerlässlich, den Transformationsprozess sozialpolitisch zu begleiten. Insbesondere das Mieter-Vermieter-Dilemma verhindert derzeit die energetische Ertüchtigung des Gebäudebestandes.



### Mieter-Vermieter-Dilemma

Im Wohnungsbau werden oftmals energetisch sinnvolle Maßnahmen nicht durchgeführt, weil der Vermieter langfristig keinen Ertrag aus den dafür notwendigen Investitionen erzielen kann. Der Mieter hingegen spart durch die Maßnahmen Energiekosten, ohne dass er für die Maßnahmen zu zahlen hat. Dieser Umstand wird als Mieter-Vermieter-Dilemma beschrieben.

## 1.2 Beitrag kommunaler Unternehmen zur Wärmeversorgung

### Kommunale Unternehmen sind zentrale Akteure

Kommunale Unternehmen, insbesondere Stadtwerke und Regionalversorger, sind zentrale Akteure im Wärmemarkt.

Sie sind regional verankert und leisten bereits heute einen wesentlichen Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung.

Sie sind:

- der natürliche Kooperationspartner und Energiedienstleister, insbesondere für die mittelständische Wirtschaft, Kommunen und Haushaltskunden sowie für Anlagenbetreiber.
- Systemmanager als Experten für ganzheitliche Konzepte zur Energieversorgung und die Bereitstellung der Infrastruktur.
- Investoren in umweltverträgliche, effiziente Wärmeerzeugung und Netzinfrastruktur.

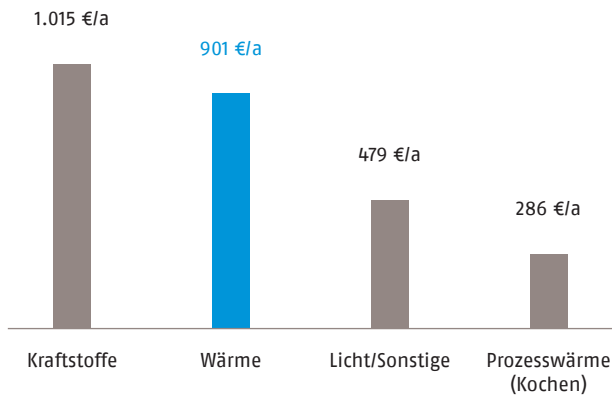
### Kommunale Unternehmen leisten einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz

Für kommunale Unternehmen stellt die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) die zentrale Säule der Erzeugung dar. Rund 41 Prozent der Stromerzeugungskapazitäten der Mitgliedsunternehmen des VKU befinden sich in KWK-Anlagen. Für die kommunale Fernwärme ist die Bedeutung der KWK noch größer: Knapp 80 Prozent der eigenen Wärmeerzeugung erfolgt durch KWK-Anlagen.



Modernes Blockheizkraftwerk

## AUSGABEN FÜR ENERGIE PRO HAUSHALT 2016 IN DEUTSCHLAND

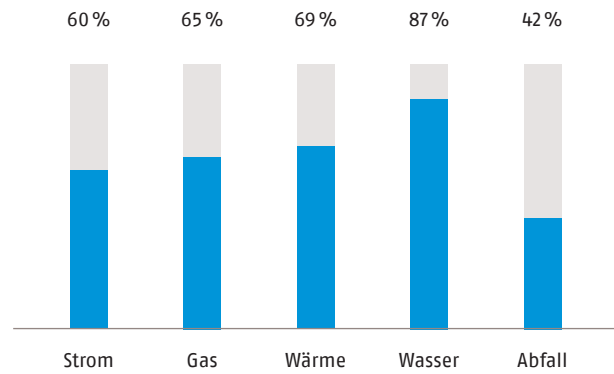


Quelle: BMWi, Energiedaten, Stand 01/2018

Abbildung 5

© Verband kommunaler Unternehmen (VKU)

## MARKTANTEILE DER VKU-MITGLIEDSUNTERNEHMEN IM ENDKUNDENSEGMENT



Quelle: VKU, 2017

Abbildung 6

© Verband kommunaler Unternehmen (VKU)



### Kraft-Wärme-Kopplung

Durch Kraft-Wärme-Kopplung wird Strom und Wärme in einem Prozess erzeugt. Die Wärme, die bei der Stromerzeugung anfällt, entweicht dabei nicht ungenutzt in die Atmosphäre. Sie wird stattdessen verwendet, um zum Beispiel an ein Fernwärmenetz angeschlossene Gebäude zu beheizen. Durch die gekoppelte Erzeugung wird der eingesetzte Brennstoff hocheffizient, mit Wirkungsgraden von bis zu 90 Prozent, genutzt.

Mit klimafreundlicher Fernwärme und Erdgas versorgen die Mitgliedsunternehmen des VKU rund zwei Drittel der Endkunden (s. Abbildung 6).

Als Infrastrukturanbieter betreiben die Mitgliedsunternehmen Gasnetze mit einer Gesamtlänge des achtfachen Erdumfangs und Wärmenetze mit einer Gesamtlänge des dreifachen Erdradius (s. Tabelle 2).

Damit sind die kommunalen Unternehmen unverzichtbarer Partner für das Erreichen der lokalen, regionalen und bundesweiten Klimaziele (s. Abbildung 7).

### EXKURS

#### Nur „Wärme“? Nein: Wärme- und Kälteversorgung zusammen denken

Obwohl vor allem von „Wärmeversorgung“ gesprochen wird, ist auch die Kälteversorgung inbegriffen. Die Bereitstellung von Prozess- und Klimakälte wird an Bedeutung gewinnen. Zum einen führen die hohen energetischen Anforderungen an die Gebäudehülle zu einer starken Aufheizung der Gebäude im Sommer. Im Winter sollen die starke Dämmung und die großen, gut isolierten Fensterflächen den Wärmebedarf minimieren. Im Sommer heizen die Sonnenstrahlen das Gebäude auf, die Wärme kann dann nur schwer entweichen. Zum anderen werden die Auswirkungen des Klimawandels, steigende Komfortansprüche der Haushaltskunden und die steigende Nachfrage durch Industrie sowie Gewerbe den Kältebedarf erhöhen.

Insofern muss perspektivisch auch eine nachhaltige Kälteversorgung in den Fokus genommen werden.

## KLIMASCHUTZ IN DER KOMMUNE

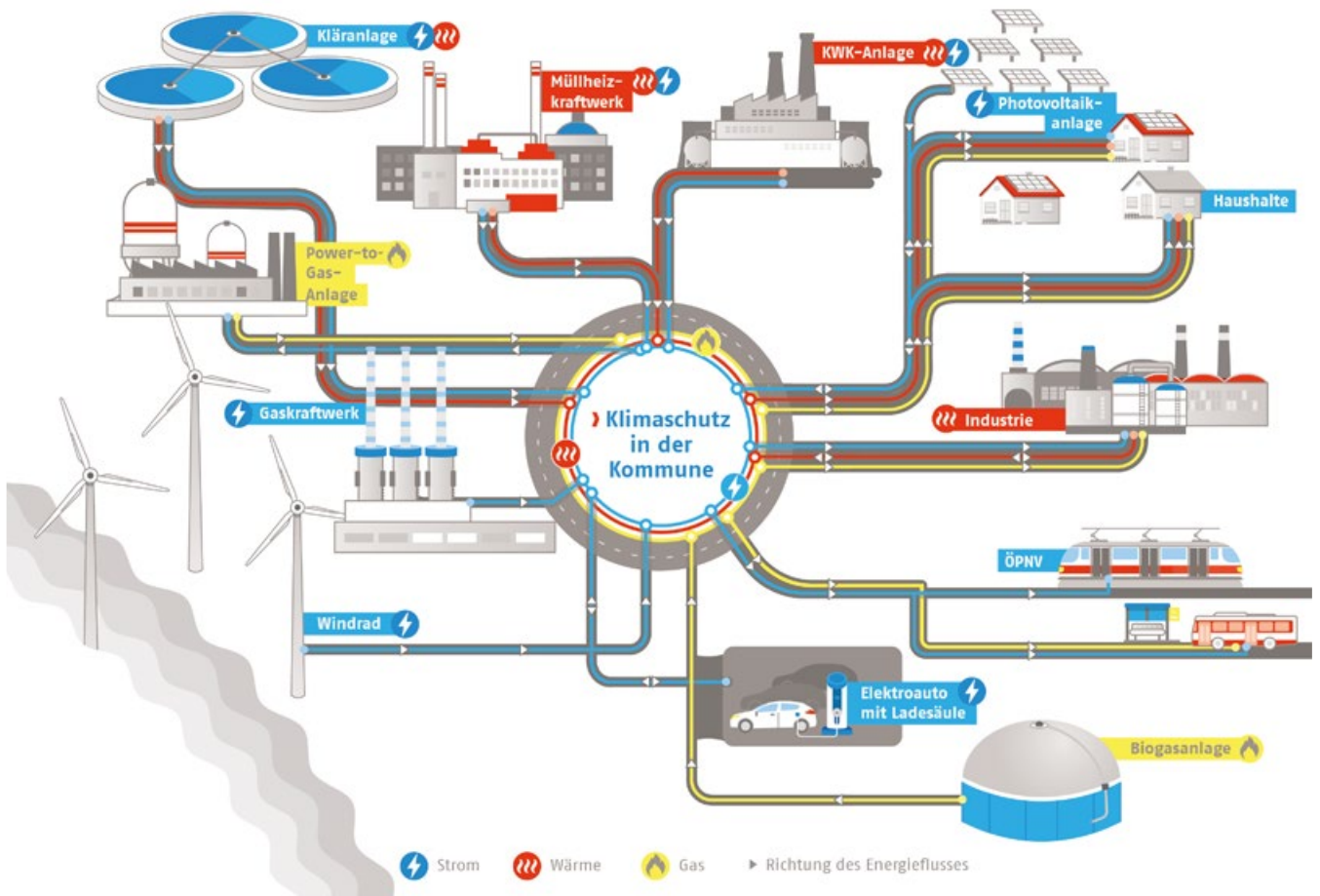


Abbildung 7

© Verband kommunaler Unternehmen (VKU)

## AUSGEWÄHLTE STRUKTURDATEN

	Zähler in Mio.	Länge des Leitungsnetzes in 1.000 km
Stromversorgung	28,1	808
Gasversorgung	10,3	334
Wärmeversorgung	0,6	23
Wasserversorgung	12,2	335
Abwasserentsorgung	–	132

Tabelle 2: VKU, 2017

© Verband kommunaler Unternehmen (VKU)



**02**





## › DAS ZIEL IM BLICK

### Die Wärmeversorgung der Zukunft

---

Lassen sich bereits Trends erkennen? Und welche Ansprüche muss die zukünftige Wärmeversorgung erfüllen? Klar ist: Infrastrukturen spielen eine zentrale Rolle.

Der Wandel des Wärmemarktes und der Beitrag der Kommunalwirtschaft dazu, spielt für die kommunalen Unternehmen eine entscheidende Rolle. Im Rahmen eines Projektes haben Mitgliedsunternehmen aus der Energie-, Wasser-/Abwasser- und Abfallwirtschaft gemeinsam mit Wissenschaft und weiteren Akteuren nach Antworten auf diese Frage gesucht. Als Teilergebnis werden nachfolgend sich bereits herausbildende Trends für die Wärmeversorgung, und das Zielbild einer weitgehend treibhausgasneutralen Wärmeversorgung beschrieben.

## 2.1 Trends bei der Wärmeversorgung

Wie sieht die Wärmeversorgung der Zukunft aus? Heute bestehende sowie absehbare Trends geben Aufschluss über eine mögliche Zukunft der Wärmeversorgung. Dabei wurden drei Haupttrends identifiziert:

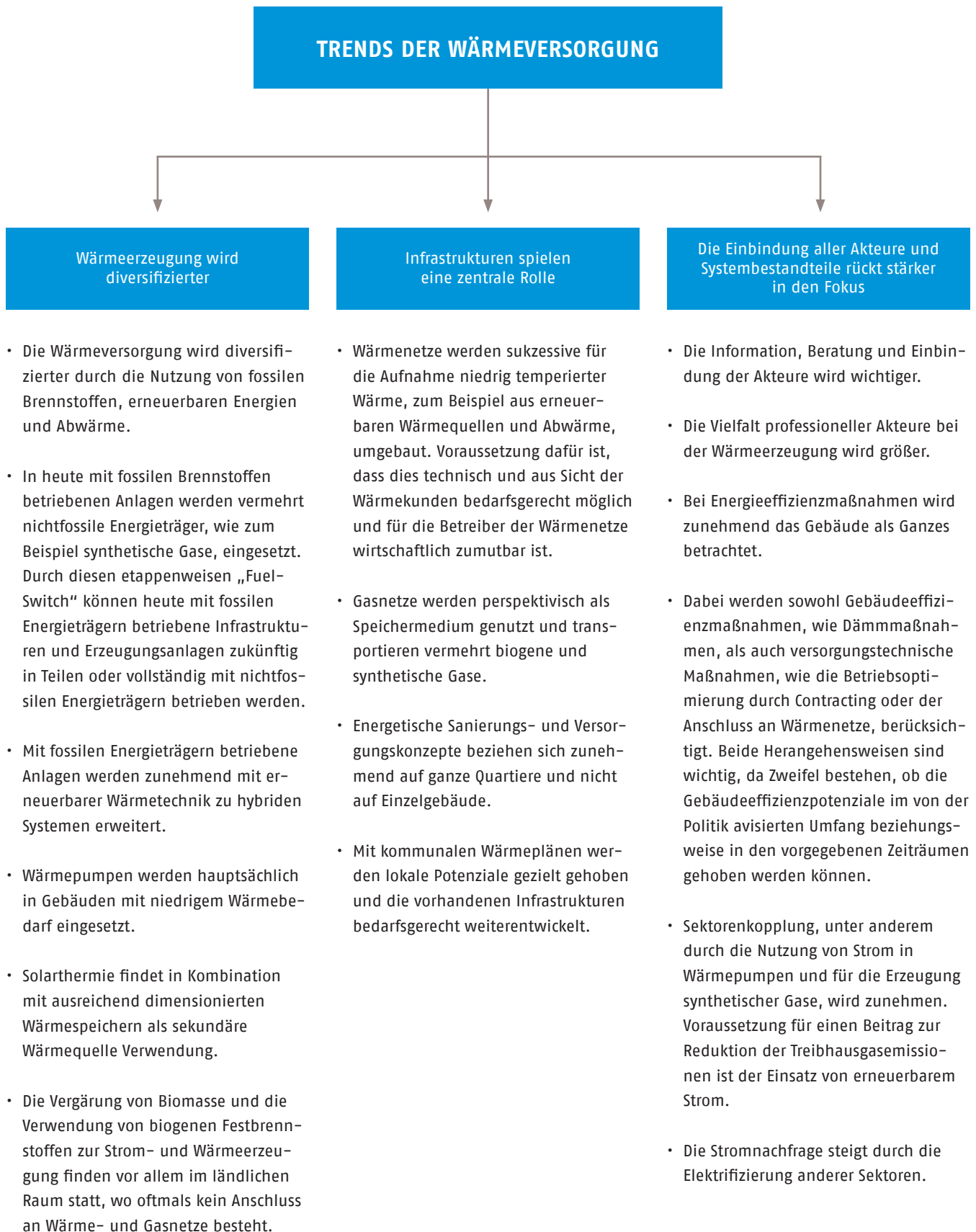
- Die Wärmeversorgung wird diversifizierter
- Infrastrukturen spielen eine zentrale Rolle
- Die Einbindung aller Akteure und Systembestandteile rückt stärker in den Fokus

Diese und weitere wahrscheinliche Entwicklungen aus Sicht der kommunalen Unternehmen werden in Abbildung 8 dargestellt.

## 2.2 Zielbild einer weitgehend treibhausgasneutralen Wärmeversorgung

Welche Ansprüche muss die Wärmeversorgung der Zukunft erfüllen? Während die Trends bei der heutigen Situation ansetzen, muss zur Beantwortung dieser Frage vom Ziel her gedacht werden. Aus Sicht der kommunalen Unternehmen stellt sich das Zielbild einer weitgehend treibhausgasneutralen Wärmeversorgung wie folgt dar:

- › Das energiepolitische Zieldreieck aus Versorgungssicherheit, Kosteneffizienz und Umweltverträglichkeit bleibt der Maßstab für die Wärmeversorgung der Zukunft.
- › Eine verlässliche Wärmeversorgung ist sichergestellt und es stehen Flexibilitätsoptionen, wie Speicher und Power-to-Heat-Anlagen, in ausreichendem Umfang zur Verfügung.
- › Die KWK leistet einen energieeffizienten, klimafreundlichen Beitrag zur Strom- und Wärmeversorgung. Dabei ist die KWK die ideale Komplementärtechnologie zu den volatilen erneuerbaren Energien.
- › Infrastrukturen, wie Smart-Grid-fähige, digitalisierte Stromverteils-, Gas- und Fernwärmenetze, sind unverzichtbar.
- › Wärmenetze verteilen erneuerbare Wärme sowie Abwärme und vermeiden somit Restriktionen bei der gebäudeindividuellen Nutzung dieser Wärmequellen, die insbesondere in Ballungsräumen aufgrund einer geringeren Flächenverfügbarkeit bestehen.
- › Gasnetze speichern, transportieren und verteilen erneuerbare Gase, integrieren mit dem Power-to-Gas-Verfahren erneuerbare Strommengen und lösen auf diese Weise Speicher- und Transportprobleme.
- › Es gibt keine Pauschallösung für eine weitgehend treibhausgasneutrale Wärmeversorgung. Auch in Zukunft werden gebäudeindividuelle Lösungen ebenso wie leitungsgebundene Versorgungstechnologien im Wärmesektor zum Einsatz kommen.
- › Stadt und Land sowie Gebiete mit und ohne Netzinfrastrukturen sowie Haushalts-, Gewerbe- und Industriekunden haben unterschiedliche Ausgangsbedingungen und Anforderungen an die Wärmeversorgung. Diesen lokalen Gegebenheiten wird die Wärmeversorgung der Zukunft gerecht.





03



## › DER WEG ZUM ZIEL



### Lösungsansätze und politische Weichenstellungen

---

Welche Handlungsoptionen gibt es? Und welche Rahmenbedingungen und Instrumente werden benötigt? Klar ist: Es bedarf eines Blumenstraußes an Lösungen sowie verlässlicher Rahmenbedingungen.

## LÖSUNGSANSÄTZE FÜR DIE WÄRMEWENDE

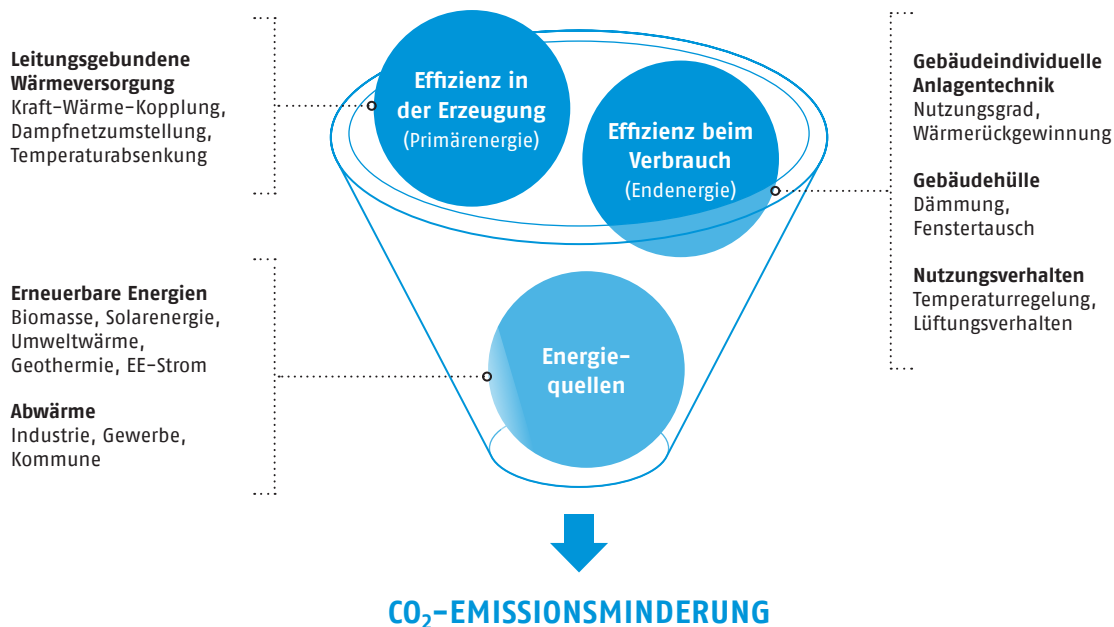


Abbildung 9

© Verband kommunaler Unternehmen (VKU)

Aufbauend auf den Überlegungen zu Trends und dem Zielbild werden grundsätzliche Ansätze zur Transformation der Wärmeversorgung und die Rolle kommunaler Unternehmen in diesem Wandel erläutert. Von besonderer Bedeutung sind dabei die lokalen Gegebenheiten. Sie bilden daher die Grundlage für die Beschreibung der Handlungsoptionen. Es werden Handlungsoptionen aufgezeigt, die einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten können und von besonderer Bedeutung für kommunale Unternehmen sind.

Damit kommunale Unternehmen Treibhausgasemissionen bei der Wärmeversorgung reduzieren können, müssen die Rahmenbedingungen stimmen und geeignete Instrumente geschaffen werden. Die dafür erforderlichen politischen Weichenstellungen werden ebenso beschrieben.

### 3.1 Die Lösung liegt vor Ort

#### Wärmewende erfordert eine Dreifachstrategie aus Primär- und Endenergieeffizienz sowie erneuerbaren Energien

Grundsätzlich spart eine langfristige und ganzheitliche Strategie für eine weitgehend treibhausgasneutrale Wärme- und Kälteversorgung auf lange Sicht Kosten für Wirtschaft und Gesellschaft.

Die Wärmewende kann nur durch die Berücksichtigung aller Ansätze zur Reduktion von Treibhausgasemissionen in der Wärmeversorgung gelingen. Die drei Lösungsansätze sind die Steigerung der Effizienz sowohl bei der Energieerzeugung (Primärenergieeffizienz) als auch bei der Energieverwendung (Endenergieeffizienz) und der vermehrte Einsatz erneuerbarer Energien (s. Abbildung 9).

#### „Efficiency first“ muss gesamte Lieferkette einschließen

Die Effizienz in der Energieerzeugung lässt sich durch eine höhere Ausnutzung des Brennstoffs steigern. KWK-Anlagen erreichen beispielsweise durch die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme eine Effizienz von bis zu 90 Prozent. Verbrauchsseitige Effizienzmaßnahmen setzen zum Beispiel bei der Wärmerückgewinnung durch Lüftungsanlagen, bei der Verringerung der Wärmeverluste über die Dämmung der Außenwände und bei einer an das Nutzerverhalten angepassten Temperaturregelung an. Neben der Steigerung der Effizienz ist der Einsatz von erneuerbaren Energiequellen, wie Biomasse, Solarthermie und Umweltwärme, sowie die Nutzung von Abwärme ein elementarer Baustein auf dem Weg zu einer weitgehend treibhausgasneutralen Wärmeversorgung.

Wichtig ist, dass auch erneuerbare Wärme und Abwärme effizient verbraucht werden. Die Lösung „Efficiency first“ geht insofern in die richtige Richtung. Dies sollte jedoch die Effizienz entlang der gesamten Lieferkette von der Energieerzeugung bis zum Verbrauch

## KRITERIEN ZUR KATEGORISIERUNG DER LOKALEN GEGEBENHEITEN

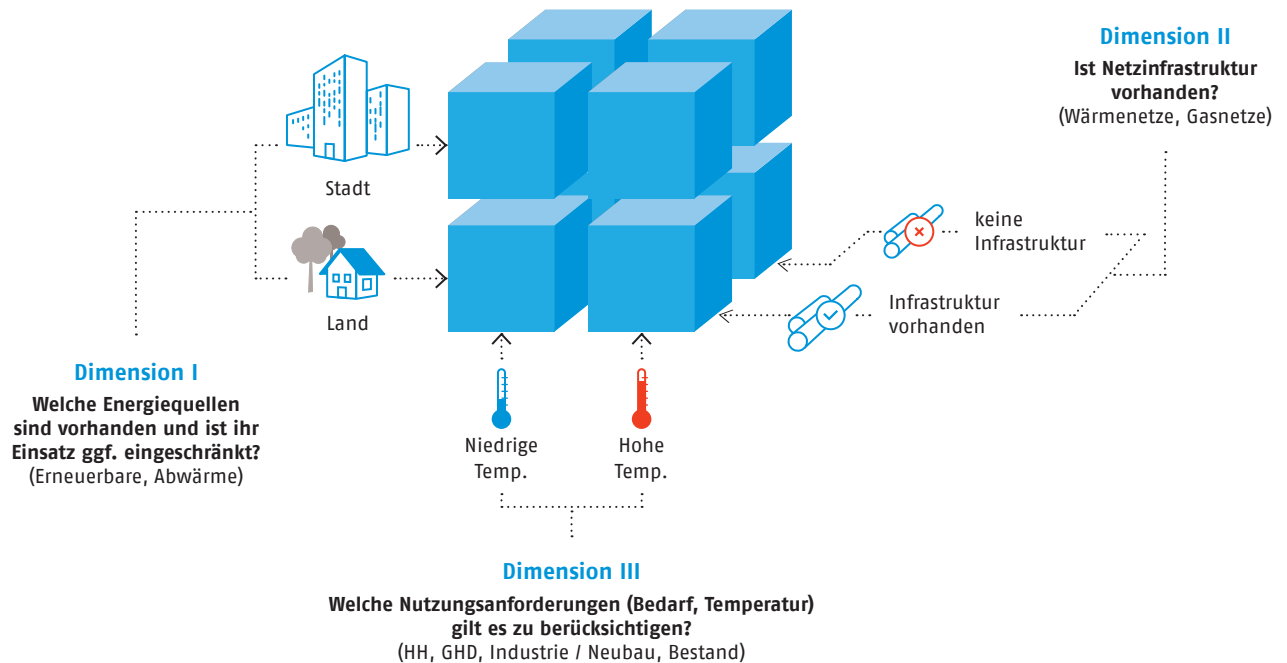


Abbildung 10

© Verband kommunaler Unternehmen (VKU)

– sowohl konventioneller als auch erneuerbarer Energieträger – einschließen. Ein alleiniges Fokussieren auf einen effizienteren Energieverbrauch, zum Beispiel durch Dämmmaßnahmen, ist für das Gelingen der Wärmewende nicht ausreichend.

Der Beitrag der Lösungsansätze zu einer klimafreundlichen Wärmeversorgung kann durchaus unterschiedlich ausfallen, denn das System muss in seiner Gesamtheit betrachtet werden. Maßgeblich für den Beitrag sind die individuelle Situation des Gebäudes und des Nutzers, die vorhandenen Infrastrukturen und die lokale Verfügbarkeit von CO<sub>2</sub>-armen, erneuerbaren Wärme- und Abwärmequellen.

#### Lokale Gegebenheiten bestimmen Handlungsoptionen

„Die Lösung liegt vor Ort“ – dieser Leitgedanke drückt aus, dass die lokalen Gegebenheiten die umweltverträgliche, verlässliche und kosteneffiziente Wärmeversorgung maßgeblich bestimmen. So ist eine Wärmeversorgung durch Tiefengeothermie beispielsweise nur möglich, wenn vor Ort hydrothermale Wärmequellen vorhanden sind. Da sich die Gegebenheiten von Ort zu Ort – sogar von Haus zu Haus – unterscheiden können, gibt es viele unterschiedliche Versorgungssituationen. Dennoch gibt es Gemeinsamkeiten, die für eine grobe Kategorisierung genutzt werden können. Beispielsweise kann nach der Verfügbarkeit von Energiequellen sowie Netzinfrastruktur und den Nutzungsanforderungen

kategorisiert werden (s. Abbildung 10). Auf die Dimensionen und Ausprägungen wird nachfolgend näher eingegangen.



#### Dimension I: Verfügbarkeit von klimafreundlichen Energiequellen

Klimafreundliche Energiequellen sind nicht überall in gleichem Maße verfügbar. Wenn sie verfügbar sind, kann es zudem Restriktionen geben, die die Nutzung für die Wärmeversorgung einschränken. Zum Beispiel können erneuerbare Energien in städtischen Räumen oftmals nur begrenzt zur Wärmeversorgung eingesetzt werden. Es besteht aufgrund geringer Flächenverfügbarkeit eine große Konkurrenz zu anderen Nutzungen.

Die Neigung, Verschattung und Ausrichtung der Dächer begrenzt etwa das Potenzial an Dachflächen, das für Solarthermie-Anlagen zur Verfügung steht. Solarthermie-Anlagen stehen zudem in Konkurrenz mit PV-Anlagen, Dachbegrünung und dem Ausbau von Dachgeschosswohnungen und Dachterrassen. Für Wärmepumpen müssen wiederum ausreichend Flächen sowohl für die Anlagentechnik als auch zur Gewinnung der Umweltwärme vorhanden sein. Lüftungsanlagen der Wärmepumpen müssen ober-

irdisch und Erdkollektoren der Erdwärmepumpen unterirdisch einen Platz finden. Umweltauflagen für Biomasse-Heizungen und Grundwasserschutzauflagen für Erdwärmepumpen können den Einsatz erneuerbarer Wärmetechniken verteuern oder unmöglich machen. Der Nutzung von Biomasse steht neben den hohen Flächenkosten die durch zusätzlichen Lieferverkehr noch stärker angespannte Verkehrslage in Ballungsräumen entgegen.

Andererseits sind insbesondere in städtischen Räumen klimafreundliche Abwärmequellen verfügbar. Es fallen voluminöse und konstante Abwasserströme an, aus denen Wärme gewonnen werden kann. In Kläranlagen wird durch Ausfällung des Klärschlammes Klärgas gewonnen, das elektrisch und thermisch genutzt werden kann. Zudem entsteht Abfall in großen Mengen, der in Müllverbrennungsanlagen thermisch verwertet wird. Ferner kann Abwärme von Industriebetrieben genutzt werden.

Im ländlichen Raum ist im Verhältnis zu verdichteten städtischen Siedlungsgebieten die Nutzung erneuerbarer Energien aufgrund der Flächenverfügbarkeit in einem größeren Umfang möglich. Das Aufkommen an Abfall, Abwasser und industrieller Abwärme ist dagegen geringer.

Aufgrund der Vielfalt an verschiedenen Energiequellen kann die Frage nach der Verfügbarkeit nicht kategorisch mit Ja oder Nein beantwortet werden. Sinnbildlich steht der städtische Raum für eine eingeschränkte Verfügbarkeit von Erneuerbare Energiequellen und eine hohe Verfügbarkeit von Abwärmequellen. Für den ländlichen Raum hingegen verhält es sich andersherum.



### Dimension II: Verfügbarkeit von Netzinfrastruktur

Die Verfügbarkeit von Wärme- und Gasnetzinfrastruktur beeinflusst die Umsetzbarkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Versorgungskonzepte – zum Beispiel steht die leitungsgebundene Wärmeversorgung durch Nah- oder Fernwärme im Wettbewerb mit gebäudeindividuellen Versorgungslösungen. Die kostenseitige Wettbewerbsfähigkeit der Nah- und Fernwärme ist dabei mitentscheidend davon abhängig, ob bereits Netzinfrastruktur besteht oder erst noch errichtet werden muss und welche Anschluss- und Wärmedichte erreicht wird.

Zusätzlich gibt es bei gebäudeindividuellen Konzepten Wettbewerb zwischen leitungsgebundenen Energieträgern, wie Erdgas oder Biogas, und nicht-leitungsgebundenen Fest- und Flüssigbrennstoffen, wie Erdöl, Flüssiggas und Pellets, und weiteren erneuerbaren Energien, wie Solarthermie. Gasbasierte Versorgungslösungen sind – mit Ausnahme von Flüssiggas – ohne zusätzlichen Ausbau der Gasnetze folglich nur in Gebieten umsetzbar, in denen bereits Gasnetze liegen.

Mit Blick auf die klimapolitischen Ziele können Infrastrukturen die Reduktion von Treibhausgasemissionen bei der Wärmeversorgung erleichtern, indem klimafreundliche Wärme und Gase eingespeist und großflächig verteilt werden. Dabei müssen jedoch auch die Kosten für die erforderliche Transformation der Infrastrukturen Berücksichtigung finden.



### Dimension III: Nutzungsanforderungen

Bei der Konzeption einer klimafreundlichen Wärmeversorgung müssen die Anforderungen der Nutzer berücksichtigt werden. Es muss sichergestellt werden, dass ausreichend Wärme mit dem gewünschten Temperaturniveau verlässlich zur Verfügung steht. Dabei lassen sich grob zwei Nutzergruppen unterscheiden.

Energieeffiziente Neubauten und sanierte Bestandsgebäude haben nur einen geringen Wärmeverbrauch. Sind sie mit ausreichend dimensionierten Heizungsflächen ausgestattet, benötigen sie in der Regel zudem nur Wärme auf niedrigem Temperaturniveau, das heißt eine Vorlauftemperatur von maximal 50 °C. Unsanierte Gebäude sowie gewerbliche und industrielle Prozesse benötigen hingegen deutlich höhere Temperaturen und verbrauchen mehr Wärme.

Die erforderlichen Temperaturen können nicht von allen erneuerbaren Wärmetechniken im gleichen Maß zur Verfügung gestellt werden. Zum Beispiel können handelsübliche Wärmepumpen nur niedertemperaturisierte Wärme erzeugen, wenn dies zugleich effizient, das heißt mit einer hohen Jahresarbeitszahl, erfolgen soll. Diese Wärmepumpen können daher nur in Gebäuden mit Niedrigenergiestandard effizient eingesetzt werden und nicht in Gebäuden mit hohen Temperaturanforderungen. Auch Gewerbe und Industrie mit teils sehr hohen Wärme- beziehungsweise Prozessdampfbedarfen können daher nicht ausschließlich durch diese Techniken mit Wärme versorgt werden.

---

Auf Basis dieser grob kategorisierten lokalen Gegebenheiten können Lösungsansätze für die Wärmeversorgung erarbeitet werden. Beispielsweise sollte im städtischen Raum mit vorhandener Wärmeinfrastruktur und Nutzern mit hohen Temperaturanforderungen geprüft werden, ob die Wärme durch hocheffiziente KWK bereitgestellt werden kann (für weitere exemplarische Lösungsansätze s. Abbildung 11).

Nachfolgend werden diese und weitere Lösungsansätze im Detail beschrieben und Kernforderungen an die Politik formuliert.



## EXKURS

## All-Electric-Ansatz – die „eine“ Lösung?

Eine nachhaltige Wärmeversorgung kann nicht nur mit erneuerbaren Wärmequellen erfolgen, sondern wird auch zunehmend durch die Wärmeerzeugung mit Hilfe erneuerbaren Stroms realisiert. Die Herausforderungen der Wärmewende können allerdings nicht alleine und nicht ohne Weiteres durch Strom aus erneuerbaren Energien – das heißt mit dem „All-Electric-Ansatz“ – gemeistert werden:

- **Versorgungssicherheit:** Wie kann eine verlässliche Wärmeversorgung trotz volatiler Strommengen aus Sonne und Wind gewährleistet werden?
- **Technische Umsetzbarkeit:** Welche Strommengen aus erneuerbaren Energien sind bis 2050 und darüber hinaus erforderlich, um entsprechende Anteile des Wärmebedarfs zu decken, und ab wann wären ausreichend Kapazitäten vorhanden? Welche Auswirkungen hat das auf die Spitzenlast?
- **Gesellschaftliche Umsetzbarkeit:** Würde die Bevölkerung einen weiteren Ausbau der Erneuerbare-Energien-Anlagen und der Stromnetzinfrastruktur in dem erforderlichen Kapazitätsumfang überhaupt akzeptieren?

- **Wirtschaftlichkeit:** Ist der All-Electric-Ansatz aus Sicht der Volkswirtschaft der beste Weg zum Erreichen einer weitgehend treibhausgasneutralen Energieversorgung? Was würde der Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung, der Übertragungsnetze und insbesondere auch der Verteilnetze kosten? Ist die Endenergie Strom nicht zu wertvoll für den großtechnischen Einsatz bei der Wärmeversorgung?

Klar ist: Der Einsatz von erneuerbarem Strom für die Wärmeversorgung, zum Beispiel in Wärmepumpen, wird einen nennenswerten Beitrag zur Wärmewende leisten. Der genaue Umfang und Anteil wird von den zukünftigen Rahmenbedingungen abhängen. Dennoch kann es nur ein Instrument in einem ganzen Strauß an Möglichkeiten sein. Sämtliche Möglichkeiten müssen im Rahmen eines technologieoffenen und Innovationen anreizenden Ansatzes genutzt werden, um das Ziel einer weitestgehend treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu erreichen.

## EXEMPLARISCHE LÖSUNGSOPTIONEN IN ABHÄNGIGKEIT DER LOKALEN GEBENHEITEN

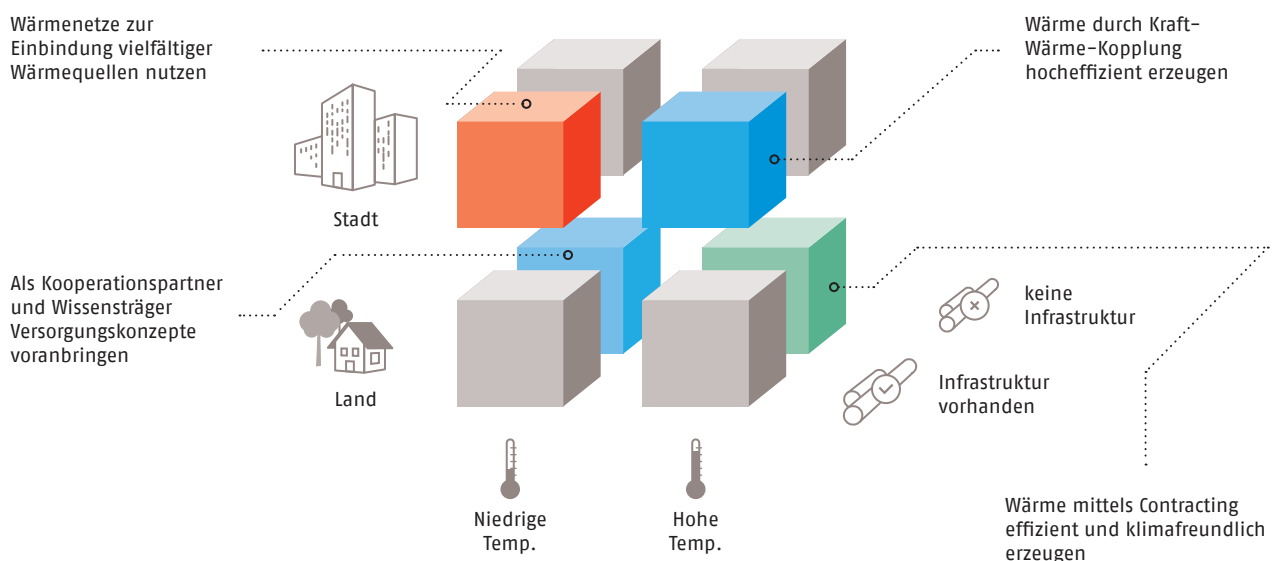


Abbildung 11

## WÄRMEPLANUNG

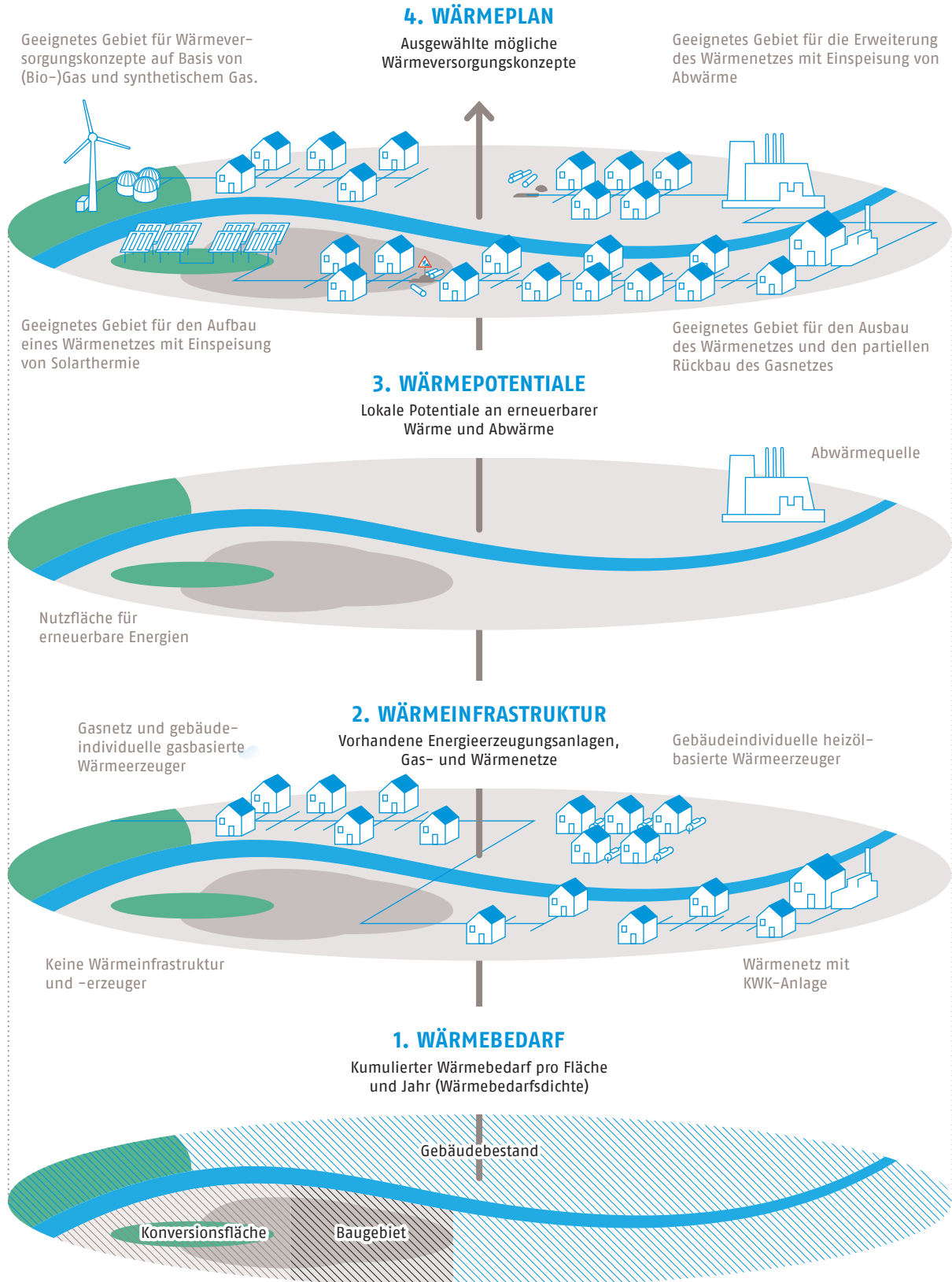


Abbildung 12

## 3.2 Mit Wärmeplänen die Transformation der Wärmeversorgung voranbringen

### LÖSUNGSANSATZ

#### Die Wärmeplanung steckt den Rahmen für die zukünftige Wärmeversorgung ab

Die Wärmewende ist kleinteilig, weil sie die speziellen örtlichen Verhältnisse berücksichtigen muss. Zugleich muss das große Ganze im Blick bleiben. Und es müssen aufgrund der Langlebigkeit der Technologien „Lock-in“-Effekte vermieden werden. Der holistische Ansatz der kommunalen Wärmeplanung adressiert diese Herausforderungen. Er zeigt auf die Kommune zugeschnittene Pfade in eine kosteneffiziente, versorgungssichere und klimafreundliche Zukunft der Wärmeversorgung auf.

#### Die Wärmeplanung berücksichtigt vielfältige Einflussgrößen

Für eine effiziente und nachhaltige Transformation der Wärmeversorgung müssen die vorhandenen Infrastrukturen, die Wärmeerzeugung und heutige und zukünftige Verbrauchsstrukturen sowie die lokale Verfügbarkeit von erneuerbaren Wärmequellen und Abwärmequellen berücksichtigt werden. Diese vielfältigen Einflussgrößen können durch eine kommunale Wärmeplanung erfasst, analysiert und Entwicklungsmöglichkeiten geplant werden (s. Abbildung 12).

Die Wärmeplanung schafft die Grundlage dafür, die Potenziale der Kommune gezielt zu heben, zum Beispiel mit Hilfe von Erneuerbare-Energien-Potenzialkarten, und ermöglicht es, die Infrastrukturen bedarfsgerecht weiterzuentwickeln, zum Beispiel indem Vorranggebiete festgelegt werden, um langfristig parallele Wärme- und Gasnetzinfrastrukturen zu vermeiden.

Das Instrument steckt somit den Rahmen für die Wärmeversorgung der Zukunft. Kommunale Unternehmen und weitere Akteure können die Wärmeplanung dann für die effiziente Umsetzung von Wärmeversorgungskonzepten nutzen.

#### Wärmeatlanten sind als Vorstufe seit langem im Einsatz

Eine Vorstufe der kommunalen Wärmeplanung sind Wärmeatlanten. Stadtwerke analysieren seit Jahrzehnten mit Wärmeatlanten den Wärmebedarf und entwickeln die leitungsgebundene Wärmeversorgung weiter. Dabei stimmen sie die Versorgungsinfrastrukturen mit der lokalen Verbraucherstruktur ab. Sie berücksichtigen Wärmesenken und -quellen, Infrastrukturen sowie zukünftige, zum Beispiel demografische, Entwicklungen.

#### EU sieht Wärme- und Kältepläne vor

Eine bundeseinheitliche rechtliche Grundlage oder eine gesetzliche Pflicht der Kommunen zur Wärmeplanung gibt es derzeit

in Deutschland nicht. Die Energieeffizienz-Richtlinie (RL 2012/27/EG) der EU sieht allerdings in Art. 14 Abs. 1 i. V. m. Anhang VIII die umfassende Bewertung des nationalen Wärme- und Kälteversorgungspotenzials und die Darstellung in Form einer Landkarte, also Wärme- und Kältepläne, vor.

### KERNFORDERUNGEN

#### Parallele Infrastrukturen vermeiden

Über Wärmepläne sollten parallele Infrastrukturen im Sinne der Kosteneffizienz langfristig vermieden oder zurückgeführt werden können. Vor dem Hintergrund steigender Gebäudeeffizienz würde eine Konkurrenz zwischen leitungsgebundenen Wärmeversorgungssystemen langfristig zu steigenden fixen Kostenanteilen führen.

#### Partnerschaftliche Erstellung durch Kommune und kommunale Unternehmen anreizen

Für die Wärmeplanung sind fundierte Kenntnisse über städtebauliche und energiewirtschaftliche Zusammenhänge erforderlich. Eine Partnerschaft von Kommune und Stadtwerken bietet sich daher für die Erstellung und Umsetzung von Wärmeplänen an. Während das Stadtwerk das energiewirtschaftliche Know-how bereitstellt, kann die Kommune in der Rolle eines übergeordneten Steuerorgans als Koordinator, Moderator und Organisator des Informationsaustausches fungieren. Insbesondere bei mehreren lokalen Akteuren in der Energieversorgung ist dies sinnvoll.

#### Informationsbeschaffung und -verarbeitung erleichtern

Für eine fundierte kommunale Wärmeplanung müssen zahlreiche Daten erhoben und verarbeitet werden. Es müssen Rahmenbedingungen geschaffen werden, um dies zu ermöglichen und zu erleichtern.

#### Umsetzung in Pilotprojekten fördern

Kommunen und Stadtwerke sollten Anreize bekommen, Wärmepläne oder Vorstufen umzusetzen und Erfahrungen zu sammeln. Im Sinne der Sektorenkopplung ist über eine Erweiterung zu Energieplänen frühzeitig konzeptionell nachzudenken.

#### › Kommunales Planungsinstrument zur Wärmeplanung schaffen:

- Parallele Infrastrukturen vermeiden
- Partnerschaftliche Erstellung anreizen
- Informationsbeschaffung und -verarbeitung erleichtern
- Umsetzung in Pilotprojekten fördern

# Aus der Praxis

## Stadtwerke Düsseldorf AG



### Wärmeatlas und Wärmeentwicklungsplan

#### DIE IDEE



Die Stadtwerke Düsseldorf haben in den vergangenen vier Jahren ein System zur Wärmeentwicklungsplanung konzeptioniert und umgesetzt. Dieses besteht im Wesentlichen aus einem Wärmeatlas, der alle relevanten Objekt-, Netz- und Straßeninformationen enthält und visualisiert. Ein ergänzendes Tool zur automatisierten Wirtschaftlichkeitsbewertung beliebiger Erschließungsknoten liefert die Informationen für den optimalen Fernwärmenetzausbau. Die CO<sub>2</sub>-Wirkung von Heizungsumstellungen kann stadtteil-, quartiers- und gebäudescharf ermittelt werden.

Mit Hilfe der Wärmeentwicklungsplanung wird der Netzausbau konsequent vorangetrieben und Düsseldorf zunehmend mit CO<sub>2</sub>-armer Wärme aus dem in Kraft-Wärme-Kopplung betriebenen

Gas- und Dampfturbinen (GuD)-Heizkraftwerk Fortuna versorgt. Das Kraftwerk ist 2016 auf der Lausward in Düsseldorf in Betrieb genommen worden.

Das Projekt ist eine unverzichtbare Grundlage für eine zunehmend vernetzte urbane Infrastruktur. Die konsequente Einbeziehung erneuerbarer Energiequellen in den Wärmemarkt stellt alle Akteure vor Ort vor große Herausforderungen. Quartier für Quartier werden Lösungen zu entwickeln sein, um über die nächsten Jahre hinweg die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Wärmeversorgung konsequent zu minimieren. Um dies wirtschaftlich und sicher zu gewährleisten, ist eine solide Planung unerlässlich.

#### DIE UMSETZUNG



Der Fernwärmeausbau der Stadtwerke Düsseldorf ist derzeit sehr erfolgreich mit niedrigem Primärenergiefaktor, wettbewerbsfähigen Wärmepreisen und günstigen Erschließungskosten. Ein kundengetriebener Fernwärmeausbau ist allerdings nicht zu jedem Zeitpunkt und in jedem Fall deckungsgleich mit einem Fernwärmeausbau, der netzstrategischen Zielsetzungen oder Zielen maximaler CO<sub>2</sub>-Minimierung folgt. Daher wird der Fernwärmeausbau durch eine Arbeitsgruppe gesteuert, in der Vertrieb, Netze und Technik zusammenarbeiten. Herausfordernd ist es auch, zentrale und dezentrale Erzeugungsanlagen konzeptionell optimal aufeinander abzustimmen.

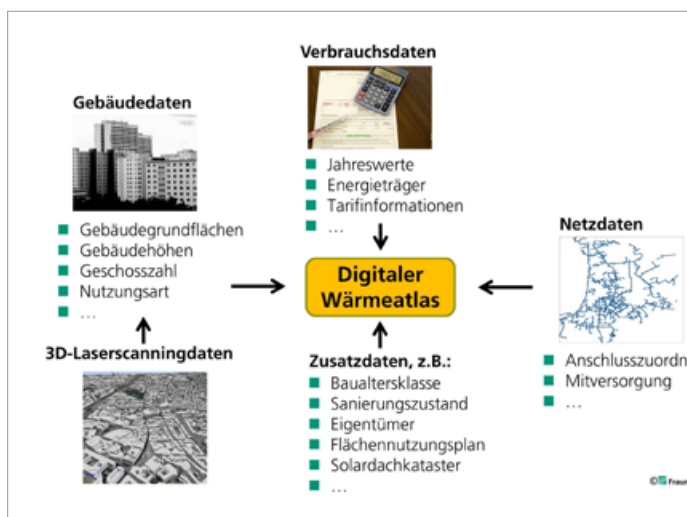
Das Fraunhofer IFAM, ehemals Bremer Energie Institut, hat die Basisversion des Wärmeatlas Düsseldorf erstellt. Es hat die grundlegende Methodik für die wirtschaftliche Bewertung von Fernwärmeausbauoptionen mit entwickelt und erprobt. Das dortige Know-how sowie der Austausch mit anderen Versorgungsunternehmen und dem Softwareentwickler GE Energy Connections haben geholfen, das Instrumentarium weiterzuentwickeln. Als eigenständig pflegbares Planungstool kann es zielgerichtet für die Umsetzung der Wärmewende in Düsseldorf genutzt werden.

# WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT

Die Zukunft der Wärmeversorgung muss geprägt sein von einem sukzessiv steigenden Anteil qualitativ hochwertiger dekarbonisierter Wärme. Mit dem GuD-Kraftwerk und einem kontinuierlich ausgebauten Fernwärmenetz haben die Stadtwerke Düsseldorf beste Voraussetzungen, die aktuellen Herausforderungen zu meistern. Durch das intelligente Wärmesystem Düsseldorfs wird in entscheidender Weise der Weg zur weitgehenden CO<sub>2</sub>-Neutralität der Stadt im Jahre 2050 geebnet. Dies erfolgt parallel zu Prüfungen, in welchem Umfang sich erzeugungsseitig der Anteil von Gas aus der fortschreitenden Entwicklung des Einsatzes der Power-to-Gas-Technologie oder die Einspeisung CO<sub>2</sub>-freier Wärme aus kleineren dezentralen Anlagen ins Fernwärmenetz entwickeln werden. Sollen aus Klimaschutzgründen in Zukunft beispielsweise Netze mit geringeren Temperaturen betrieben werden, müssen Erzeugung, Netzstruktur und -betrieb immer genauer aufeinander abgestimmt werden.

Gemeinsame Zielsetzung der Stadtwerke und der Stadt Düsseldorf ist die Verringerung von Emissionen und die weitere Dekarbonisierung. Dazu werden Modellquartiere ausgewiesen und die Wärme- und Strom-Infrastruktur optimiert.

Wärme- und Energiepartnerschaften mit Industrieunternehmen und anderen Großverbrauchern werden von den Stadtwerken Düsseldorf auf Umsetzbarkeit geprüft. Sie werden dort ins Leben gerufen, wo es für beide Seiten sinnvolle Konzepte gibt. Dazu gehören partnerschaftliche Nutzungen von KWK-Anlagen, Abwärmennutzungen oder die Einspeisung von erneuerbaren Energien ins Fernwärmenetz. Die planerisch-konzeptionelle Grundlagenarbeit im Rahmen der Wärmeentwicklungsplanung bildet dazu die Basis.



Datengrundlage digitaler Wärmeatlas

Quelle: Fraunhofer IFAM, Stadtwerke Düsseldorf AG

# ÜBERBLICK

## Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: 2.042 Mio. € (2016)  
Mitarbeiter: 1.548 (2016)

## Versorgungsgebiet

Düsseldorf und Region

Fläche Düsseldorf: 217,4 km<sup>2</sup>  
Einwohner im Gebiet: 635.704  
Netzlänge Fernwärme: 234 km  
Anschlüsse Fernwärme: 5.500

## Bundesland

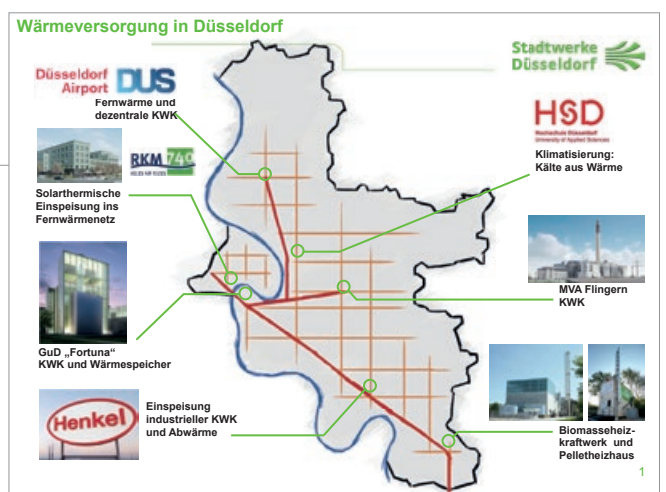
Nordrhein-Westfalen

## Finanzvolumen des Projektes

Volumen: ca. 500.000 Euro

## CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

keine Angabe möglich



Wärmeversorgung in Düsseldorf

Quelle: Stadtwerke Düsseldorf AG

## BLICK VOM EINZELGEBÄUDE AUF DAS QUARTIER








							
<b>Einzelgebäude</b>	✓	✗	?	?	✓	✗	✗
<b>Quartier</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Abbildung 13

© Verband kommunaler Unternehmen (VKU)

### 3.3 Potenziale über den Fokus auf das Quartier erschließen

#### LÖSUNGSANSATZ

#### Der Blick auf das Quartier ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung

Für eine erfolgreiche Energiewende muss der Blick zunehmend vom einzelnen Gebäude auf das Quartier gerichtet werden (s. Abbildung 13). So sind Potenziale für den Einsatz erneuerbarer Wärme im Einzelgebäude beschränkt. Der Quartiersansatz ermöglicht eine innovative, kosteneffiziente Versorgung mit klimafreundlicher Wärme.

Mit dem Blick auf das Ganze können Potenziale vollständig gehoben werden. Die Wärmequellen werden an den Orten erschlossen, an denen die besten Bedingungen herrschen. Über ein Wärmenetz können dann alle Gebäude im Quartier von diesen Wärmequellen versorgt werden. Beispielsweise können Gebäude, die keinen geeigneten Zugang zu Erdwärme haben, über ein Wärmenetz mit geothermischer Wärme vom Quartiersrand versorgt werden. Zudem lassen sich Skaleneffekte heben und gegebenenfalls in der Nachbarschaft vorhandene Wärmeinfrastrukturen einbinden.

Kommunale Unternehmen können Quartiere durch den Aufbau von Netzinfrastrukturen versorgen und die Attraktivität des Lebensraums mit zusätzlichen Angeboten, zum Beispiel zur Mobilität, erhöhen. Zudem könnten Quartiere den überschaubaren Rahmen für die Erprobung neuer, innovativer Konzepte bieten sowie als Grundlage für die Schaffung von Vorranggebieten herangezogen werden. Über Vorranggebiete könnten parallele Infrastrukturen vermieden werden (s. Abbildung 12).

#### Bei der Quartiersentwicklung müssen vielfältige Ziele unter einen Hut gebracht werden

Auslöser für Quartiersentwicklungen waren in der Vergangenheit häufig soziale Herausforderungen. Neben sozialen Aspekten rückt zunehmend die Energieversorgung des Quartiers in den Fokus. Zukünftig werden daher verschiedene Ziele verfolgt. Entsprechend muss dies bei der Festlegung des Quartiers, etwa hinsichtlich des räumlichen Zuschnitts und der Größe, Berücksichtigung finden (s. Abbildung 14).

Einen Rechtsbegriff für das Quartier gibt es derzeit nicht. Erste Quartiersansätze sind im Erneuerbare-Energien-Wärme-gesetz (EEWärmeG) und im Referentenentwurf des 2017 gescheiterten Gebäudeenergiegesetzes (GEG) enthalten.

## VERSCHIEDENE HERAUSFORDERUNGEN MIT DEM QUARTIERSANSATZ GEMEINSAM LÖSEN

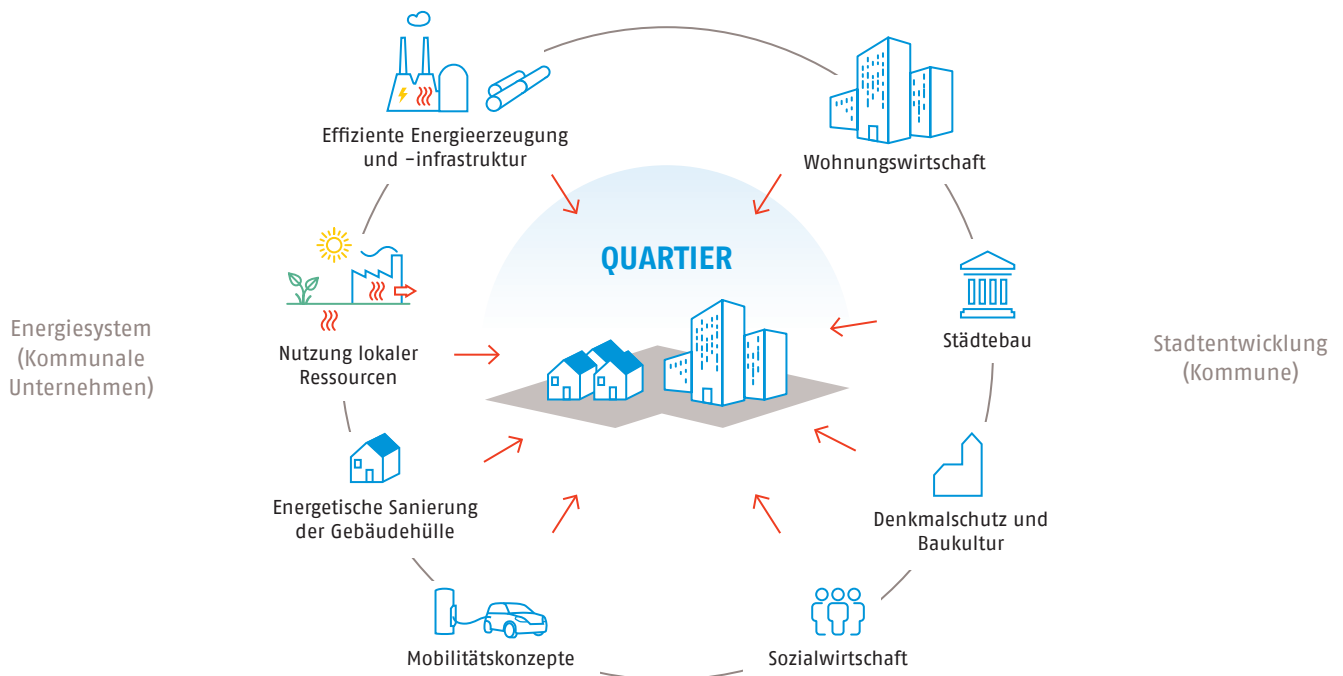


Abbildung 14

© Verband kommunaler Unternehmen (VKU)

### KERNFORDERUNGEN

#### Quartiersansatz im Städtebaurecht und im Energieeinsparrecht verankern

Die Quartierebene sollte als zentraler Ansatzpunkt für die Energiepolitik im Gebäudesektor fungieren. Daher sollte der Quartiersansatz im Städtebaurecht und im Energieeinsparrecht umfangreich berücksichtigt werden.

#### Wärmewirtschaftliche Aspekte bei der Festlegung des Quartiers berücksichtigen

Beim räumlichen Zuschnitt des Quartiers sollten wärmewirtschaftliche Aspekte, wie vorhandene Infrastrukturen, Wärmequellen und -senken, stärker Berücksichtigung finden. Zudem sollte die Festlegung des Quartiers nicht über pauschale rechtliche Vorgaben eingeeengt werden. Dies wäre nicht sachgerecht, da dadurch auf die zunehmende Vielfalt an Zielsetzungen, unter anderem die Optimierung der Energieversorgung, nicht adäquat eingegangen und auf lokale Gegebenheiten nicht ausreichend Rücksicht genommen werden kann.

#### Hürden bei der Finanzierung und Umsetzung der Konzepte abbauen

Die unterschiedlichen Förderprogramme für die Quartiersentwicklung sollten weiter vereinfacht werden und besser kombinierbar sein.

#### › Umfassenden Quartiersansatz einführen:

- Quartiersansatz im Städtebaurecht und im Energieeinsparrecht verankern
- Wärmewirtschaftliche Aspekte bei der Festlegung des Quartiers berücksichtigen
- Hürden bei der Finanzierung und Umsetzung der Konzepte abbauen

# Aus der Praxis

## BS|ENERGY



### Biomasse-Heizkraftwerk Hungerkamp

#### DIE IDEE



In diesem Musterbeispiel für die energetische Quartiersentwicklung wurde der nicht an das bestehende Fernwärmenetz angeschlossene Stadtteil Braunschweig-Gliesmarode mit Nahwärme erschlossen. Ausgehend von der Kaserne der Polizeidirektion mit veralteter Heizungstechnik wurden dazu weitere potenzielle Kunden identifiziert und ein an sie angepasstes dezentrales, flexibles und grünes Versorgungskonzept entwickelt.

Zur Versorgung wurde ein Biomasse-Heizkraftwerk bestehend aus vier Anlagenkomponenten errichtet. Der Grundbedarf an Wärme wird über ein Biomethan-BHKW (1,2 MW<sub>th</sub>, 1,2 MW<sub>el</sub>) gedeckt. Im Herbst und Winter wird zusätzliche Wärme im Holz-Heizkessel (2,0 MW<sub>th</sub>) produziert. Zwei Wärmespeicher (je 50 m<sup>3</sup> Volumen) halten ungenutzte Wärme vor und geben sie bei Bedarf wieder ab.

Ein erdgasbetriebener Reservekessel (6,5 MW<sub>th</sub>) sichert die Versorgung, wenn Anlagen gewartet werden müssen. Als Projektpartner von BS|ENERGY hat die SH Kraft-Wärme GmbH Investition, Betrieb und Brennstofflogistik des Biomassekessels übernommen und ist über einen Wärmeliefervertrag abgesichert.

Für die Wärmeverteilung wurde ein ca. 4 km langes Wärmenetz verlegt. Nun werden darüber ganzjährig die Polizeikaserne, eine Unterkunft für Geflüchtete und eine Kindertagesstätte sowie rund 670 Wohneinheiten effizient mit grüner Wärme im Umfang von 15,6 Mio. kWh/a versorgt. Es konnten dadurch 34 weitgehend veraltete Gas-, Heizöl- und sogar Kohle-Heizungsanlagen ersetzt werden. Zusätzlich wird für ca. 2.300 Haushalte grüner KWK-Strom erzeugt.

#### DIE UMSETZUNG



Eine der größten Herausforderungen war, dass sich alle potenziellen Wärmekunden noch vor Baubeginn an einen zehnjährigen Wärmeliefervertrag binden mussten. Ohne diese Absicherung wäre das Projekt nicht realisiert worden. Zusätzlich gab es Bedenken, dass ein Heizkraftwerk zu Luftverschmutzung und Geräuschbelästigung führen könnte. Diese Bedenken konnten durch Bürgerversammlungen, regelmäßige Informationen zu technischen Lösungen und zum weiteren Vorgehen aus dem Weg geräumt werden.

Im Laufe der Projektentwicklung von 3,5 Jahren musste auf Änderungen bei den politischen Rahmenbedingungen immer wieder mit Anpassungen bei Umfang des Projektes und Anlagenkonstellation reagiert werden. So hat z.B. das Biomethan-BHKW die anfangs für die Stromerzeugung geplante ORC-Turbine ersetzt.

Drei weitere Herausforderungen waren für die Realisierung des Projektes entscheidend. Erstens mussten die regionalen Wohnungsbaugesellschaften als Wärmekunden gewonnen und in die Projektentwicklung eingebunden werden. Zweitens musste ein Projektpartner gefunden werden, der die Brennstofflogistik für den Holz-Heizkessel übernimmt. Drittens brauchte es eine hartnäckige Projektentwicklerin, die das Projekt trotz schwieriger Umstände, Bedenken und Rückschläge vorangetrieben hat.

Das Projekt wurde schließlich mit dem internationalen „Global District Energy Climate Award“ in der Kategorie „Neues System“ von Euroheat & Power ausgezeichnet.



## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Das Wärmenetz im Braunschweiger Stadtteil Gliesmarode soll weiter ausgebaut werden, indem weitere Wärmeabnehmer angeschlossen werden.

Zudem sind weitere Quartiersprojekte in Planung. Zum Beispiel wird die Nutzung der Abwärme eines Rechenzentrums für ein neu entwickeltes Baugebiet geprüft. In Braunschweig sind solche Energie Effizienz Quartiere (EEQ) als dezentrale Lösungen eine gute Ergänzung zum Fernwärmenetz. Diese Nahwärme-Ansätze lösen die unterschiedlichen urbanen Herausforderungen dank ihres modularen Aufbaus individuell.

Um auch die zentrale Wärmeversorgung in Braunschweig sukzessive von Kohle umzustellen, werden momentan drei Varianten entwickelt. Dabei wird neben dem Einsatz von Gas-KWK-Anlagen auch die Nutzung von Biomasse und Abwärme untersucht.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: 667 Mio. Euro (2016)  
Mitarbeiter: 1.239 (2016)

### Versorgungsgebiet

Braunschweig und Umgebung

Fläche: 192 km<sup>2</sup>  
Einwohner: 250.704  
Netzlänge Wärme: 252 km  
Absatz Wärme: 859 Mio. kWh  
Kunden Wärme: 6.650

### Bundesland

Niedersachsen

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: rund 4,9 Mio. Euro netto,  
davon rund 74% durch  
BS|ENERGY

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: ca. 8.000 t/a



Biomasse-Heizkraftwerk Hungerkamp in Braunschweig

Quelle: BS|ENERGY

# Aus der Praxis

## eins energie in sachsen GmbH & Co. KG



### Energetische Quartiersentwicklung im Stadtteil Brühl in Chemnitz Konzept mit LowEx-Fernwärme, Solarthermie, KWK und Wärmespeicher

#### DIE IDEE



Die Stadtverwaltung von Chemnitz hat 2012 eine Konzeptstudie zur energetischen Sanierung des Stadtgebietes in Auftrag gegeben. Beauftragt wurden der kommunale Energiedienstleister eins energie in sachsen GmbH & Co KG und die Netzgesellschaft inetz GmbH in Zusammenarbeit mit der TU Chemnitz und lokalen Planungsbüros.

Alle Gebäude wurden mittels Simulationssoftware (wärme-)energetisch analysiert. Zudem wurden alle Ver- und Entsorgungsmedien betrachtet: Sowohl die Fernwärme- und Fernkälteversorgung als auch die Versorgung mit Gas, Strom und Trinkwasser ebenso wie die Abwasserentsorgung sowie die Stadtbeleuchtung, Elektromobilität und Telekommunikation. Mittlerweile wurde das

Wärmeversorgungskonzept bestätigt und befindet sich in der Umsetzungsphase.

Bis 2022 wird das Quartier mit einem ca. 5 km langen „LowEx“-Fernwärmenetz erschlossen. Das heißt, das Netz wird auf Niedertemperaturniveau mit 70 °C/45 °C betrieben. Integriert werden soll eine Solarthermieanlage mit einer Fläche von 2500 m<sup>2</sup> als erster erneuerbarer Wärmeeinspeiser im Fernwärmenetz Chemnitz. Ein Wärmespeicher dient dabei auf neuartige Weise sowohl als Puffer für die solare Wärme als auch für den Lastausgleich von KWK-Wärme. Darüber hinaus soll der zentrale Heißwasserrücklauf des Fernwärmenetzes zur Heizungsunterstützung genutzt werden. Zudem soll das Wärmeversorgungssystem mit Smart-Grid-Funktionen unterstützt werden.

#### DIE UMSETZUNG



Das Konzept wurde gemeinsam mit der Stadt Chemnitz und den Wohnungsgesellschaften der Stadt unter Einbindung der TU Chemnitz entwickelt. Mit den politischen Fraktionen und Bürgern wurde das Konzept diskutiert. Dadurch konnte eine hohe Akzeptanz für Inhalte und Zielstellung erreicht werden.

Die größte Herausforderung bei der Umsetzung war, die Wärmekunden vom Nutzen der Idee zu überzeugen und für das Projekt zu gewinnen. Als Anreiz erhielt jeder Gebäudeeigentümer oder Investor im Rahmen des Projektes auf Wunsch einen detaillierten, kostenfreien „Energetischen Gebäudepass“.

Eine technische Herausforderung ist die Einbindung der Solarthermie in das Niedertemperaturnetz, die Verbindung mit dem Wärmespeicher und die Sicherung der Trinkwassertemperaturen. Durch die Zusammenarbeit mit der TU Chemnitz konnten

die technologischen Herausforderungen analysiert und letztlich gelöst werden.

Nicht zuletzt hat auch die enge Zusammenarbeit der Stadtverwaltung mit der eins energie bei der Konzeptentwicklung geholfen, das Projekt voranzutreiben. Dies gilt auch für die Begleitforschung und das Monitoring durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesbauministeriums.

Schließlich hat die Förderung der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) im Rahmen des Förderprogramms KfW 432 „Energetische Stadtsanierung“ die Erstellung der Konzeptstudie möglich gemacht und damit die Grundlage für die Umsetzung der Idee geschaffen. Das Projekt wurde schließlich als Stellvertreterprojekt ausgewählt.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Mit dem Wärmeversorgungskonzept für Chemnitz wurde der Grundstein für die zukünftige Wärmeversorgung gelegt. Die eins energie in sachsen hat den Beschluss gefasst, die Wärmeerzeugung in Chemnitz von Braunkohle auf Gas mit regenerativen Anteilen umzustellen. Bis 2022 sollen die beschlossenen Vorhaben umgesetzt werden. Im Jahr 2023 soll der erste Kohleblock und im Jahr 2029 der letzte Kohleblock stillgelegt werden.

Die Fernwärme soll dann hauptsächlich mit flexiblen gasbasierten KWK-Anlagen erzeugt werden. Durch die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom aus Erdgas ist diese Technologie sehr effizient und klimafreundlich. Zusätzlich wird zukünftig Solarthermie in den Fernwärme-Rücklauf eingebunden. Die Einbindung von Solarthermie senkt die Temperatur im Netz und ermöglicht es so, neue Niedertemperaturnetze zu erschließen. Zudem sollen Wärmespeicher, Power-to-Heat sowie Wärmepumpen in die Netze eingebunden werden.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: 928 Mio. Euro (2016)  
Mitarbeiter: 650  
in der eins-Gruppe  
1.100 (2016)

### Versorgungsgebiet

Chemnitz und Süd-Sachsen

Kunden gesamt: 400.000 Privat- und  
Geschäftskunden, mehr  
als 1.000 Industriekunden  
Netzlänge Fernwärme: 300 km

### Bundesland

Sachsen

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: 10,5 Mio. Euro

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: 935 t/a



Wärmeversorgungskonzept des Stadtteils Brühl in Chemnitz

Quelle: eins energie in sachsen

# Aus der Praxis

## GASAG Solution Plus GmbH



### Ganzheitliche Quartiers-Versorgungslösung

#### DIE IDEE



Der Anspruch an ein modernes und nachhaltiges Wohnquartier hört nicht beim eigentlichen Gebäude auf, sondern bezieht auch die Art der Energieversorgung mit ein. Die Wärmeversorgung muss nicht nur günstig, sondern auch klimafreundlich und damit nachhaltig sein. Im Maximilianquartier der Groth Gruppe in Berlin-Wilmersdorf geht die Energieversorgung noch einen Schritt weiter.

Die benötigte Wärme für die Beheizung und die Warmwasserversorgung der rund 970 Wohneinheiten wird zu überwiegendem Anteil mittels moderner und effizienter Blockheizkraftwerke erzeugt. Anspruch des Versorgungskonzeptes war es von Anfang an,

den im BHKW erzeugten Strom einer sinnvollen Verwendung im Quartier zuzuführen. Hierzu wurde ein Mieterstrommodell aufgesetzt. Auf Basis von Lastgangsimulationen erfolgte eine Splittung der eingesetzten BHKW Leistung auf zwei BHKW. Auf diese Weise wird die zeitgleiche Eigenstromquote ohne Speicherung bereits auf über 60 Prozent erhöht.

Neben dem Mieterstrommodell dient der im Quartier erzeugte Strom perspektivisch auch der Beladung von Elektroautos. Dazu wird an 250 Stellplätzen eine E-Ladeinfrastruktur errichtet. Mit Bezug der Wohnungen ist auch ein Carsharing-Angebot für die Bewohner vorgesehen.

#### DIE UMSETZUNG



Die konsequent gekoppelte Betrachtung der energetischen Versorgung des Quartiers mit Wärme und Strom ergab neue Fragestellungen und Herangehensweise in der Erstellung des Energiekonzepts. Mittels Lastganganalysen wurde die Eigenstromversorgungsquote aus den BHKW optimiert. Zudem wurde auch Einfluss auf die Ausgestaltung der Elektroanlage genommen. Dies ermöglicht eine konsequente Umsetzung eines Mieterstrommodells im Quartier.

Eine weitere Herausforderung bestand in der Umsetzung eines Konzeptes für eine Ladeinfrastruktur für E-Autos. Es galt eine Lö-

sung zu finden, die eine individuelle Abrechnung am jeweiligen PKW-Stellplatz ermöglicht. Zugleich sollten die Investitionskosten in Grenzen gehalten werden, zumal in der Konzeptionsphase die Anzahl an benötigter Ladeinfrastruktur nicht bekannt ist. Die für das Quartier gewählte technische Lösung wird von dem Unternehmen Ubitricity geliefert.

Die theoretische Netzanschlussleistung des Quartiers, die sich insbesondere aus der hohen Anzahl an E-Ladepunkten ergeben hätte, konnte mittels eines integrierten Lastmanagementsystem reduziert werden.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Die Wärmeversorgung der Zukunft wird komplexer und vielfältiger. Energiezentralen bestehen künftig aus einer Vielzahl unterschiedlicher Erzeugungssysteme, setzen auf einen nachhaltigen Energiemix und stellen eine Verbindung vom Wärme- zum Strom- und Mobilitätssektor her. Diese Entwicklung und neuartige Kombination von Technologien und Anforderungen erfordert zudem eine stärkere Intelligenz im Betrieb und Steuerung, bis hin zu lernenden Systemen. Zudem bedarf es eines veränderten Blickes auf die zu versorgenden Gebäude. Dezentrale Quartierslösungen rücken dabei stärker in den Fokus. Quartiere werden zukünftig Energieverbraucher, Energieerzeuger und Energiespeicher sowie Netzstabilisator in einem sein.

Die GASAG Solution Plus Energiezentrale auf dem EUREF-Campus wird aktuell zu einem besuchbaren Ort der Energiewende ausgebaut. Zudem wird der Einsatz weiterer Technologien geprüft, die den vielfältigen Ansprüchen einer ganzheitlichen Energiezentrale gerecht werden. So wird derzeit die Möglichkeit geprüft, eine Power-to-Gas-Anlage in das dortige System zu integrieren.

Mittels den aus dem vernetzten Betrieb heraus gewonnenen Informationen, sollen neue Erkenntnisse abgeleitet werden. Hierfür kooperiert die GASAG Solution Plus mit weiteren, auf dem EUREF-Campus ansässigen, Unternehmen.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: ca. 60 Mio. Euro (2016)  
Mitarbeiter: ca. 110 (2017)

### Versorgungsgebiet

bundesweit tätiges Unternehmen mit Schwerpunkten in Berlin/Brandenburg und Nordrhein-Westfalen

### Bundesland

Berlin

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: Neubauprojekt



Maximilianquartier in Berlin-Wilmersdorf

Quelle: Groth Gruppe

### 3.4 Wärme mit effizienten und flexiblen Systemen klimafreundlich erzeugen

#### LÖSUNGSANSATZ

#### Klimafreundliche Brennstoffe einsetzen

Als Anbieter von leitungsgebundenen Wärmeversorgungslösungen optimieren kommunale Unternehmen durch einen Brennstoffwechsel ihre Anlagentechnik. Bereits durch eine Umstellung von Erdöl auf Erdgas können aufgrund des deutlich geringeren CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks kurzfristig hohe CO<sub>2</sub>-Einsparungen erzielt werden. Dies gilt in noch größerem Maße für den Anschluss an klimafreundliche Wärmenetze und den Einsatz erneuerbarer Wärmetechniken. Voraussetzung dafür ist, dass Wärmenetze vorhanden und Potenziale an erneuerbaren Wärme- und Abwärmequellen technisch sowie wirtschaftlich erschließbar sind.

Für die Wärmeerzeugung sind verschiedene biogene Gase – wie Biogas, Klärgas, Deponiegas – verwendbar. Biogene Gase können einerseits aus Entsorgungsprozessen, zum Beispiel der Erzeugung von Klärgas bei der Abwasserbehandlung, stammen. Durch die direkte energetische Verwertung in KWK-Anlagen oder über die Einspeisung des aufbereiteten Gases in Gasnetze können diese Gase einen Beitrag zur Energiewende leisten.

Andererseits wird Biogas aus landwirtschaftlichen Erzeugnissen wie Mais gewonnen. Bei der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung und -verwertung müssen unter anderem Bedenken beim Gewässerschutz und in Bezug auf Flächennutzungskonkurrenzen, insbesondere mit der Nahrungsmittelerzeugung, beachtet werden. Dennoch können auch diese Anlagen einen wichtigen Beitrag zur Energiewende und zur Versorgungssicherheit leisten, da es sich um regelbare EE-Anlagen handelt. Es gilt auch hier, bei der Auswahl eines Wärmeversorgungssystems Wirtschaftlichkeit, Klima- und Umweltschutz und Versorgungssicherheit gegeneinander abzuwägen.

#### Wärme durch Kraft-Wärme-Kopplung hocheffizient erzeugen

KWK-Anlagen sind aktuell die entscheidenden Wärmequellen für die überwiegend kommunalen Fernwärmesysteme. Die hocheffiziente KWK ist ein zentrales Klimaschutzinstrument, mit dem schon heute erhebliche CO<sub>2</sub>-Minderungen erreicht werden. Mindestens 56 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> werden durch die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme nach Erkenntnissen der KWKG-Evaluierung 2014 jährlich vermieden.

Mit fossilen Energieträgern betriebene KWK-Anlagen sind für eine möglichst klimaschonende Wärmeversorgung urbaner Ballungsräume auf absehbare Zeit unverzichtbar. Zudem können KWK-

Anlagen auch mit weitgehend treibhausgasneutralem biogenem bzw. synthetischem Gas, das etwa in Power-to-Gas-Anlagen erzeugt wird, betrieben werden.

#### Versorgungssicherheit mit KWK erhalten

Darüber hinaus stellt die KWK mit ihrer bundesweiten Verteilung ein zentrales Element zum Erhalt der Versorgungssicherheit dar. KWK-Systeme sind der Partner der volatilen erneuerbaren Energien, indem sie deren witterungsabhängiges Dargebot kompensieren. In Kombination mit Wärmenetzen, Wärmespeichern und Power-to-Heat-Anlagen können die regelbaren KWK-Anlagen die Stromversorgung flexibilisieren. Diese flexible Fahrweise vermeidet somit durch Redispatch und Abregelung verursachte Kosten.



**Power-to-Heat** ermöglicht die Erzeugung von Wärme unter dem Einsatz von Strom, zum Beispiel über Elektroheizkessel wie auch über Wärmepumpen. Power-to-Heat kann durch die Kopplung von Strom- und Wärmesektor einen Beitrag zur Flexibilisierung des Energiesystems leisten. Zudem ermöglicht es die sinnvolle Nutzung von überschüssigem erneuerbarem Strom. Auf diese Weise können der Einsatz fossiler Energieträger und entsprechend Emissionen reduziert werden.

#### Wärme mittels Contracting effizient und klimafreundlich erzeugen

Auf die Optimierung der Wärmeversorgung ausgelegte Dienstleistungen, wie zum Beispiel Anlagen-, Wärmeliefer- und Energieeinsparcontracting, können bei allen Nutzergruppen zu Emissionseinsparungen führen.

Als gebäudeindividuelle Lösungen können besonders effiziente Systeme, zum Beispiel auf Basis von KWK, und erneuerbare Lösungen, wie Wärmepumpen, in Kombination mit baulichen Effizienzmaßnahmen einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Zudem bieten sich Systeme auf Basis von Biomasse und Solarthermie, in Verbindung mit Wärmespeichern, an. Neben der Optimierung der Wärmeversorgung können Einsparungen bei der Strom- und Kälteversorgung erzielt und zusätzlich Komfortprodukte wie Smart-Home-Anwendungen angeboten werden.

### **Als Kooperationspartner und Wissensträger Wärmeversorgungskonzepte begleiten**

Kommunale Unternehmen können zudem als Kooperationspartner und Wissensträger für Bürger fungieren, die die Energieversorgung in die eigene Hand nehmen wollen. Der Zusammenschluss zweier Nachbarn wäre ein Beispiel dafür. Durch eine thermische Direktleitung von einem Nachbarn zum anderen können in der Nachbarschaft liegende Gebäude versorgt werden. Dieses „Nachbarschaftskonzept“ kann im ländlichen Raum einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten, indem mehrere Gebäude betrachtet werden, ähnlich wie bei dem Quartiersansatz. Ein anderes Exempel ist eine Bürgerenergiegesellschaft, die Wärme und Strom produzieren möchte. Oftmals fehlt diesen Gruppen das nötige energiewirtschaftliche Wissen. Die kommunalen Unternehmen können diese Lücke füllen und maßgeschneiderte Lösungen anbieten. So können sie Aufbau, Wartung und Betrieb der Anlagen und Infrastrukturen als Energiedienstleister übernehmen.

### **Energieberatungen als ersten Schritt zur Energieeinsparung durchführen**

Um das Ziel einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu erreichen, sollte das Bewusstsein aller Energieverbraucher für den Klimaschutz geweckt werden und sollten ihnen Informationen und Instrumente an die Hand gegeben werden. Kommunale Unternehmen führen energetische Beratungen für private Haushalte, Industrieunternehmen, Gewerbe wie auch für Kommunen durch. Ihre Fachkompetenz und Kundennähe ermöglicht es kommunalen Unternehmen, über Klimaschutzmaßnahmen vor Ort zu beraten und zugleich Kunden an sich zu binden.

## **KERNFORDERUNGEN**

### **Weiterentwicklung der KWK und ihrer Infrastrukturen unterstützen**

Die Rolle der mit fossilen Energieträgern betriebenen KWK muss als Brückentechnologie im Kontext des Klimaschutzes angemessen berücksichtigt werden. Zudem wird die KWK aufgrund des Einsatzes von biogenem bzw. synthetischem Gas auch langfristig einen Platz in einer weitgehend treibhausgasneutralen Energieversorgung haben. Die KWK braucht wirtschaftliche Rahmenbedingungen sowie einen Ordnungsrahmen, der eine Entwicklung der Wärmenetze und der damit verbundenen Kraft-Wärme-Systeme ermöglicht. Dabei muss die Netzdienlichkeit der KWK-Anlagen weiterhin honoriert werden – etwa durch vermiedene Netznutzungsentgelte.

### **Wechsel von Heizöl auf klimafreundliche Energieträger anreizen**

Die Umstellung der zahlreichen, überwiegend veralteten und ineffizienten Ölheizungen im Gebäudebestand auf klimafreundliche Energieträger sollte angereizt werden.

Biogene Gase sollten vor allem dann im Wärmemarkt genutzt werden, wenn andere klimaneutrale Technologien nicht geeignet sind – zum Beispiel, um hochtemperierte Wärme für Industrieprozesse bereitzustellen oder um hohen Anforderungen an die Flexibilität der Energieerzeugung zu genügen.

### **Gewerbliche Wärmelieferung und Eigenversorgung gleichstellen**

Bei der Umstellung auf Fernwärme im Mietwohnungsbestand wird Contracting gegenüber der Eigenversorgung durch den Vermieter aufgrund der Vorgabe der Kostenneutralität (§ 556 c BGB) benachteiligt. Es sollte Wettbewerbsgleichheit zwischen Contractinganbieter und Gebäudeeigentümer hergestellt werden.

#### **› Effizienzsteigerung und Flexibilisierung der Erzeugung anreizen:**

- Weiterentwicklung der KWK und ihrer Infrastrukturen unterstützen
- Wechsel von Heizöl auf klimafreundliche Energieträger anreizen
- Wettbewerbsgleichheit bei der gewerblichen Wärmelieferung zwischen Contractinganbieter und Gebäudeeigentümer herstellen

# Aus der Praxis

## ESWE Versorgungs AG, Wiesbaden



### Auf der Jagd nach dem niedrigsten Primärenergiefaktor

#### DIE IDEE



Seit 2008 werden die in das Fernwärme-Verbundnetz der ESWE Versorgungs AG einspeisenden Wärmeerzeugungsanlagen systematisch auf Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und auf den Einsatz regenerativer Energien umgestellt, sofern dies möglich ist. In einer ersten Phase wurden erdgasbetriebene Blockheizkraftwerke mit einer thermischen Leistung von ca. 6 MW zur Grundlastabdeckung in die Erzeugung integriert. Etwa 4 MW davon wurden bis 2012 auf Biomethanbetrieb umgestellt. 2014 kam ein Biomasse-Heizkraftwerk mit einer thermischen Leistung von 25 MW zur weiteren Grund- und Mittellastabdeckung hinzu.

Im Jahr 2016 wurden insgesamt mehr als 140.000 MWh regenerative Wärme ins ESWE-Verbundnetz eingespeist. Das entspricht

einem Anteil von rund 56 Prozent. Dabei wurden rund 63 Prozent der Wärme in KWK erzeugt. Alle unternommenen Maßnahmen haben dazu geführt, dass 2017 ein wettbewerbsfähiger Primärenergiefaktor für die Fernwärme von 0,26 testiert wurde. Dieser ermöglicht es Bauherren, die heute geltenden oder auch für die Zukunft diskutierten Auflagen für die Bereitstellung von Wärme zu erfüllen. Die hohe ökologische Qualität der ESWE-Fernwärme schafft damit die Voraussetzung für einen weiteren Ausbau und den Ersatz von alten, ineffizienten Einzelfeuerstätten im Innenstadtbereich.

#### DIE UMSETZUNG



Die Herausforderung bei der Errichtung des Biomasse-Heizkraftwerks lag insbesondere im hohen Abstimmungsaufwand beim Genehmigungsverfahren. Aufgrund der außergewöhnlichen Projektgröße mussten Erwartungen und Vorgaben mehrfach nachjustiert werden. Darüber hinaus war eine Investition in dieser Höhe in ein Kraftwerk eine fundamentale Weichenstellung, die das wirtschaftliche Ergebnis des Unternehmens über viele Jahre prägt. Dies lag auch an der fehlenden Planungssicherheit auf der Erlösseite, da das in dem Kraftwerk eingesetzte Altholz nicht in das Regime des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) fällt.

Eine weitere Herausforderung waren die gesetzlichen Vorgaben. Diese Vorgaben, insbesondere diejenigen des Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetzes (EEWärmeG), haben dazu geführt, dass

Fernwärme mit einem geringen KWK-Anteil bzw. erneuerbarem Anteil insbesondere für Neubauten keine zulässige Versorgungsoption mehr ist. Zudem gab es die Erwartung, dass das EEWärmeG früher oder später auf Bestandsgebäude erweitert wird. Beide Aspekte zusammen gaben den Ausschlag, eine umfassende Neuausrichtung in der Wärmeproduktion anzustreben. Hilfreich waren vor 2014 die damaligen Regelungen des EEG. Seither ist eine Umstellung von BHKW auf Biomethanbetrieb für Versorgungsunternehmen wirtschaftlich nicht mehr darstellbar.

Ein zentrales Element für die Realisierung großer Klimaschutzmaßnahmen im komplexen Stadtbereich ist zudem der zentrale Wille zum Klimaschutz und die Selbstverpflichtung der Verantwortlichen in der Politik und bei den zuständigen Behörden.



## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



ESWE prüft derzeit, ob ein weiteres Kraftwerk zur Verwertung von Haus- bzw. Gewerbemüll errichtet und in die Fernwärmeerzeugung eingebunden werden kann. Parallel dazu läuft ein Ausbau des Fernwärmenetzes in Bereichen der Wiesbadener Innenstadt mit überwiegend denkmalgeschützter Bausubstanz. Auf lange Zeit ist bei diesen Gebäuden keine wesentliche Abnahme des Wärmebedarfs zu erwarten, da energetische Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle nicht oder nur zum Teil umsetzbar sind. Die Umstellung der Wärmeversorgung bietet die einzige Möglichkeit, einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

Des Weiteren sind mehrere Pilotprojekte in Vorbereitung. Sie sollen die ökologische und ökonomische Sinnhaftigkeit der Nutzung überschüssiger regenerativer „Sommerwärme“ für die Kälteerzeugung mit Sorptionsmaschinen demonstrieren.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: rund 382 Mio. Euro (2016)  
Mitarbeiter: 607 (2016)

### Versorgungsgebiet

Wiesbaden und Umgebung

Fläche: 292 km<sup>2</sup>  
Netzlänge Fernwärme: 108 km  
Anschlüsse Fernwärme: 1.775

### Bundesland

Hessen

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: ca. 70 Mio. Euro

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: 90.000 t/a,  
Tendenz steigend



Biomasse-Heizkraftwerk Wiesbaden

Quelle: ESWE | Fotograf: Reherrmann

# Aus der Praxis

## Stadtwerke Steinfurt GmbH

### Biogas-Fernwärmenetz

#### DIE IDEE



Die Stadtwerke Steinfurt GmbH hat im Jahr 2013 ein Heizwerk mit zugehörigem Wärmenetz vom Kreis Steinfurt übernommen. Nach Übernahme des Heizwerkes wurden der Kohle- und der Ölkessel gegen eine Erdgas-Brennwertanlage mit einer Feuerungsleistung von insgesamt 1,3 MW ausgetauscht, eine neue Heizzentrale errichtet und Neubau- und Sanierungsmaßnahmen am Wärmenetz durchgeführt. Im Sommer 2014 wurde ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einer elektrischen Leistung von 400 kW und thermischen Leistungen von 460 kW durch die Bioenergie Steinfurt GmbH & Co. KG installiert. Das BHKW ergänzt die Erdgas-Brennwertanlage, die der Spitzenabdeckung dient.

Die Stadtwerke Steinfurt haben mit diesen Maßnahmen eine ausreichende Leistungsreserve für den weiteren Ausbau des Wärmenetzes geschaffen. Zudem wird durch das Biogas-BHKW die Betriebsweise des Heizwerkes optimiert. Ferner wurden durch einen hydraulischen Abgleich die Netzverluste reduziert sowie die Kundenanlagen energetisch optimiert.

Das Heizwerk wurde vor 60 Jahren errichtet, um die kreiseigenen Liegenschaften in der Innenstadt und die umliegenden Schul- und Verwaltungsgebäude effizient mit Wärme versorgen zu können. Bis heute konnten mehrere Gebäude mit über 100 Wohneinheiten zusätzlich an das Wärmenetz angeschlossen werden.

#### DIE UMSETZUNG



Eine große Herausforderung war es, das Heizwerk teilweise im laufenden Betrieb umzubauen. So wurde der Kohlekessel im Herbst 2013 im laufenden Heizbetrieb gegen eine Erdgas-Brennwertanlage ausgetauscht. Bereits im Herbst 2013 wurde auch mit dem Umbau des alten Kohlebunkers zur neuen Heizzentrale begonnen, um in den Sommermonaten 2014 die Umschlusarbeiten im Wärmenetz durchführen zu können. Die ersten Neubau- und Sanierungsmaßnahmen am Wärmenetz wurden dann direkt nach Außerbetriebnahme des Netzes im Mai 2014 begonnen.

Grundlage für das Vorhaben ist ein Konzept zum Ausbau des Wärmenetzes. Es wurde von den Stadtwerken Steinfurt in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Münster, Standort Steinfurt, entwickelt.

Das Vorhaben wurde insbesondere durch den Kreis Steinfurt mit dem Projekt „Zukunftskreis Steinfurt – energieautark 2050“ und durch die ortsansässige Bioenergie Steinfurt GmbH & Co. KG unterstützt und realisiert.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Die Stadtwerke Steinfurt sehen als Pfeiler der zukünftigen Wärmeversorgung die Reduzierung fossiler Energieträger, das Quartiersmanagement und die Förderung von regional erzeugter Energie.

Die Stadtwerke Steinfurt wollen das Fernwärmenetz ausbauen und weitere Versorgungslösungen mit Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erarbeiten.

Im Rahmen des Projekts „Zukunftskreis Steinfurt – energieautark 2050“, das aus den gesetzlichen Regelungen zur Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Minimierung hervorgegangen ist, soll in naher Zukunft auch die Erschließung der Steinfurter Innenstadt mit „grüner“ Fernwärme erfolgen. Auf diese Weise soll die regionale Wertschöpfung gesteigert und eine sichere und zukunftsorientierte Energieversorgung gewährleistet werden.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: 28 Mio. Euro (2017)  
Mitarbeiter: 64

### Versorgungsgebiet

Kreisstadt Steinfurt

Fläche: rund 12 km<sup>2</sup>  
Einwohner: 34.265  
Netzlänge Wärme: 1.700 m  
Anschlüsse Wärme: 10  
Wärmeerzeugung: 2,1 Mio. kWh/a

### Bundesland

Nordrhein-Westfalen

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: 850.000 Euro

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: rund 352 t/a



Spitzenlastkessel (links) und Wärmeverteiler (rechts)

Quelle: Stadtwerke Steinfurt GmbH

# Aus der Praxis

## Stadtwerke Aalen GmbH



### Blockheizkraftwerke in städtischen Liegenschaften

#### DIE IDEE



Die Stadt und die Stadtwerke Aalen treiben gemeinsam seit Jahren den Ausbau von Blockheizkraftwerken (BHKW) in Aalen voran. Den Stadtwerken stehen zudem mehrere Wärmenetze für die Wärmeversorgung zur Verfügung. Diese werden kontinuierlich ausgebaut. Einen Beitrag zum Klimaschutz leisten die Stadtwerke darüber hinaus über verschiedene Contracting-Angebote zur Strom- und Wärmeversorgung.

Konkret unterstützen die Stadtwerke Aalen die Stadt Aalen bei der Reduzierung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen aktiv durch den Bau von BHKW. Die BHKW werden dabei in Liegenschaften der Stadt integriert.

Der Maschinenpark besteht mittlerweile aus insgesamt 16 BHKW, mit einer elektrischen Gesamtleistung von 390 kW und einer jährlichen Stromerzeugung von rund 2 Mio. kWh. Dies entspricht rund einem Viertel des Gesamtverbrauchs der Liegenschaften der Stadt Aalen. Aufgrund der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung werden jährlich rund 700 t CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart.

#### DIE UMSETZUNG



In Zusammenarbeit mit der Stadt Aalen galt es, zuerst die Liegenschaften zu ermitteln, bei denen ein Um- oder Einbau von BHKW technisch möglich und auch wirtschaftlich rentabel war. Dies erfolgte durch eine genaue Analyse der vorliegenden Verbrauchsdaten einer jeden in Frage kommenden Liegenschaft.

Nachdem geeignete Objekte gefunden waren, galt es, die technischen Herausforderungen zu meistern. Oftmals mussten Platzprobleme für den Zubau von Motoren und Pufferspeichern gelöst werden. Zudem mussten die Anlagen in die unterschiedlichen Regelungskonzepte der bestehenden Heizungsanlagen sinnvoll integriert werden.

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg unterstützte die Maßnahmen mit rund 306.000 Euro. Die Gelder stammen aus dem Förderprogramm „Klimaschutz Plus“, das der Förderung von CO<sub>2</sub>-mindernden Maßnahmen dient. Auch für zukünftige energiestrukturelle Aufgaben ist Aalen durch eine enge und gute Zusammenarbeit zwischen Stadt und den Stadtwerken Aalen gut gerüstet.

Ein zentrales Element für die Realisierung großer Klimaschutzmaßnahmen im komplexen Stadtbereich ist zudem der zentrale Wille zum Klimaschutz und die Selbstverpflichtung der Verantwortlichen in der Politik und bei den zuständigen Behörden.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Aufgrund der Entwicklungen bei den Energiestandards wird der über leitungsgebundene Energieträger gedeckte Wärmebedarf stetig zurückgehen. Die Nutzung regenerativer Energien wird bei Fernwärmesystemen eine immer größere Bedeutung einnehmen. Parallel hierzu wird die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) weiterhin eine wichtige Rolle spielen. Der Fokus verschiebt sich bereits von der Wärmeherzeugung in Grundlast auf die flexible Kopplung der beiden Energiesektoren Strom und Wärme. Ein zentraler Baustein wird dabei ein effizientes Speicher- und Lastenmanagement sein.

Aktuell befindet sich das Projekt „Wärmenetz Aalen“ in der Umsetzungsphase. Hierbei werden im Kernstadtgebiet der Stadt Aalen vorhandene Nahwärmenetze miteinander verbunden und zusätzlich deutlich erweitert. Somit wird der erste Abschnitt einer zentralen Wärmeachse zwischen Aalens Industrieschwerpunkten aufgebaut. Mit dem Ausbau des Wärmenetzes wird auch die grundlegende Voraussetzung geschaffen, das industrielle Abwärmepotenzial sinnvoll zu nutzen. Das Projekt forciert außerdem sowohl die Nutzung von KWK-Anlagen, die Einbindung von Wärme aus Biomasse als auch langfristig die Nutzungsoption solarer Wärme.

Mit dem Programm „Klimaschutz mit System“ wird dieses Projekt durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: 115 Mio. Euro (2016)  
Mitarbeiter: 340 (2016)

### Versorgungsgebiet

Aalen

Fläche: rund 147 km<sup>2</sup>  
Anzahl Einwohner: rund 67 000  
Netzlänge Wärme: 32 km  
Kunden Wärme: 362

### Bundesland

Baden-Württemberg

### Fördermittel des Projektes

Klimaschutz-Plus, ein Förderprogramm des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: rund 700 t/a



BHKW mit 50 kW el. Leistung des Herstellers 2G im Schulzentrum Galgenberg

Quelle: Stadtwerke Aalen GmbH

# Aus der Praxis

## GASAG Solution Plus GmbH



### Erste Power-to-Heat-/Power-to-Cool-Anlage Deutschlands

#### DIE IDEE



Deutschlands erste Power-to-Heat- und Power-to-Cool-Anlage (P2H/P2C) wurde auf dem EUREF-Campus in Berlin errichtet und in eine bestehende Energiezentrale eingebunden. Die Anlage wird genutzt, um ein Gewerbegebiet mit einer Fläche von 165.000 m<sup>2</sup> und 25.500 Beschäftigten über ein Verteilnetz mit Wärme und Kälte zu versorgen. Mit diesem Projekt wurde ein wesentlicher Beitrag für die Energiewende 2.0 auf den Weg gebracht.

Mittels der P2H/P2C-Anlage wird volatile erneuerbare Energie aus Wind und Sonne in den Wärmesektor integriert, da Wärme und Kälte mit Ökostrom erzeugt werden. Zugleich wird ein Beitrag zur Netzstabilisierung geleistet. Die Kombination von P2H und P2C sowie die Verbindung mit einem Biomethan-BHKW ermöglicht

eine ganzjährige Bereitstellung von positiver sowie negativer Regelenergie.

Die P2H/P2C-Anlage besteht aus zwei Speichern mit je 22 m<sup>3</sup> Kapazität sowie einem Elektroheizer mit 500 kW elektrischer Leistung. Zusätzlich erfolgt eine Anbindung an zwei Kompressionskältemaschinen.

In den ersten ein bis zwei Jahren wird die Anlage zunächst noch erprobt und daher nur zeitweise eingesetzt. Aber auch in diesen ersten Jahren werden durch die Substitution fossiler Energien bereits über 11.000 kg CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart. Zudem stellt die Anlage eine höhere Ausnutzung erneuerbarer Energien sicher.

#### DIE UMSETZUNG



Die Herausforderungen der Anlage liegen weniger in der Errichtung als vielmehr im laufenden Betrieb. Insbesondere die Entwicklung effizienter und vorausschauender Algorithmen erfordert neue Ansätze. Um eine optimierte Fahrweise der Gesamtanlage sicherzustellen, gilt es, mögliche Stromüberschusszeiten abzuschätzen und Wärme- und Kältenachfrage an die potenziellen Stromüberschusszeiten anzupassen. Außerdem erfolgt eine Abstimmung der Fahrweise zwischen der P2H/P2C-Anlage und der bestehenden Wärmeversorgung aus BHKW und Gaskessel. Erschwert wird dies durch die Kombination von zwei Speichersystemen, die damit drei Speicherzustände ermöglichen: Warm/Warm, Kalt/Kalt oder auch Warm/Kalt-Varianten können gefahren werden.

Das Projekt P2H-/P2C-Anlage auf dem EUREF-Campus in Berlin ist Teil des WindNODE-Projektes im Rahmen des BMWi-geförderten Schaufensterprogramms SINTEG. Im Zuge des Projektes sollen zum einen Erkenntnisse über den Betrieb gewonnen und mit dem Stromsektor abgestimmte Fahrweisen erprobt werden. Zum anderen soll es als erlebbares Schaufenster für die Umsetzung der Energiewende dienen.

Die Projektpartner sind der EUREF Campus, BLS Energieplan, Stromnetz Berlin, Leibniz Universität Hannover und die Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Die Wärmeversorgung der Zukunft wird komplexer und vielfältiger. Energiezentralen bestehen künftig aus einer Vielzahl unterschiedlicher Erzeugungssysteme, setzen auf einen nachhaltigen Energiemix und stellen eine Verbindung vom Wärme- zum Strom- und Mobilitätssektor her. Diese Entwicklung und die neuartige Kombination von Technologien und Anforderungen erfordern zudem eine stärkere Intelligenz beim Betrieb und bei der Steuerung, bis hin zu lernenden Systemen. Zudem bedarf es eines veränderten Blickes auf die zu versorgenden Gebäude. Dezentrale Quartierslösungen rücken dabei stärker in den Fokus. Quartiere werden zukünftig Energieverbraucher, Energieerzeuger und Energiespeicher sowie Netzstabilisator in einem sein.

Die Energiezentrale auf dem EUREF-Campus wird aktuell zu einem besuchbaren Ort der Energiewende ausgebaut. Zudem wird der Einsatz weiterer Technologien geprüft, die den vielfältigen Ansprüchen einer ganzheitlichen Energiezentrale gerecht werden. So wird derzeit die Möglichkeit geprüft, eine Power-to-Gas-Anlage in das dortige System zu integrieren.

Mithilfe der aus dem vernetzten Betrieb heraus gewonnenen Informationen sollen neue Erkenntnisse gewonnen werden. Hierfür kooperiert die GASAG Solution Plus mit weiteren auf dem EUREF-Campus ansässigen Unternehmen.



Power-to-Heat-/Power-to-Cool-Anlage

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: ca. 60 Mio. Euro (2016)  
Mitarbeiter: ca. 110 (2017)

### Versorgungsgebiet

bundesweit tätiges Unternehmen mit Schwerpunkten in Berlin/Brandenburg und Nordrhein-Westfalen

### Bundesland

Berlin

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: 276.000 Euro Fördermittel  
für 4 Jahre Projektlaufzeit

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: über 11 t/a



Quelle: GASAG Solution Plus | Fotograf: Leo Seidel

# Aus der Praxis

## enercity AG



### enercity-Fernwärmespeicher Herrenhausen

#### DIE IDEE



Der Fernwärmespeicher der enercity AG (vormals Stadtwerke Hannover) ging Ende März 2017 erstmalig ans Fernwärmenetz und startete seinen Testbetrieb. Der Speicher entkoppelt Strom- und Wärmeversorgung zeitlich. Damit kann die Energieerzeugung in der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) optimiert und können sowohl die Fahrweise des Netzes als auch des Heizkraftwerks flexibler gestaltet werden. So kann die Wärmelieferung in Zeiten niedriger Strombörsenpreise über den Speicher gesichert werden. Ein weiteres Ziel ist es, den Betrieb der Spitzenkessel zu vermeiden und somit den Anteil der in KWK erzeugten Wärme weiterhin auf hohem Niveau zu halten. Zudem kann die schwankende Strom-einspeisung aus Wind- und Sonnenenergie abgefedert werden.

Der (Kurzfrist-)Wärmespeicher hat einen 15.000-m<sup>3</sup>-Tank und kann 500 MWh Wärme speichern. Dies entspricht ungefähr einem halben Tag Fernwärme-Grundlastversorgung, also der Höhe des ganzjährigen anfallenden Mindestbedarfs.

Das Erfordernis, Wärme zu speichern, wird mit einem zunehmenden Anteil dargebotsabhängiger Einspeisung aus erneuerbaren Energien (z.B. Solarthermie oder Power-to-Heat auf Basis von erneuerbarem „Überschussstrom“) in die Wärmenetze zunehmen. Der Fernwärmespeicher in Herrenhausen ist daher ein erster Schritt. Perspektivisch ist denkbar, die fossilen Kraftwerke in den Sommermonaten abzuschalten und die Versorgung rein auf erneuerbarer Basis sicherzustellen.

#### DIE UMSETZUNG



Die Herausforderungen bei der Umsetzung waren ingenieurtechnischer Natur. Der ehemalige Schweröltank am Standort Herrenhausen wurde repariert und zu einem Wärmespeicher umgebaut. Dazu wurde die Außenwand des Tanks mit einer 40 cm starken Dämmschicht isoliert und die Außenverkleidung aufgebracht. Rund ein Jahr lang dauerte der Umbau. Auf diese Weise bekam der seit den späten 70er-Jahren nicht mehr benutzte Öltank einen neuen Verwendungszweck.

Parallel erfolgte die Anbindung an das Fernwärmenetz. Dies erforderte die unterirdische Querung einer Straße sowie eine neue, 100 m lange Rohrbrücke auf dem Kraftwerksgelände. Im Kraftwerksgebäude wurden neue Pumpen, Regelarmaturen und weitere Verrohrungen installiert.

Voraussetzung für den Erfolg des Projektes ist es, das Fernwärmenetz zukünftig als wertvolles Asset anzusehen, in das sich zu investieren lohnt. Auch in einer zunehmend elektrifizierten Welt wird die leitungsgebundene Wärmeversorgung ihre Rolle bei der Versorgung hochverdichteter städtischer Strukturen spielen. Ein entscheidender Vorteil dieser Infrastruktur ist, dass die Wärmequelle ausgetauscht werden kann. Und durch den Einsatz von Power-to-Heat-Anlagen kann das Fernwärmenetz perspektivisch selbst ein Element der Sektorenkopplung werden.



## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



In der neuen Unternehmensstrategie *energcity 4.0* bekennt sich die *energcity AG* zu einer Neuausrichtung der Wärmeversorgung. Bis zum Jahr 2035 sollen über 50 Prozent der von *energcity* gelieferten Wärme auf erneuerbarer Basis, inklusive Abwärmequellen, entstehen. Mittelfristig wird weiterhin ein erheblicher Anteil der Fernwärme aus den innerstädtischen fossil befeuerten KWK-Anlagen stammen, deren Einsatz jedoch durch den Fernwärmespeicher flexibilisiert wird. Ferner ist die Einspeisung von Wärme aus einer Müllverbrennungsanlage und einer Klärschlammverbrennungsanlage geplant.

In Zukunft wird die Fernwärmeerzeugung diverser. Unter dem Stichwort „Grüne Fernwärme“ untersucht *energcity* Möglichkeiten der erneuerbaren Fernwärmeerzeugung durch Abwärmenutzung, Wärmepumpen, Solarthermie, Biomasseeinsatz (auch im Kohle-Heizkraftwerk), Geothermie sowie auch die Option *Power-to-Heat*. Um effizient Einspeiseoptionen wie Solarthermie und Großwärmepumpen nutzen zu können, müssen die Temperaturen im Netz abgesenkt werden. Dies prüft *energcity* unter Berücksichtigung der Anforderungen ihrer Kunden. *energcity* untersucht auch die Digitalisierung des Netzes durch zusätzliche Sensoren und Software, um die Steuerung weiter zu optimieren und Reserven im Netz auszuschöpfen.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: 2,1 Mrd. Euro (2017)  
Mitarbeiter: rund 2.350 (2017)

### Beteiligungen im Geschäftsfeld Contracting

Umsatzerlöse: rund 270 Mio. Euro (2017)  
Mitarbeiter: 570 (2017)

### Versorgungsgebiet

Hannover (ein Drittel des Stadtgebiets) sowie dezentrale und überregionale Wärmelieferungsprojekte im Wohngebäudesektor in der Umgebung, bundesweit sowie in Litauen und im Estland.

### Einwohner im Stammsitz-

Versorgungsgebiet: 650.000  
Netzlänge Fernwärme: 320 km  
Anschlüsse Fernwärme: 3.900 (Hannover)  
Absatz Wärme: 1.251 GWh (Hannover),  
1.771 GWh (überregional)

### Bundesland

Niedersachsen

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: ca. 5 Mio. Euro

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: CO<sub>2</sub>-Einsparung erfolgt u. a. durch Vermeidung des Kraftwerksbetriebs in ungünstigen Lastzuständen.



Fernwärmespeicher Herrenhausen

Quelle: *energcity* | Fotograf: Roland Schneider Photographie

# Aus der Praxis

## MVV Energie AG



### Errichtung eines Fernwärmespeichers am Standort Grosskraftwerk Mannheim

#### DIE IDEE



Am Standort des Grosskraftwerks Mannheim (GKM) errichtete die MVV in den Jahren 2012/2013 den leistungsstärksten Fernwärmespeicher Deutschlands. Ziel war es unter anderem, die technische Mindestlast der KWK-Anlagen des GKM zu reduzieren. Vor der Errichtung des Fernwärmespeichers waren im GKM immer mindestens zwei Blöcke in Betrieb, um das Fernwärmenetz der MVV jederzeit ausreichend beliefern zu können. In lastschwachen Zeiten ist nun durch den Speicher ein Ein-Block-Betrieb und damit eine Verringerung der technischen Mindestlast des GKM möglich. Hierdurch wird die KWK-Anlage durch aktives Last- und Erzeugungsmanagement flexibler eingesetzt.

Der Fernwärmespeicher hat ein Nutzvolumen von 43.000 m<sup>3</sup> und eine Be- und Entladeleistung von 250 MW. Durch eine Speicher-

temperatur von 98 °C wird eine Speicherkapazität von etwa 1.500 MW<sub>th</sub> erreicht. Je nach Betriebsbedingungen kann die Anlage für bis zu 15 Stunden die komplette Fernwärmeversorgung sicherstellen.

Die Strom- und Wärmeerzeugung wurde durch den Speicher flexibler. Das ermöglicht einen wirtschaftlicheren Betrieb und eine Steigerung der Energieeffizienz. Darüber hinaus konnte die Versorgungssicherheit bei der Fernwärme deutlich angehoben werden. Die Kunden profitieren somit von einer günstigen, umweltschonenden und langfristig sicheren Wärmeversorgung in Mannheim und der Metropolregion.

#### DIE UMSETZUNG



Als Herausforderung erwiesen sich die Baumaßnahme und die technische Einbindung in die komplexe Infrastruktur der Bestandsanlage bei laufendem Betrieb und mit engen Platzverhältnissen.

Das Projekt konnte hinsichtlich der technischen Funktionen, der Termine und der Kosten planmäßig realisiert werden, weil MVV und GKM professionell und partnerschaftlich zusammengearbeitet haben. Die Zusammenarbeit war erforderlich, da MVV der Eigentümer des Speichers ist und seinen Einsatz steuert. Im Auftrag der MVV plante, baute und betreibt das GKM den Fernwärmespeicher.

Seit der Inbetriebnahme dient der Fernwärmespeicher sowohl der Erhöhung der Versorgungssicherheit als auch der Optimierung des KWK-Anlagenbetriebes gemäß den Marktgegebenheiten. Das heißt, bei hohem Wärmeangebot und niedrigen Strompreisen wird der Speicher geladen. Im Gegenzug wird bei hoher Stromnachfrage der Speicher entladen und gleichzeitig im GKM mehr Strom erzeugt.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Eine hochmoderne KWK-Anlage in Kombination mit einem Speicher ist ein wichtiger und umweltfreundlicher Baustein der Wärmeversorgung. Dies haben der Bau und der Betrieb des Speichers in den letzten Jahren gezeigt.

Die Versorgung mit Fernwärme wird in Mannheim ökologischer und flexibler. Das Heizkraftwerk Mannheim auf der Friesenheimer Insel wird an das Fernwärmenetz der MVV angeschlossen. Das Heizkraftwerk kann ab der Heizperiode 2019/2020 einen wesentlichen Teil der benötigten Wärme im Fernwärmenetz Mannheim, das bis nach Heidelberg, Schwetzingen und Speyer reicht, bereitstellen. Durch die effiziente Wärmeerzeugung wird der Primärenergiefaktor des Fernwärmenetzes deutlich gesenkt. Somit können auch künftig die Anforderungen der Energieeinsparverordnung erfüllt werden.

Die MVV bekennt sich durch diese Vorhaben langfristig zur umweltfreundlichen Fernwärme als wichtiger Säule im Wärmemarkt. Sie trägt einen wesentlichen Teil zur Wärmewende in Mannheim und in der Region bei.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: rund 4,1 Mrd. Euro (GJ 2016)  
Mitarbeiter: ca. 6.000 (GJ 2016)

### Versorgungsgebiet

Mannheim und Metropolregion Rhein-Neckar;  
in der Unternehmensgruppe auch national und international tätig

Netzlänge Fernwärme: 567 km  
Anschlüsse Fernwärme: 12.000 Gebäude

### Bundesland

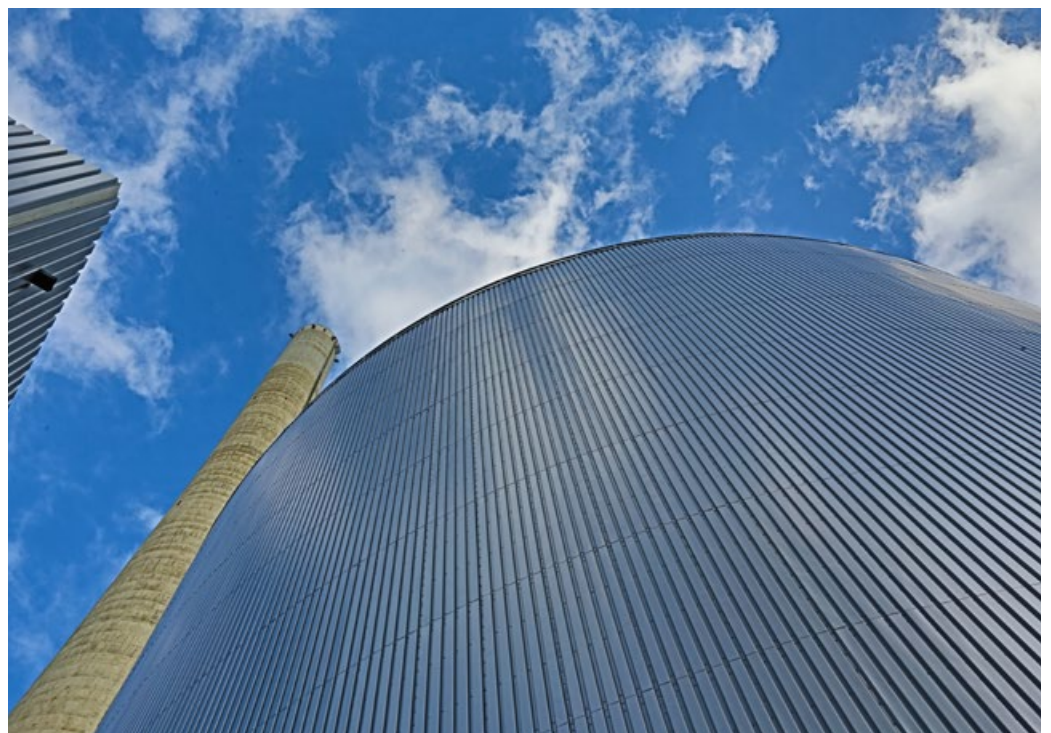
Baden-Württemberg

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: 27 Mio. Euro  
(Projekt Fernwärmespeicheranlage mit Netzanbindung)

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Effizienzsteigerungen im Grosskraftwerk Mannheim



Fernwärmespeicher am Standort Grosskraftwerk Mannheim

Quelle: MVV Energie AG

# Aus der Praxis

## Stadtwerke Kiel AG



### Küstenkraftwerk K.I.E.L. – Kiels intelligente Energie-Lösung

#### DIE IDEE



Wirtschaftlich, zukunftsfähig und sicher: Das neue Küstenkraftwerk K.I.E.L. ist der Kieler Beitrag zur Energiewende und bildet die künftige Basis für die Wärmeversorgung in der Landeshauptstadt. Grundlage für die Wirtschaftlichkeit dieses Kraftwerks ist die KWK, die zu einer effizienten Primärenergienutzung von über 90 Prozent führt. Aufgrund des hohen Wirkungsgrades sowie des Wechsels von Steinkohle auf den Energieträger Erdgas wird das neue Kraftwerk 70 bis 80 Prozent weniger CO<sub>2</sub> ausstoßen als das kohlebasierte Vorgängerkraftwerk.

Mit seiner modularen Fahrweise reagiert es höchst flexibel auf die Anforderungen des Energiemarktes. 20 Gasmotoren können in weniger als fünf Minuten auf eine Nennleistung von 190 MW

elektrisch hochgefahren werden. Beim Betrieb wird gleichzeitig eine Wärmeleistung von 192 MW erzeugt. Im Vergleich dazu: Das alte Gemeinschaftskraftwerk benötigt mindestens vier Stunden, um hochzufahren.

Das Küstenkraftwerk K.I.E.L. passt sich in Verbindung mit einem großen Wärmespeicher und einem Elektrodenkessel optimal in die Erzeugungslandschaft der Region ein. Im 60 m hohen Wärmespeicher können mehr als 1.500 MWh Wärme in 30.000 m<sup>3</sup> Wasser gespeichert werden. Mit diesem heißen Wasser ist es möglich, die Versorgung der über 73.500 Fernwärmekunden bis zu acht Stunden selbst bei maximaler Ausspeiseleistung zuverlässig zu gewährleisten.

#### DIE UMSETZUNG



Die zentrale Aufgabe in den vergangenen Jahren war es, eine Nachfolganlage für das stillzulegende Steinkohlekraftwerk zu finden. Neben einem 800-MW-Kohlekraftwerk und einem 400-MW-Gas-und-Dampfturbinenkraftwerk wurden seit 2007 verschiedene weitere Varianten untersucht. Anfang 2013 haben sich die Stadtwerke Kiel für ein modulares und flexibles Gasmotorenheizkraftwerk entschieden.

Das Gasmotorenheizkraftwerk ist mit einem Gesamtinvestitionsvolumen von rund 290 Mio. Euro das größte Investitionsprojekt in der Geschichte der Stadtwerke Kiel. Die Finanzierung des Projekts

erfolgte im Rahmen einer Neustrukturierung der gesamten Unternehmensfinanzierung. Den größten Beitrag zur Finanzierung steuert mit 105 Mio. Euro die Europäische Investitionsbank (EIB) bei. Der Kredit der EU-Bank ist über Garantien aus dem „Europäischen Fonds für Strategische Investitionen“ (EFSI) abgesichert. Der Fonds steht im Zentrum der europäischen Investitionsoffensive, in dem die EIB und die Europäische Kommission strategische Partner sind.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Die Stadtwerke Kiel wollen die Region sicher und so preiswert wie möglich mit Energie und Wärme versorgen. Dabei nehmen die Stadtwerke ihre ökologische Verantwortung sehr ernst und setzen auf Nachhaltigkeit bei der Energieerzeugung. Das System aus Gasmotorenheizkraftwerk, Wärmespeicher und Elektrodenkessel erfüllt diese Anforderungen am besten. Die Anlagen ermöglichen es, äußerst flexibel auf verschiedene Szenarien am Energiemarkt zu reagieren. In Zeiten, in denen Strom an der Börse profitabel verkauft werden kann, jedoch kein Bedarf im Fernwärmenetz besteht, wird die in KWK erzeugte Wärme im Speicher zwischengelagert. Darüber hinaus sichert der Speicher den gewünschten Einsatz des Elektrodenkessels. So können die Stadtwerke Kiel jederzeit überschüssigen Strom, z.B. aus Windenergieanlagen, aus dem Netz abnehmen, um das Stromnetz zu stabilisieren. Die im Elektrokessel erzeugte Wärme wird unmittelbar in den Wärmespeicher gepumpt und kann dann zeitversetzt für die Fernwärmeversorgung genutzt werden. Das alles ermöglicht in Zukunft eine umweltverträglichere, noch sicherere und zuverlässigere Fernwärmeversorgung in Kiel.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse:	rund 542.000 Euro (GJ 2015/2016)
Mitarbeiter:	993 (GJ 2015/2016)

### Versorgungsgebiet

Landeshauptstadt Kiel und umliegende Gemeinden

Fläche:	178 km <sup>2</sup> (direkt versorgtes Fernwärme-Netzgebiet)
Anzahl Einwohner:	240.000
Netzlänge Fernwärme:	374 km
Absatz Fernwärme:	1.040 GWh
Kunden Fernwärme:	über 73.500

### Bundesland

Schleswig-Holstein

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen:	290 Mio. Euro
----------	---------------

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge:	über 70 Prozent gegenüber kohlebasiertem Vorgängerkraftwerk
--------	--



Küstenkraftwerk K.I.E.L.



Foto: Stadtwerke Kiel AG

# Aus der Praxis

## N-ERGIE Aktiengesellschaft



### Effizienzsteigerung, Flexibilisierung und Dekarbonisierung der KWK

#### DIE IDEE



Die N-ERGIE setzt auf eine dezentrale Energiewende, bei der die Dekarbonisierung schrittweise durch verstärkte Sektorenkopplung, Ausbau der Speichertechnologie und Effizienzsteigerungen vorangebracht wird.

Im Jahr 2012 wurde das bereits im Jahr 2005 von Kohle- auf Gas- und Dampftechnologie modernisierte Heizkraftwerk Sandreuth um ein Biomasse-Heizkraftwerk ergänzt. Ein Großwärmespeicher sowie zwei Elektroheizer wurden im Jahr 2015 in das Nürnberger Fernwärmeverbundsystem integriert. Durch den Speicher und die Elektroheizer wurden die Strom- und Wärmeerzeugung von der Wärmebereitstellung zeitlich entkoppelt. Damit steigen Flexibilität und Regelgeschwindigkeit. Das dezentrale Kraftwerk

der N-ERGIE wurde in den Jahren 2016/2017 aufgebaut. Mit ihm wurde eine Vielzahl von Flexibilitätspotenzialen gebündelt und den Netzbetreibern für Regelenergie zur Verfügung gestellt. Die Erweiterung des Heizwerks Klingenhof mit einem hochflexiblen Motorenheizkraftwerk soll im Jahr 2018 abgeschlossen sein.

Die Kombination der Maßnahmen ist ein Beitrag zur Dezentralisierung sowie zur Sektorenkopplung und verbessert nachhaltig die CO<sub>2</sub>-Bilanz. Die erhöhte Flexibilität macht das KWK-System zum idealen Partner für erneuerbare Energien. Das dezentrale Kraftwerk der N-ERGIE ist in der Lage, das Netz zu stabilisieren. Mit dem Biomasse-HKW werden knapp acht Prozent der Nürnberger Fernwärme regenerativ erzeugt.

#### DIE UMSETZUNG



Im Fall des Biomasse-Heizkraftwerks lag eine Herausforderung darin, die notwendigen Stoffmengen aus der Region zu mobilisieren und zeitlich zu disponieren.

Beim Bau des Wärmespeichers wurde technisches Neuland betreten. Es konnte damals auf keine relevanten Erfahrungen mit der Zwei-Zonen-Technik zurückgegriffen werden. Auch die eingesetzten Elektroheizer waren in dieser Größenordnung ein Novum in Deutschland. Eine weitere Herausforderung lag in der Akzeptanz des 70 m hohen Wärmespeichers seitens der Behörden und der Öffentlichkeit.

Beim Ausbau des Heizwerks Klingenhof zum Heizkraftwerk kommen modernste Gas-Großmotoren zum Einsatz. Die Herausfor-

derungen liegen hier zum einen in der Dezentralisierung und Kleinkaskadierung eines bislang großanlagentechnisch geprägten Versorgungssystems. Zum anderen ist der sehr eng gelegte Terminplan vom Bau bis zur Inbetriebnahme herausfordernd.

Stets wichtig war bei den Vorhaben die ehrliche und offensive Kommunikation gegenüber der Öffentlichkeit. So wurden die Anwohner frühzeitig zu Informationsveranstaltungen und Führungen durch die Anlagen eingeladen. Hilfreich waren auch Unterstützer aus der Kommunal- und Landespolitik, die zu einer positiven Wahrnehmung der Vorhaben beigetragen haben. Hinsichtlich der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit haben auch entsprechende Förderprogramme über das Erneuerbare-Energien-Gesetz und das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz eine Rolle gespielt.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Die Wärmeversorgung der Zukunft wird zunehmend CO<sub>2</sub>-neutral erfolgen. Auf dem Weg dorthin sind Sektorenkopplung und bestmöglicher Einsatz von Primärenergie und Rohstoffen elementar. Die Kraft-Wärme-Kopplung spielt hierbei noch lange eine wichtige Rolle – sowohl in Verbundsystemen im urbanen Raum als auch in dezentralen Kleinanlagen vor Ort. Der Anteil der fossilen Energien wird im zukünftigen Technik-Mix kontinuierlich sinken. Power-to-Heat, Power-to-Gas, Wärmepumpen, Geothermie und Biomasse werden an Bedeutung gewinnen.

Zurzeit untersucht die N-ERGIE, wie sich der Wärmebedarf im Stadtgebiet Nürnberg bis 2050 entwickeln wird und aus welchen Quellen er bis dahin gedeckt werden kann. Aus den Ergebnissen wird der erforderliche Transformationsprozess bei der Wärmebereitstellung sowie in den Netzstrukturen abgeleitet.

Unabhängig davon wird die N-ERGIE die Effizienz und Flexibilität ihrer Erzeugungsanlagen laufend verbessern. Als Beispiel ist hier die Nachrüstung einer Dampfturbine mit einem elektrischen Heizmantel zu nennen. Dieser ermöglicht das schnelle Wiederanfahren der Turbine nach einem längeren Stillstand.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse:	2,8 Mrd. Euro (2016)
Mitarbeiter:	2.600 (2016)

### Versorgungsgebiet

Größe der Netzregion:	7.700 km <sup>2</sup>
Einwohner:	1,1 Mio.
Netzlänge Fernwärme:	336 km
Anschlüsse Fernwärme:	5.500

### Bundesland

Bayern

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen:	rund 60 Mio. Euro
----------	-------------------

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge:	ca. 70.000 t/a
--------	----------------



Bioerdgasanlage Gollhofen (links), Heizkraftwerk Nürnberg-Sandreuth und Wärmespeicher mit Blick von der Kaiserburg (rechts)

Quelle: N-ERGIE Aktiengesellschaft

### 3.5 Netzinfrastrukturen optimieren und transformieren

#### LÖSUNGSANSATZ

#### Neue Kunden gewinnen

Durch den Anschluss neuer Kunden an Wärmenetze können die Treibhausgasemissionen weiter reduziert werden – insbesondere wenn dadurch CO<sub>2</sub>-intensive Wärmeversorgung, zum Beispiel mit Ölheizungen, durch leitungsgebundene Wärme aus KWK-Anlagen und Erneuerbare-Energien-Anlagen ersetzt wird. Steht der Ersatz einer veralteten Heizungsanlage an, sollte daher zuerst geprüft werden, ob der Kunde an ein Wärme- oder Gasnetz angeschlossen werden kann. Mit einer hohen Anschlussquote kann der Netzbetrieb weiter optimiert werden. Der Anschluss neuer Kunden erfolgt dabei zum Beispiel durch Verdichtung im Netz oder durch die Netzerweiterung am Rand der bestehenden Netze.

#### Effiziente Wärmeerzeuger anschließen

Durch den Anschluss eines effizienten Heizkraftwerks an ein Wärmenetz können weitere Treibhausgasemissionen eingespart werden, da die Wärmebereitstellung durch ineffizientere Anlagen verdrängt wird.

#### Medium und Temperaturen der Wärmenetze umstellen

Als Infrastrukturanbieter optimieren die kommunalen Unternehmen ihre Wärmenetze und leisten einen Beitrag, Energie einzusparen und Treibhausgasemissionen zu senken. Zum Beispiel können Wärmeverluste beim Transport reduziert werden, indem auf Heißwasser statt Dampf und bei Heißwassernetzen auf niedrigere Temperaturen umgestellt wird. Dabei müssen Planer vielfältige technische und bauliche Folgen für das Wärmenetz und die Haustechnik der Wärmekunden berücksichtigen. Für die Investitionsentscheidung spielen die Entwicklung des Wärmebedarfs der einzelnen Gebäude, die Temperaturanforderungen und die Anschlussdichte eine gewichtige Rolle.

#### Netzstrukturen anpassen

Neben der Versorgung der Gebäude durch große Fernwärmenetze prüfen kommunale Unternehmen zunehmend auch Versorgungslösungen mit Nahwärmenetzen, sogenannte „Insellösungen“. Nach dem „Baukastenprinzip“ können bei Bedarf neue Gebiete in das Netz aufgenommen oder Netze zusammengeschlossen werden. Liegen Netze in Gebieten mit sanierten oder neugebauten Gebäuden und stehen hohe Ersatzinvestitionen an, prüfen kommunale Unternehmen, ob andere Versorgungslösungen vorzuziehen sind und ein Rückbau des Netzes sinnvoll ist. Kleinere Netze bieten den Vorteil, dass eine Umstellung auf

niedrige Temperaturen möglicherweise leichter realisiert werden kann und damit etwa die Nutzung von Abwärme oder erneuerbaren Energien einfacher umsetzbar ist.

#### Über Wärmenetze die Wärmeversorgung etappenweise transformieren

Wärmenetze bieten die Möglichkeit, „Lock in“-Effekte zu vermeiden. In die Netze sind im Zeitverlauf weitere, gegebenenfalls neu entwickelte, Technologien integrierbar. Kommunale Unternehmen speisen Wärmenetze derzeit überwiegend mit klimafreundlichen, effizienten KWK-Anlagen auf Gasbasis. Mittel- bis langfristig können die KWK-Anlagen durch den Einsatz erneuerbarer Energien ergänzt bzw. ersetzt werden, sofern durch Effizienzmaßnahmen an der Gebäudehülle die Temperaturanforderungen der Nutzer gesenkt werden. Diese etappenweise Transformation der Wärmeversorgung bietet sich insbesondere bei Netzen an, an die Kundengruppen mit derzeit hohen Temperaturanforderungen angeschlossen sind. Die Flexibilität, die Wärmeerzeuger schrittweise auszutauschen, ist bei gebäudeindividuellen Versorgungslösungen häufig nicht vorhanden.



Mit dem „Lock in“-Effekt ist gemeint, dass ein Investor eine einmal installierte Versorgungstechnologie nicht vor dem Ende der Nutzungsdauer wechselt, auch wenn dies zum Beispiel aus Klimaschutzgründen sinnvoll ist, da damit hohe Kosten verbunden wären.

#### Erschließung von Neubaugebieten über Netzinfrastrukturen prüfen

Gebiete mit energieeffizienten Neubauten, also Gebäuden mit geringem Wärmebedarf, können über Netzinfrastrukturen mit klimafreundlicher Wärme erschlossen werden. Die Auswahl der Energiequelle, die Aufsiedelungsgeschwindigkeit und die Abnahmedichte beeinflussen Emissionen und Kosten. Auch in Neubaugebieten können durch Nahwärmenetze Skalierungseffekte bei der Anlagentechnik genutzt und gebäudeindividuelle Restriktionen, die den Einsatz erneuerbarer Energien behindern, umschifft werden. Besteht bereits ein Nahwärmenetz, kann dies zur Einspeisung weiterer dezentraler Erzeugungsanlagen ertüchtigt werden.



---

**EXKURS**

**Eine Absenkung der Netztemperatur ist nicht in jedem Fall sinnvoll:**

- Für Industrieprozesse werden beispielsweise Prozessdampf und Dampfnetze mit hohem Temperaturniveau benötigt. Zuallererst sollten daher im Sinne von „efficiency first“ Anreize geschaffen werden, damit Industrieprozesse, wo es technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist, auf niedrigere Temperaturen ausgelegt werden.
- Mit niedrigen Temperaturen betriebene Arealnetze, zum Beispiel in Quartieren, können durch den Rücklauf eines hochtemperierten Fernwärmenetzes versorgt werden. Das Volumen der niedertemperierten Wärme, die eingespeist oder ausgekoppelt wird, hat in der Regel Einfluss darauf, ob eine Temperaturabsenkung im Teil- oder im Gesamtnetz sinnvoll ist.
- Eine geringere Netztemperatur geht meist mit niedrigeren Netzverlusten einher. Außerdem kann bei einer geringeren Netztemperatur das Abgas einer thermischen Anlage stärker abgekühlt werden. Dadurch kann die Anlage mit einer höheren Effizienz betrieben werden. Die Absenkung der Netztemperatur verursacht jedoch Kosten, die in der Regel nicht durch die geringeren Netzverluste und höhere Effizienz finanziert werden können. Neben den anfallenden Investitionskosten können auch die Betriebskosten steigen, da der Energieverbrauch für die Pumpen zum Transport der Wärme deutlich höher sein kann.

**Bei der Absenkung der Netztemperatur bestehen technische Hürden**

Bereits Temperaturschritte in der Größenordnung von 10 Kelvin stellen die Wärmenetzbetreiber vor große Herausforderungen. Um die gleiche Wärmemenge übertragen zu können, muss bei einer abgesenkten Temperatur im Vorlauf eine größere Wassermenge durch das Wärmenetz fließen. Dies ist zumindest der Fall, wenn die Abnehmer der Wärme technisch nicht in der Lage sind, auch die Temperatur des Wassers im Rücklauf mit einer entsprechenden Temperaturabsenkung zurückzugeben. Entsprechend steigt der Druck, mit dem das Wasser durch die Rohre gepumpt wird. Der Temperaturabsenkung stehen daher hydraulische Grenzen entgegen.

**Gebäudetechnik der Wärmekunden muss angepasst werden**

Maßnahmen zur Absenkung der Netztemperatur, das heißt der Vorlauf- und der Rücklauftemperatur, hören nicht an der Hausgrenze auf. Sie erfordern auch den Umbau der Hausübergabestation. Diese befindet sich nur in Ausnahmefällen in der Hand des Fernwärmeanbieters. Zudem müssen auch die Wärmeverteil-

und Wärmeübergabesysteme im Gebäude auf niedrigere Temperaturen ausgelegt werden. Konkret heißt das für den Gebäudeeigentümer, dass die Konvektionsheizkörper auf Flächenheizungen umgebaut werden müssen. Durch die großen Flächen kann das Wasser deutlich stärker abgekühlt werden, bevor es zurück in die Wärmezeugungsanlagen fließt und neu erhitzt wird. Solange nicht jeder Kunde umgestellt ist, kann auch das Netz nicht vollständig umgestellt werden. Denn solange nur ein Kunde im Netz noch ein hohes Temperaturniveau benötigt, kann das gesamte Netz nicht mit niedrigeren Temperaturen betrieben werden.

**Netzbetreiber und Wärmekunden müssen zusammenarbeiten**

Die Relevanz der Absenkung der Rücklauftemperatur ist höher einzuschätzen als die Absenkung der Vorlauftemperatur. Die Erfordernis und Dringlichkeit ist in nahezu allen Wärmenetzen vorhanden und die zu ergreifenden Maßnahmen sind sehr komplex und vielschichtig. Diese Maßnahmen sind von den Kundenanlagen und der gebäudetechnischen Ausrüstung abhängig und daher stets nur in Zusammenarbeit mit dem Gebäudeeigentümer umzusetzen.

Die Umstellung der gebäudetechnischen Ausrüstung auf niedrige Temperaturen ist Voraussetzung dafür, dass Fernwärmebetreiber dies auch in ihren technischen Anschlussbedingungen einfordern können.

**Anforderungen der Warmwasserbereitung behindern**
**Temperaturabsenkung**

Bei der Umstellung der gebäudetechnischen Ausrüstung sind auch die Mindestanforderungen der Trinkwasserhygiene zu beachten. Sie schreiben Mindesttemperaturen bei der zentralen Warmwasserbereitung vor. Nicht die Anforderungen der Heizsysteme, sondern die Anforderungen der Warmwasserbereitung sind vielfach hinderlich für eine Temperaturabsenkung, auch bei Bestandsgebäuden. Ebenso werden hohe Rücklauftemperaturen häufig durch die Warmwasserbereitung mittels veralteter Kundenstationen verursacht.

---

### Klimafreundliche Gase mit der Erdgasinfrastruktur bereitstellen

Die deutsche Erdgasinfrastruktur spielt auch in Zukunft eine wichtige Rolle. Statt Erdgas wird sie zukünftig absehbar vermehrt biogenes und synthetisches Gas sowie Wasserstoff speichern, transportieren und verteilen. Das Speicherpotenzial beläuft sich auf das etwa 1.500- bis 3.000-Fache der deutschen Pumpspeicher. Das Gasnetz hat somit das Potenzial, die Energieversorgung zu flexibilisieren.

### Mit Power-to-Gas Infrastrukturen und Anlagen klimafreundlich weiternutzen

Mit der Power-to-Gas-Technologie können (Überschuss-)Strommengen örtlich und zeitlich bedarfsgerecht genutzt werden. Durch in Power-to-Gas-Anlagen erzeugtes synthetisches Gas und Wasserstoff können im Gasnetz gespeichert, transportiert und verteilt und wie Erdgas in der Stromerzeugung, im Wärmemarkt, in der Industrie und in der Mobilität eingesetzt werden.



**Power-to-Gas** ermöglicht die chemische Speicherung von Strom, indem Strom in Wasserstoff oder – in einem zweiten Schritt – in synthetisches Erdgas umgewandelt wird. Das gewonnene Gas kann dann gespeichert und zum Verwendungsort transportiert werden. Mit Hilfe von Power-to-Gas kann Strom also örtlich und zeitlich flexibel nutzbar gemacht werden.

## KERNFORDERUNGEN

### Transformation der Wärmenetze unterstützen

Ohne Infrastruktur kann die Wärmewende nicht gelingen. Besonders in hochverdichteten Ballungsräumen sind die Potenziale für erneuerbare Wärme begrenzt. Hier bieten Wärmenetze die einzige Möglichkeit, erneuerbare Energien und Abwärme im großen Stil in die Wärmeversorgung zu integrieren (s. Abbildung 15). Dazu müssen in der Regel die Temperatur der Wärmequellen und der Temperaturbedarf der Kunden im Wärmenetz aufeinander abgestimmt werden. Dies bedarf Anpassungen und Investitionen, da gegebenenfalls die Netze und/oder Kundenanlagen verändert werden müssen. Deshalb muss der Umbau der Netzinfrastruktur und der gebäudetechnischen Ausrüstung unterstützt werden.

Aufgrund des hochinvestiven Transformationsprozesses ist es für Stadtwerke und für kommunale Unternehmen wesentlich, dass nicht vorschnell und pauschal Vorgaben zu Betriebsparametern,

## DIE WÄRMEINFRASTRUKTUR IST DER SCHLÜSSEL FÜR EINE CO<sub>2</sub>-ARME WÄRMEVERSORGUNG

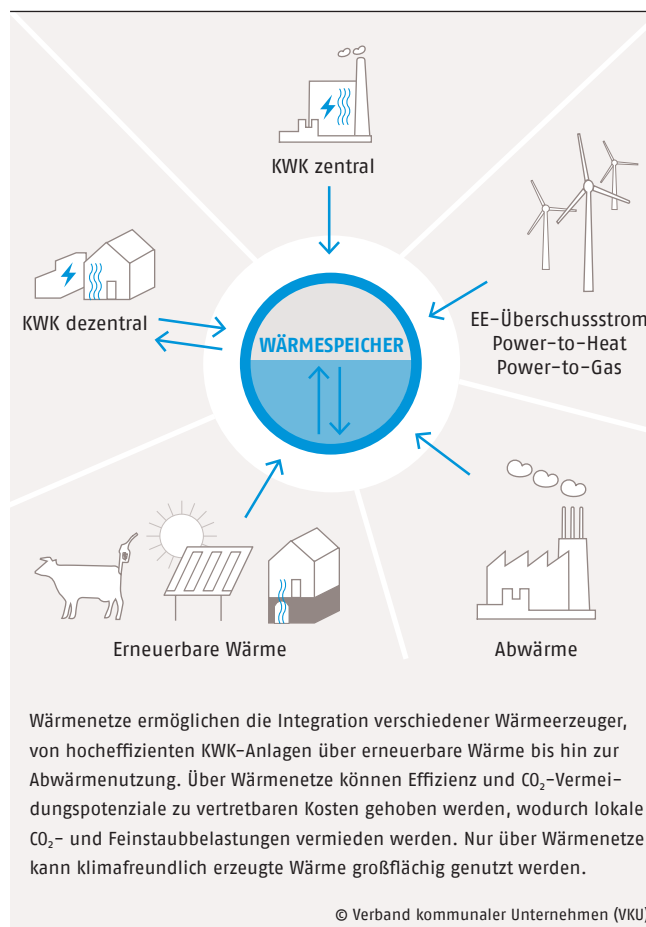


Abbildung 15: Wärmenetze sind zentraler Baustein der Wärmewende

wie zum Beispiel der Temperatur, gesetzt werden. Denn diese sind nicht an die lokale Situation der Erzeugungsanlagen und Kunden angepasst, etwa wenn hochtemperierte Prozesswärme benötigt wird. Sie können gegebenenfalls gar nicht oder erst durch umfangreiche Maßnahmen erreicht werden.

### Phasenweise Transformation der Gasinfrastruktur ermöglichen

Die heutige Erdgasinfrastruktur muss im Wesentlichen erhalten bleiben, da sie einen bedeutenden Beitrag zur Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten kann. Zudem würde sonst eine „Lock-in“-Situation geschaffen werden. Denn: Weitere, heute noch nicht absehbare technische Entwicklungen im Gasbereich wären für Deutschland nicht mehr implementierbar.

In der Zwischenzeit muss die Erdgasinfrastruktur erhalten bleiben und refinanziert werden können. In Netzrandgebieten, bestehenden Siedlungen und Ballungsgebieten mit hohem Anteil an Bestandsgebäuden sollte zudem der Netzausbau bzw. die Netzverdichtung ermöglicht werden. Dabei sollte jedoch vermieden werden, parallele Infrastrukturen, wie zum Beispiel Gas- und Wärmenetz, zu verlegen.

**Power-to-Gas-Anlagen als Speicher definieren**

Power-to-Gas-Anlagen werden derzeit systematisch falsch als Letztverbraucher aufgefasst. Stattdessen sollten sie als Speicher eingeordnet werden. Die Befreiung von der EEG-Umlage sollte unabhängig davon erfolgen, ob die Energie schließlich wieder ins Stromnetz eingespeist wird oder einem anderen Verwendungszweck zugeführt wird.

**Forschung und Entwicklung von Power-to-Gas-Anlagen anreizen**

Zwar funktioniert die Power-to-Gas-Technologie in den Pilotprojekten sehr gut, dennoch bestehen weiterhin Verbesserungsmöglichkeiten und Potenziale für Kostensenkungen durch Skaleneffekte. Investitionen in Forschung und Entwicklung sollten daher angereizt werden.

**› Transformation der Netzinfrastrukturen als wichtigen Baustein der Energiewende ermöglichen:**

- Die Wärmenetze als Schlüssel für die Wärmewende verstehen
- Die für die Diversifizierung der Wärmequellen notwendige Anpassung des Wärmenetzsystems und der Kundenanlagen unterstützen
- Die Erdgasinfrastruktur bei einem ganzheitlichen, energieträger- und sektorenübergreifenden Verständnis der Energiewende mitdenken
- Anreize für den wirtschaftlichen Betrieb von Power-to-Gas-Anlagen setzen

# Aus der Praxis

## Stadtwerke Kiel AG



### Dampfnetzumstellung

#### DIE IDEE



Im Rahmen des Kieler Energiekonzepts wurde Anfang der Jahrtausendwende beschlossen, das Fernwärmenetz schrittweise zu modernisieren und auszubauen. Im Mittelpunkt stand dabei die Umstellung des alten Dampfnetzes in der Innenstadt auf die energieeffizientere und wirtschaftliche Heizwasserversorgung. Dieses wurde zwischen 2002 und Ende 2017 von den Stadtwerken Kiel umgesetzt. Der Anteil der Dampfleitungen in dem 374 km langen Versorgungsnetz wurde sukzessive reduziert.

Die Stadtwerke Kiel haben zwei unterschiedliche Netze betrieben, um die mehr als 73.500 Haushalte, öffentlichen Einrichtungen und Gewerbe in Kiel mit der sicheren, wartungsarmen und klimaschonenden Fernwärme versorgen zu können. Historisch

bedingt lagen das Dampfnetz in der Kieler Innenstadt und das Heizwassernetz in den umliegenden Gebieten.

Mit der Umstellung auf die effizientere Heizwassertechnologie wurde die Fernwärmeversorgung in Kiel Jahr für Jahr noch umweltschonender. Denn während Dampf mit 180 °C ins Wärmenetz geleitet wird, reichen im Heizwassernetz bis zu 130 °C. Die niedrigeren Temperaturen und fortschrittlicheren Isoliermaterialien reduzieren die Wärmeverluste. Und das spart Energie. Durch die Umstellung von Heißdampf auf Heizwasser in Kiel wird eine jährliche Einsparung von 93 GWh Erdgas erzielt. Dies reduziert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um rund 19.000 Tonnen pro Jahr.

#### DIE UMSETZUNG



Um das groß angelegte Projekt möglichst zügig voranzutreiben, haben die Stadtwerke Kiel eng mit dem Tiefbauamt und der Stadtentwässerung zusammengearbeitet. Im Zuge der Baumaßnahmen kam es in den betroffenen Gebieten zu Verkehrsbehinderungen durch vereinzelte Straßensperrungen und eingeschränktes Parkplatzangebot. Um die Behinderungen so gering wie möglich zu halten, führten die Stadtwerke Kiel die Arbeiten abschnittsweise durch.

Gebäudeeigentümer und Hausverwaltungen in den betroffenen Straßenzügen informierten die Stadtwerke Kiel in der Regel rund zwei Jahre vorher. Dabei wiesen die Stadtwerke Kiel die bestehenden Kunden rechtzeitig auf den anstehenden Wechsel von Dampf auf Heizwasser hin. In den Gebäuden waren die Umstellungsarbeiten von der Dampf- zur Heizwasserversorgung meist ohne große Einschränkungen umsetzbar. Wegen der kurzzeitigen Versorgungsunterbrechung im Zuge der Umstellungsarbeiten wurden die betroffenen Mieter rechtzeitig informiert.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Die in Kiel erzeugte Fernwärme deckt ca. 40 Prozent des Kieler Wärmemarktes ab. Ziel ist es, bis 2030 den Anteil von Fern- und Nahwärme deutlich zu vergrößern. Hierfür wurde das Kieler Wärmeversorgungskonzept erarbeitet. Ein wesentlicher Bestandteil davon ist die Wärme- und Stromerzeugung in dem zentralen Großkraftwerk „Küstenkraftwerk K.I.E.L.“. Der technologische und modulare Aufbau dieses Gasmotorenheizkraftwerks ermöglicht eine flexible Fahrweise. Es eignet sich somit sowohl zur Ergänzung der schwankenden Einspeisung von Wind- und Solarenergie in die Stromnetze als auch zur flexiblen Wärmeerzeugung. Zusätzlich zu den 20 Gasmotoren sollen ein Elektrodenkessel wie auch ein Wärmespeicher die Wärmeerzeugung flexibilisieren. Auf diese Weise wird es den Stadtwerken Kiel zukünftig möglich sein, sowohl auf veränderte politische Rahmenbedingungen als auch auf veränderte Strom- und Wärmenachfrage schnell und flexibel zu reagieren.

Zu einer möglichst ökologischen und nachhaltigen Wärmeversorgung trägt zudem die vollständige Umstellung des Fernwärmenetzes von Dampf auf Heizwasser bei. Durch die Umstellung konnte die Temperatur im Fernwärmenetz gesenkt und konnten Netzverluste verringert werden.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse:	rund 542.000 Euro (GJ 2015/2016)
Mitarbeiter:	993 (GJ 2015/2016)

### Versorgungsgebiet

Landeshauptstadt Kiel und umliegende Gemeinden

Fläche:	178 km <sup>2</sup> (direkt versorgtes Fernwärme-Netzgebiet)
Anzahl Einwohner:	240.000
Netzlänge Fernwärme:	374 km
Absatz Fernwärme:	1.040 GWh
Kunden Fernwärme:	über 73.500

### Bundesland

Schleswig-Holstein

### Geplantes Finanzvolumen des Projektes

Volumen:	rund 50 Mio. Euro
----------	-------------------

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge:	rund 19.000 t/a
--------	-----------------



Dr. Jörg Teupen, Vorstand Technik und Personal Stadtwerke Kiel AG, beendet die Dampfversorgung und schließt somit die Umstellung auf das effizientere Heizwasser ab.

Quelle: Stadtwerke Kiel AG

# Aus der Praxis

## MVV Energie AG



### Ausbau der Wärmeinfrastruktur in Mannheim

#### DIE IDEE



Das Energieunternehmen MVV betreibt auf der Friesenheimer Insel im Norden Mannheims ein abfallgefeuertes Heizkraftwerk. In der Anlage werden jährlich rund 700.000 t Abfälle thermisch verwertet. Das Heizkraftwerk liefert bereits seit den 60er Jahren Strom an das allgemeine Netz und Prozessdampf an Industriekunden. Um das Potenzial der Anlage weiter auszuschöpfen, baut die MVV die Dampfversorgung aus und bindet das Heizkraftwerk an das Mannheimer Fernwärmenetz an.

Aufgrund der positiven ökologischen Bewertung von Ferndampf aus der Abfallbehandlung hat ein langjähriger Ferndampfkunde beschlossen, ab September 2018 die MVV mit der vollständigen Dampfversorgung zu beauftragen. MVV wird ab diesem Zeitpunkt jährlich bis zu 105.000 MWh Dampf bereitstellen. Durch die Ver-

drängung der auf Erdgas und Öl basierenden Eigenerzeugung spart diese Kooperation jährlich rund 18.000 t CO<sub>2</sub> ein.

Zudem bindet die MVV das Heizkraftwerk Mannheim an das bestehende Fernwärmenetz in Mannheim an. Die erste Wärmeinspeisung ist für die Heizperiode 2019/2020 geplant. Mit der erwarteten Wärmeauspeisung kann das Heizkraftwerk Mannheim einen wesentlichen Teil des gesamten Fernwärmeabsatzes von über 2.100 GWh bereitstellen. Damit sinkt der Primärenergiefaktor der Fernwärme in Mannheim auf 0,42 und macht diese Form der Wärmeversorgung auf lange Sicht zukunftsfähig. Mit der Maßnahme werden jährlich rund 61.000 t CO<sub>2</sub> netto eingespart.

#### DIE UMSETZUNG



Zur Realisierung beider Projekte ist eine neue Altrheinquerung durch ein begehbare Dükerbauwerk notwendig. Die Errichtung dieses Bauwerks stellt eine besondere Herausforderung in diesem Projekt dar.

Um die sichere Versorgung des Industriekunden zu gewährleisten, müssen neue Ferndampfleitungen gebaut bzw. bestehende ertüchtigt werden. Zudem stellt MVV Reserveleistung bereit. Diese hohen Investitionsmittel sind auf der Basis eines langfristigen Liefervertrags darstellbar. Die bisherige vertrauensvolle Zusammenarbeit mit dem Kunden, einhergehend mit einer offenen und transparenten Kommunikation, hat bei der Umsetzung geholfen.

Zur Realisierung der Fernwärmeanbindung werden eine Fernwärmezentrale, eine 3,1 km lange Rohrleitungsstrasse und ein Pumpwerk gebaut. Die Herausforderung der Fernwärmeanbindung besteht darin, dass sich die Anzahl der Einspeiser im Fernwärmenetz erhöht und damit auch die Komplexität. Netzhydraulik und Steuerung des Netzes sind deshalb Faktoren, die in den kommenden Jahren gemeinsam mit den Betreibern des Grosskraftwerks Mannheim im Detail ausgearbeitet werden.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



MVV prüft an allen Standorten im In- und Ausland, wie das Wärmegeschäft zielgerichtet ausgebaut werden kann. An der effizienten und nachhaltigen Wärmeversorgung durch das Heizkraftwerk Mannheim sollen in den kommenden Jahren neue wie auch bestehende Kunden im Dampf- und Fernwärmebereich durch den Neubau der Altrheinquerung partizipieren.

Durch den Bau neuer und die Ertüchtigung bestehender Ferndampfleitungen bietet MVV ihren Kunden langfristig eine Wärmeversorgung auf Basis der thermischen Abfallverwertung an. Das Unternehmen trägt so wesentlich dazu bei, dass die CO<sub>2</sub>-Last der Mannheimer Industrie speziell im Wärmebereich minimiert wird.

Mit dem Anschluss des Heizkraftwerkes an das Fernwärmenetz wird die Versorgung mit Fernwärme in Mannheim umweltfreundlicher und flexibler. Der Primärenergiefaktor des Fernwärmenetzes reduziert sich deutlich. Somit erfüllt die Fernwärme die Anforderungen der Energieeinsparverordnung. Die MVV bekennt sich durch diese Investitionen langfristig zur Fernwärme als wichtiger Säule im Wärmemarkt. Sie trägt einen wesentlichen Teil zur Wärmewende in Mannheim bei.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: rund 4,1 Mrd. Euro (GJ 2016)  
Mitarbeiter: ca. 6.000 (GJ 2016)

### Versorgungsgebiet

Mannheim und Metropolregion Rhein-Neckar; in der Unternehmensgruppe auch national und international tätig

Netzlänge Fernwärme: 567 km  
Anschlüsse Fernwärme: 12.000 Gebäude

### Bundesland

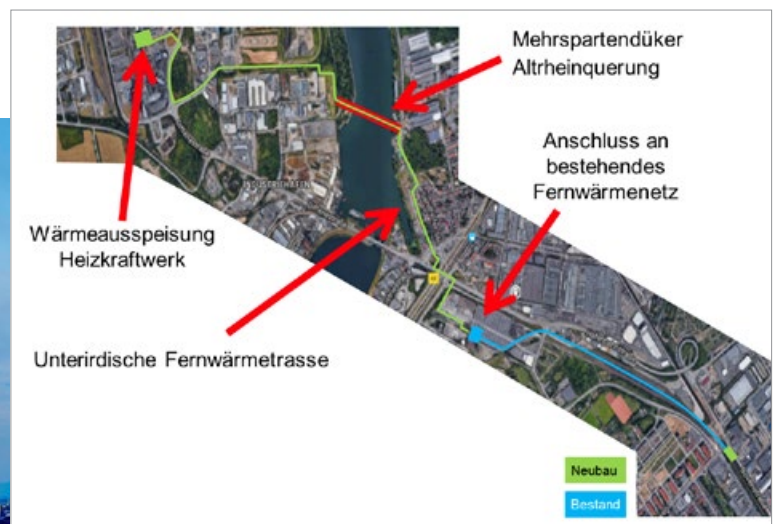
Baden-Württemberg

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: ca. 80.000 t/a netto



Friesenheimer Insel



© Google Maps

Quelle: MVV Energie AG

# Aus der Praxis

## Mainzer Stadtwerke AG



### Energiepark Mainz

#### DIE IDEE



Die Mainzer Stadtwerke haben im Jahr 2015 das Forschungsvorhaben „Mainzer Energiepark“ zusammen mit den Firmen Linde Group und Siemens AG gestartet. Das Forschungsvorhaben hat bis Anfang 2017 untersucht, inwiefern man mit einer großtechnischen Elektrolyseanlage und speziell entwickelten Verfahren Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff aufspalten kann. Die zur Elektrolyse notwendige Energie sollte dabei umweltfreundlich durch Windstrom aus den benachbarten Windkraftanlagen der Mainzer Stadtwerke zur Verfügung gestellt werden. Der Energiepark ermöglicht es dadurch, die fluktuierende Energiequelle Windkraft in Form von Wasserstoff zu speichern. Der Wasserstoff findet im Industrie-, Mobilitäts- und Wärmesektor Verwendung.

Inzwischen ist die Forschungsphase erfolgreich beendet, die Anlage befindet sich im kommerziellen Betrieb.

Mit dem Forschungsvorhaben wurde ferner untersucht, ob Erdgas durch den klimafreundlich erzeugten Wasserstoff ersetzt werden kann. Dazu wurde Wasserstoff in eine nahegelegene Gasversorgungsleitung, die ca. 1.000 Haushalte mit Erdgas versorgt, eingespeist. Der technisch maximal zulässige Wasserstoffanteil von zehn Prozent konnte erreicht werden – in Mainz wird damit ein Teil des fossilen Erdgases durch regenerativen Wasserstoff ersetzt.

#### DIE UMSETZUNG



Der Energiepark Mainz ist weltweit die größte Anlage dieser Art. Eine Herausforderung lag daher in der technischen Umsetzung. Hierfür arbeiteten die beteiligten Unternehmen unter der wissenschaftlichen Begleitung der Hochschule RheinMain eng zusammen. Für den Energiepark wurden unter anderem eine spezielle Elektrolyseanlage von Siemens und ein spezieller ionischer Verdichter von Linde entwickelt. Diese und weitere Anlagenteile ermöglichen es, dass der Energiepark extrem schnell auf Schwankungen in der Stromzufuhr, sogenannte Lastwechsel, reagieren kann. Das ist im Hinblick auf die stark fluktuierende Stromerzeugung durch Windkraft zunehmend wichtig.

Eine weitere Herausforderung lag in der Finanzierung des Energieparks. Aufgrund des hohen Innovationsgrades und der Komplexität gestaltete sich die Realisierung des Projektes äußerst kostenintensiv. Ohne einen Bundeszuschuss in Höhe von 8,5 Millionen Euro, der Hälfte der Investitionssumme, hätten die drei Partner Mainzer Stadtwerke, Linde und Siemens das Projekt nicht verwirklichen können.



## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Bisher spielte bei der Energiewende der Strombereich die Hauptrolle. Es werden bereits mehr als 300 Mio. kWh Strom jährlich durch erneuerbare Energien erzeugt. Die Mainzer Stadtwerke wollen aber auch die Wärmewende in der Region voranbringen. 2014 wurde deshalb eine Gesellschaft gegründet, in der strategische Entscheidungen zur Sicherstellung einer langfristig kostengünstigen und ökologischen Wärmeversorgung in Mainz und Umgebung getroffen werden.

Für die Mainzer Wärmestrategie ist die Fernwärme unverzichtbar. Daher wird das Fernwärmenetz stetig erweitert. Die Kraftwerke Mainz-Wiesbaden AG, an der die Mainzer Stadtwerke zur Hälfte beteiligt sind, bauen aktuell eine Gasmotoren-BHKW-Anlage samt Wärmespeicher zur gekoppelten Produktion von Strom und Wärme. Sie wird eine elektrische Leistung von rund 100 MW haben und eine Fernwärmeleistung von rund 90 MW. Damit kann sie der Abdeckung eines beachtlichen Anteils des Fernwärmebedarfs in Mainz dienen. Die Nutzung dieser Anlage ist ab Ende 2018 vorgesehen.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: 438 Mio. Euro (2016)  
Mitarbeiter: 1.577 (2016)

### Versorgungsgebiet

Stadtgebiet Mainz, Teile Wiesbadens,  
Landkreis Groß-Gerau, Teile Rheinhessens

Netzlänge Gas: 946 km  
Abgabe Gas: 3.571 Mio. kWh  
Netzlänge Fernwärme: 90 km  
Abgabe Fernwärme: 432 Mio. kWh

### Bundesland

Rheinland-Pfalz

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: 17 Mio. Euro



Energiepark Mainz

### 3.6 Wärmenetze zur Einbindung vielfältiger Wärmequellen nutzen

#### LÖSUNGSANSÄTZE

#### Restriktionen bei der Nutzung von erneuerbaren Energien mit Wärmenetzen überwinden

In dichtbesiedelten Ballungsräumen unterliegt die Verfügbarkeit erneuerbarer Energiequellen zur Wärmeversorgung oftmals Restriktionen, da nicht ausreichend Flächen zur Verfügung stehen oder anderweitig genutzt werden. Diese Restriktionen können mit Wärmenetzen überwunden werden. Die erneuerbare Wärme wird in diesem Fall zum Beispiel am Stadtrand oder auf Konversionsflächen gewonnen. Über Wärmenetze kann die erneuerbare Wärme bis in die Innenstadt transportiert und dort verwendet werden. Damit die niedrigtemperierte Wärme aus erneuerbaren Energien aufgenommen werden kann, müssen intelligente, effiziente und zukunftsweisende Systemlösungen entwickelt werden. Bei Bedarf müssen die Wärmenetze punktuell ertüchtigt bzw. neue Wärmenetze gebaut werden. Da Erzeugung und Verbrauch bei den witterungsabhängigen erneuerbaren Energien oftmals zeitlich auseinanderfallen, ist der Einsatz von Wärmespeichern zu empfehlen.

#### Bioenergie zur Energieversorgung im ländlichen Raum prüfen

Seit längerem werden erneuerbare Energien zur Wärmeversorgung eingesetzt. Zum Beispiel versorgen Biogas- und Biomasseanlagen mehrere Häuser oder sogar ganze Ortschaften, sogenannte Bioenergiedörfer, mit Wärme. Gerade in Gebieten, in denen keine anderen erneuerbaren Potenziale oder Abwärmequellen erschlossen werden können oder in denen Gebäude mit hohen, nicht reduzierbaren Temperaturanforderungen stehen, ist dies ein tragfähiges Konzept. Zu berücksichtigen ist dabei, dass dem Einsatz von Bioenergie zur Wärmeerzeugung schlussendlich aufgrund von Nutzungskonkurrenzen und begrenzter Mengen Grenzen gesetzt sind.

#### Potenziale für Tiefengeothermie und Solarthermie untersuchen

Neben Bioenergie sind Tiefengeothermie und Solarthermie weitere erneuerbare Energien, die auch für Nutzer mit höheren Temperaturanforderungen geeignet sein können – vorausgesetzt, es sind ausreichend Potenziale vorhanden und Flächen verfügbar. Um andere erneuerbare Wärmetechniken für die Wärmeversorgung dieser Nutzergruppe einsetzen zu können, bedarf es einer Absenkung der Temperaturanforderungen, etwa durch Effizienzmaßnahmen an der Gebäudehülle. Dies ist jedoch, zum Beispiel bei denkmalgeschützten Gebäuden, nicht immer technisch oder wirtschaftlich umsetzbar. Zu beachten sind zudem die Mindestanforderungen der Trinkwasserhygiene, die Mindesttemperaturen bei der zentralen Warmwasserbereitung vorschreiben.

#### Bereitstellung niedrigtemperierter Wärme durch oberflächennahe Geothermie evaluieren

Neubauten können aufgrund ihrer geringeren Temperaturanforderungen mit niedrigtemperierter, erneuerbarer Wärme beheizt werden. Kommunale Unternehmen versorgen zum Beispiel Neubaugebiete durch kalte Nahwärme aus Wärmepumpen. Hierfür sind flankierend geeignete Lösungen zur Einhaltung der Mindestanforderungen an die Trinkwasserhygiene erforderlich, die aus wirtschaftlichen Gründen meist nur im Neubau realisiert werden können.

#### Abwärme über Wärmenetze zugänglich machen

Kommunale Unternehmen binden Abwärme, die zum Beispiel in Müllheizkraftwerken, Kläranlagen, Industrie- und Gewerbebetrieben am Stadtrand anfällt oder aus dem Abwasser der Stadt gewonnen werden kann, in Wärmenetze ein. Bereits heute geschieht dies zum Beispiel in Bochum, Karlsruhe, Köln und Oldenburg. Die Einspeisung wird dabei über bilaterale Vereinbarungen geregelt.

Wenn kein Wärmenetz in der Nähe vorhanden oder ein Anschluss nicht wirtschaftlich ist, bauen kommunale Unternehmen thermische Direktleitungen, um zum Beispiel Abwärme aus einem Müllheizwerk zu einem großen Industriekunden zu transportieren.

Die Einbindung von Abwärme kann allerdings einen Nachteil haben: Kommunale Unternehmen müssen mit einer redundanten Wärmeerzeugung für den Fall vorsorgen, dass die Abwärmequelle versiegt. Dies ist insbesondere bei einer großen Abhängigkeit von industrieller Abwärme von Bedeutung. Dadurch steigen die Kosten für die versorgungssichere Erschließung dieser sinnvollen Wärmequelle. Und es stellt sich die Frage, ob ausreichend Abwärme vorhanden ist, um das Netz wirtschaftlich betreiben zu können. Das gilt besonders vor dem Hintergrund eines hochinvestiven Netzausbaus.

#### EXKURS



#### Bei der Einspeisung von Abwärme gilt es Folgendes zu prüfen:

- Wer hat Interesse an der Einspeisung? Was spricht gegen eine Einspeisung, z. B. Verdrängung von KWK-Wärme?
- Welche Kosten der Einspeisung stehen welchen Erträgen gegenüber? Ist ausreichend Abwärme vorhanden? Und lässt sie sich unter bestehenden Rahmenbedingungen wirtschaftlich einspeisen?
- Welchen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck hat die Abwärme?
- Welche Temperatur hat die Abwärme? Welche Qualität, zum Beispiel zeitliche Zuverlässigkeit, hat die Abwärme?
- Wie sind die Zukunftsperspektiven der Wärmequelle? Ist die mögliche Abhängigkeit von der Abwärmequelle zu vertreten?

- Müssen weitere netzseitige Gegebenheiten bedacht werden? Falls die Einspeisung eine Änderung der Temperatur eines bestehenden Netzes voraussetzt, ist sie meist nicht mehr wirtschaftlich darstellbar.

### Abwärme ist nicht gleich Abwärme!

Generell gilt es, Abwärme nach der Herkunftsquelle in industrielle Abwärme, Abwärme aus Abfall- und Klärschlammverbrennung und Abwärme aus Abwasser zu differenzieren.

Bei Abwärme aus der Abfallverbrennung, Klärschlammausfäulung und aus dem Abwasser handelt es sich bis auf Weiteres um Wärmepotenziale, die konstant im Entsorgungsprozess anfallen. Diese Wärmepotenziale stehen folglich unabhängig von wirtschaftlichen Einflüssen verlässlich zur Verfügung. Dies ist bei industrieller Abwärme nicht der Fall.



Bei **Abwärme** handelt es sich um Wärme, die in einem Prozess entsteht, dessen primärer Zweck die Erzeugung eines Produktes oder einer Dienstleistung ist und die ansonsten ungenutzt in die Umwelt abgegeben wird.

Industrielle Abwärme fällt zum Beispiel als Produkt eines vorgeschalteten Fertigungsprozesses an.

Die Abfallverbrennung dient primär der Beseitigung von Schadstoffpotentialen. Neben der Entsorgung werden die Abfälle hygienisiert sowie organische Schadstoffe und Schwermetalle aus der Umwelt entfernt. Die thermische Behandlung von nicht recycelten Abfällen ist unverzichtbar. Das Abfallaufkommen schwankt nur gering.

Im Zuge der Abwasserbehandlung in der Kläranlage kann Wärme erzeugt werden. Dabei wird durch die Ausfäulung von Klärschlamm Klärgas gewonnen und in Wärme umgewandelt, zum Beispiel in Kraft-Wärme-Kopplung. Alternativ ist auch die direkte thermische Verwendung von Klärschlamm möglich.

Die Wärme des Abwassers in der Kanalisation kann über Wärmepumpen genutzt werden, sofern dies den Betrieb nachgelagerter Kläranlagen nicht einschränkt. Abwasser ist eine verlässliche Wärmequelle, denn es fällt ganzjährig mit Temperaturen an, die für die Gewinnung von Wärme nutzbar sind.

## KERNFORDERUNGEN

### Zugang zu Wärmenetzen ausschließlich über bilaterale Vereinbarungen schaffen

Wärmenetzsysteme sind sehr unterschiedlich und orientieren sich an der zur Verfügung stehenden Wärmequelle und der Wärmesenke vor Ort. Betrieb und Management eines Wärmenetzes mit unterschiedlichen Einspeisern sind ungleich schwieriger als der Betrieb eines Stromnetzes. Anders als im Stromnetz ist zudem eine räumliche Verteilung von Wärme nur im jeweils betroffenen Netz möglich und aufgrund von Netzverlusten nur über eine Entfernung von wenigen Kilometern effizient.

Der systemische Vorteil von Wärmenetzsystemen ist gerade die hohe Effizienz über alle Prozesse von Erzeugung, Verteilung bis zur Kundenanbindung und Belieferung mit Wärme und Kälte hinweg. Ausschließlich durch bilaterale Vereinbarungen können die Belange der Wärmelieferanten und die Belange der Wärmenetzbetreiber in diesem komplexen System optimal aufeinander abgestimmt und eine möglichst hohe Effizienz gewährleistet werden.

### Klimaneutrale Abwärmequellen und erneuerbare Energien gleichrangig einsetzen

Bei Abwärme aus der Abfall- und Klärschlammverbrennung sowie bei Abwärme aus Abwasser handelt es sich um Abfallprodukte. Da die CO<sub>2</sub>-Emissionen dem Entsorgungsauftrag zugeordnet sind, sind diese Wärmequellen klimaneutral. Entsprechend sollten diese Wärmequellen gleichrangig mit Wärme aus erneuerbaren Energien eingesetzt werden.

### Pflicht zur effizienten Verwertung von Abwärme prüfen

Nach dem Grundsatz „Vermeidung vor Verwertung“ sollte die Vermeidung von industrieller Abwärme durch eine Prozessoptimierung der Nutzung im Wärmenetz vorgezogen werden. Entsprechend sollten vorrangig Anreize dafür gesetzt werden, dass die Industrie ihre Prozesse optimiert. Solange eine Abgabe von nutzbarer Abwärme an die Umwelt kostenfrei möglich ist, gibt es keinen Anreiz, diese zu verwerten.

### › Einbindung von erneuerbarer Wärme und Abwärme in Wärmenetze anreizen:

- Zugang zu Wärmenetzen ausschließlich über bilaterale Vereinbarungen schaffen
- Klimaneutrale Abwärmequellen und erneuerbare Energien gleichrangig einsetzen
- Pflicht zur effizienten Verwertung von Abwärme prüfen
- Abwärmennutzung in Wärmenetzen erleichtern

# Aus der Praxis

## GELSENWASSER AG

## Regenerative Energien für Meerbusch – von der Nachtspeicherheizung zum Pelletkessel

### DIE IDEE



Eine effiziente und kostengünstige Wärmeversorgung für die öffentlichen Gebäude war das Ziel der Stadt Meerbusch. Aufgrund des Alters der Heizungsanlagen war eine Erneuerung und Sanierung unter dem Aspekt der Energieeffizienz angezeigt. Des Weiteren erfolgte die Wärmeversorgung der Raphael-Schule seit dem Bau in den 70er Jahren über ein Nachtspeicher-Heizungssystem, das aufgrund gesetzlicher Vorgaben und weiter steigender Stromkosten nicht mehr zeitgemäß erschien.

Zur Wärmeerzeugung wurde daher in der nahegelegenen Martinus-Schule eine neue Holzpelletheizung (300 kWth) eingebaut und eine Erdgasheizung (350 kWth) eingebunden. Die Wärme wird von dort über ein Nahwärmenetz zur Raphael-Schule trans-

portiert. Mit der Holzpelletheizung werden ca. 75 Prozent der jährlich benötigten Wärmemenge von ca. 900.000 kWh produziert. Die Erdgasheizung läuft nur an besonders kalten Tagen, um den zusätzlichen Wärmebedarf abzudecken. Damit der Brennstoff für die Pelletheizung nicht ausgeht, wurde ein Kellerraum zum Pelletlager umgebaut. Insgesamt können dort ca. 58 t Pellets eingelagert werden, die während des Winters für einen Zeitraum von ca. acht Wochen reichen.

Damit leistet die Holzpelletheizung für die Wärmewende in Meerbusch einen erheblichen Beitrag und dient nicht zuletzt wegen ihrer Öffentlichkeitswirksamkeit als Vorbild für zukünftige Projekte.

### DIE UMSETZUNG



Die Herausforderungen lagen in der technischen Umsetzung des Projektes: Neben dem engen Zeitfenster für den Umbau des Nachtspeicherheizsystems und zusätzlich zur Verlegung der Nahwärmeleitungen in den Sommerferien musste die Pelletkesselanlage in die bestehende Heizzentrale im Keller des Schulgebäudes integriert werden. Insgesamt wurden 200 m Wärmeleitung zwischen den Gebäuden verlegt und in der Raphael-Schule 80 Heizkörper verbaut.

Das Gelingen des Projektes ist maßgeblich auf den politischen Willen der Stadt Meerbusch zurückzuführen. So bekam bei der Ausschreibung der Leistungen die Nutzung regenerativer Energien zur Wärmeversorgung eine hohe Priorität. Auch wurde das Projekt im hohen Maße durch einen Fachpartner aus der freien Wirtschaft unterstützt. Des Weiteren haben die Mitarbeiter des Gebäudemanagements der Stadt Meerbusch bei der Umsetzung des Projektes tatkräftig mitgewirkt.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Die Wärmeversorgung der Zukunft wird durch eine Vielfalt an Technologien und Systemen geprägt sein. Wesentlicher Treiber müssen in den nächsten Jahren die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten bei der Auswahl der Systeme sein, um die gesellschaftliche Akzeptanz zu gewährleisten. Leitungsgebundene Energieversorgung, wie Nahwärme- und Erdgasnetze, in den dicht besiedelten Bereichen mit hohen und mittleren Energiedichten und individuelle Lösungen in den Außenbereichen mit geringen Energiedichten erscheinen daher sinnvoll.

Zur weiteren Systemoptimierung muss die Absenkung der Systemtemperaturen in der Wärmeversorgung, mittels sogenannter Niedertemperatursysteme, vorangetrieben werden. Nur so sind zukünftig ein effizienter Betrieb und die Einbindung alternativer, regenerativer Wärmeerzeugungssysteme möglich. Des Weiteren sind die regionalen Verhältnisse, wie Biomassenpotenziale und Abwärmesenken, zu berücksichtigen, sodass eine Dezentralisierung der Wärmeversorgung vorangetrieben werden kann. Auch Power-to-Gas und Power-to-Heat können wesentliche Bausteine sein.

Gelsenwasser wird vor allem KWK- und PV-Konzepte mit Stromvermarktungsmodellen vor Ort – sogenannte Mieterstrommodelle – umsetzen. Die Entwicklung geht von der externen Vollversorgung hin zur dezentralen Erzeugung und Vermarktung. Aktuell sind in der Gelsenwasser-Gruppe rund zwölf Projekte in Bau oder in Planung.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: 1.209 Mio. Euro (2017)  
Mitarbeiter: 1.518 (2017)

### Versorgungsgebiet

Ruhrgebiet, Münsterland, Niederrhein, Ostwestfalen, angrenzendes Niedersachsen

Absatz Wärme: ca. 100 Mio. kWh  
Kunden Wärme: über 12.000

### Bundesland

Nordrhein-Westfalen

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: 300.000 Euro

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: 160 t/a



Pelletheizungsanlage

Quelle: Gelsenwasser AG

# Aus der Praxis

## Stadtwerke München GmbH



### Fernwärme – 100 Prozent erneuerbar

#### DIE IDEE



Um die Energiewende im Wärmemarkt zu erreichen, haben die SWM eine Fernwärme-Vision entwickelt: Bis 2040 soll München die erste deutsche Großstadt werden, in der Fernwärme zu 100 Prozent aus regenerativen Energien gewonnen wird. Dazu setzen die SWM in den nächsten Jahrzehnten in erster Linie auf die weitere Erschließung der Erdwärme, auch Geothermie genannt.

Dank der günstigen Lage Münchens im bayerischen Molassebecken steht eine riesige geothermische Energiequelle zur Verfügung. Unter der Erdoberfläche befindet sich in einer Tiefe von

2.000 bis über 3.000 m ein Heißwasservorkommen mit Temperaturen von 80 bis zu über 100 °C. Die Wärme aus diesem Thermalwasser lässt sich optimal zum Heizen nutzen. Hierzu wird das heiße Wasser an die Oberfläche gefördert und über Wärmetauscher geleitet, wobei ihm die Energie entzogen wird. Das abgekühlte Wasser wird dann wieder in die Tiefe zurückgeführt. Somit ist Erdwärme ein Kreislauf ohne Eingriff ins Ökosystem. Ihre Nutzung ist weder von Tageszeit noch von Wetter oder Klima abhängig und frei von CO<sub>2</sub>-Emissionen.

#### DIE UMSETZUNG



Damit die Fernwärme auch zukünftig ihr volles Potenzial ausschöpfen kann, müssen mehrere Faktoren erfüllt sein: Parallel zur schrittweisen Erschließung der geothermischen Potenziale durch den Ausbau der Geothermieanlagen passen die SWM das Fernwärmenetz an. Der Um- und Ausbau des Fernwärmenetzes ist notwendig, damit der steigende Anteil an Erdwärme auch in das Netz eingespeist werden kann. Dafür müssen das vorhandene Netz und bei Bedarf auch die Anlagen in den versorgten Gebäuden über einen längeren Zeitraum mittels baulicher Maßnahmen angepasst werden.

Die Leistungsfähigkeit einer Geothermieanlage wird entscheidend durch die Rücklauftemperatur beeinflusst. Es gilt: Je niedriger die Rücklauftemperatur, umso effizienter wird die eingesetzte Energie genutzt. Zur Einhaltung der vereinbarten Rücklauftemperatur müssen die Gebäudeeigentümer jedoch durch eine technisch

einwandfreie Hausinstallation ein optimales Temperaturgefälle zwischen Vor- und Rücklauf sicherstellen. Die SWM beraten daher Kunden und Installateure, wie gerade bei Neubauten die Rücklauftemperatur eingehalten werden kann.

Um die besten Standorte für Geothermieanlagen zu identifizieren, haben die SWM im Rahmen des Forschungsvorhabens GRAME die genaue Lage der Thermalwasserschichten mittels umfangreicher dreidimensionaler seismischer Untersuchungen erkundet. Derzeit werden die Daten durch Experten ausgewertet. Um die Arbeiten planmäßig durchzuführen, wurde die Vorgehensweise speziell auf die städtischen Verhältnisse ausgerichtet. Durch die kontinuierliche zeitnahe Abstimmung mit den verantwortlichen Behörden und beteiligten Privatpersonen wurde sichergestellt, dass alle Genehmigungen rechtzeitig vorlagen.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Bereits heute zählt Münchens Fernwärmenetz mit rund 800 km Länge zu einem der größten Europas. Und die SWM treiben den Fernwärmeausbau weiter voran: Im Jahr 2009 haben sie ein Ausbauprogramm mit einem Investitionsvolumen von mehr als 200 Mio. Euro gestartet. Auch in den kommenden Jahren werden Neukunden mit Anschlusswerten von mehr als 50 MW jährlich an die Fernwärmeversorgung angeschlossen. Dazu sollen bestehende Fernwärmegebiete verdichtet und weitere Stadtviertel mit dichter Bebauung erschlossen werden.

Für die Zeit des Übergangs bis zu einer vollständig erneuerbaren Fernwärme setzen die SWM weiterhin auf Fernwärme aus umweltschonenden KWK-Anlagen. Mit der Nutzung der Abwärme aus der KWK-Stromerzeugung als Fernwärme stehen dem Münchner Wärmemarkt rund 4 Mrd. kWh umweltschonend erzeugte Heizenergie zur Verfügung. Die hohe Energieausnutzung bei der KWK spart ca. 1 Mio. t CO<sub>2</sub> im Vergleich zu ungekoppelter Erzeugung ein. Das entspricht in etwa dem jährlichen Ausstoß des gesamten PKW-Verkehrs in München.

Um die geothermischen Potenziale weiter zu erschließen, wird ab 2018 eine weitere Geothermieanlage beim Heizkraftwerk Süd entstehen. Sie soll Ende 2019 in Betrieb gehen. Die Anlage liegt an einem zentralen Netzknotenpunkt und kann bis zu 50 MW einspeisen. Bis 2025 will die SWM drei weitere Geothermieanlagen errichten und in Betrieb nehmen.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: rund 6,3 Mrd. Euro (2016)  
Mitarbeiter: 9.022 (2016)

### Versorgungsgebiet

Bayern

Netzlänge Wärme: ca. 800 km

### Bundesland

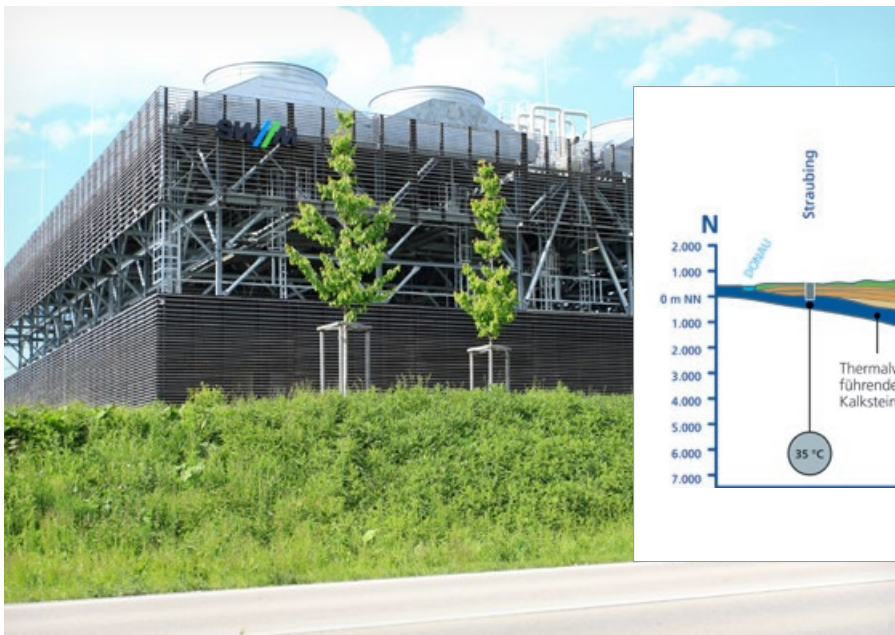
Bayern

### Finanzvolumen des Projektes

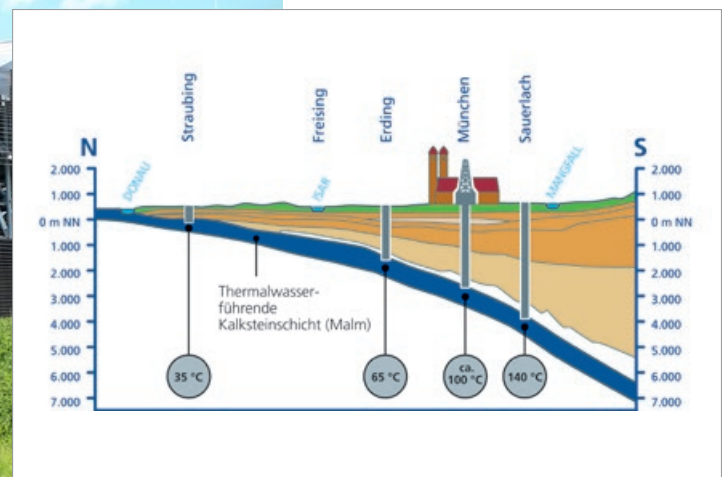
Volumen: mehr als 500 Mio. Euro  
Investitionen seit 2002 in den Umbau und Ausbau der Fernwärmeversorgung

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: rund 700.000 t/a



Geothermie-Heizkraftwerk Sauerlach (links)  
Nord-Süd-Schnitt durch das Voralpenland (rechts)



Quelle: Stadtwerke München GmbH

# Aus der Praxis

## Schleswiger Stadtwerke GmbH



### Kalte Nahwärme – ökologisch, clever & hocheffizient

#### DIE IDEE



Im Neubaugebiet „Berender Redder“ im Norden der Stadt Schleswig ist, statt einer Erdgas- oder Wärmeleitung, ein großer gemeinschaftlicher Erdkollektor für die Versorgung der insgesamt 192 Grundstücke errichtet worden. Die angeschlossenen Gebäude im Neubaugebiet nutzen durch den Erdkollektor die oberflächennahe Geothermie.

In den Gebäuden sind effiziente Sole-/Wasser-Wärmepumpen installiert, um die Gebäudeheizung und die Warmwasserversorgung sicherzustellen. Die Entzugsleistung des Erdkollektors beträgt rund 700 kW. Die Heizleistung aller Gebäude beträgt rund 950 kW. Die Einfamilienhaussiedlung wird ohne Anschluss- und Benutzungszwang von den Schleswiger Stadtwerken vermarktet.

Die Anschlussdichte an den Erdkollektor beträgt nach zwei Jahren Vermarktung rund 85 Prozent.

Die Schleswiger Stadtwerke liefern den angeschlossenen Kunden Wärme aus dem System über einen Wärmemengenzähler. 100 Prozent der Gebäudewärme wird von der Sole-/Wasser-Wärmepumpe erzeugt, wovon mindestens drei Viertel der Energie aus dem Erdreich und lediglich der Rest aus dem Stromeinsatz der Sole-/Wasser-Wärmepumpe kommt. Der zertifizierte Primärenergiefaktor beträgt 0,46 für das kalte Nahwärme-Netz inkl. Wärmepumpe. Zu einer herkömmlichen Erdgas-Brennwertheizung beträgt die CO<sub>2</sub>-Einsparung rund 45 Prozent. KfW-Effizienzhäuser 55, 40 und 40-Plus können mit der kalten Nahwärme als Heizungsart errichtet werden.

#### DIE UMSETZUNG



An vorderster Stelle stand bei der Projektplanung die Versorgungssicherheit aller 192 Grundstücke. Ein weiteres Merkmal der kalten Nahwärme in der Einfamilienhaussiedlung ist die Erweiterbarkeit des Systems, da es keinen Anschluss- und Benutzungszwang gibt. Angepasst an die Vermarktung, muss der Erdkollektor erweiterbar sein. Um ebenfalls effizient die Grundstücke versorgen zu können, liegt ein weiterer Schwerpunkt auf der Hydraulik des kalten Nahwärmenetzes. Die Kalkulation und Planungen dauerten rund eineinhalb Jahre.

Um so ein neues Projekt durchführen zu können, muss zum einen die Stadt den Mehrwert einer ökologischen Wärmeversorgung unterstützen. Gleichgestellt müssen die Stadtwerke den unternehmerischen und ökologischen Weitblick haben, wie die neuartige Wärmeversorgung aussehen kann. Ebenso ist es wichtig, die richtigen Projektpartner und die Industrie an seiner Seite zu haben. Zu guter Letzt muss man den Grundstückseigentümer von der „neuen“ Art der Wärmeversorgung und dem damit auch verbundenen Mehrwert an Service überzeugen.



## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Die Wärme- und Erdgasverbräuche der einzelnen Gebäude werden immer weiter zurückgehen. Spätestens ab dem Jahr 2021 sind alle neuen Gebäude als Niedrigenergiegebäude zu bauen.

Die Wärmeversorgung wird ein Mix aus den unterschiedlichen effizienten und ökologischen Technologien, die am Markt verfügbar sind, sein. Im Neubaubereich setzen die Schleswiger Stadtwerke auf die kalte Nahwärme mittels Erd- und Luftkollektoren. Ebenso setzen sie Niedertemperatur-Nahwärmenetze ein, die aus ökologischen Erzeugern, etablierten BHKW und Brennwertheizkesseln gespeist werden. Die Netzverteilungsverluste werden so deutlich minimiert. In den bestehenden Heizzentralen der vorhandenen Nahwärmenetze werden effiziente BHKW und Brennwertheizkessel integriert. Auch hier gilt es ebenfalls, die Auskühlungsverluste des Verteilungsnetzes zu minimieren.

Zurzeit wird für ein Quartierskonzept eines Investors mit 60 Wohneinheiten eine Nahwärmeversorgung mittels effizienter Niedertemperaturwärme vorbereitet. Ebenso wird die kalte Nahwärme weiter in Schleswig, in der Gemeinde Gelting und in dem Feriengebiet Geltinger Birk ausgebaut. Für eine Wohnungsbaugesellschaft in Eckernförde errichten die Schleswiger Stadtwerke derzeit einen Erdkollektor mit Dachabsorber für insgesamt 100 Wohneinheiten. Als Forschungsvorhaben soll ab 2019 ein weiteres Baugebiet mit der kalten Nahwärme erschlossen werden.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: 55,3 Mio. Euro (2016)  
Mitarbeiter: 123 (2016)

### Versorgungsgebiet

Schleswig und Schleieregion

Fläche: rund 24,3 km<sup>2</sup> (Schleswig)  
Einwohner: rund 25.000 (Schleswig)  
Netzlänge Wärme: rund 60 km  
Kunden Wärme: 774

### Bundesland

Schleswig-Holstein

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: rund 2,0 Mio. Euro (netto)  
inkl. Sole-/Wasser-Wärmepumpen

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: rund 45 Prozent CO<sub>2</sub>-Einsparung gegenüber Erdgas-Brennwertheizungen



Verlegung Erdkollektor im Baugebiet Berender Redder (links)  
Wärmepumpenheizungsanlage beim Kunden (rechts)



Quelle: Thorsten Bock

# Aus der Praxis

## Emschergenossenschaft



### Abwasserwärmenutzung zur Versorgung des Nordwestbads Bochum – Projekt in Kooperation mit den Stadtwerken Bochum

#### DIE IDEE



Das Pilotprojekt hatte das Ziel, die Wärme des Abwassers aus dem neu gebauten Mischwasserkanal für die Beheizung des Hallenbades „Nordwestbad Bochum“ zu nutzen.

Der errichtete Abwasserwärmetauscher hat eine Länge von 46 m und entzieht dem Abwasser eine Wärmeenergie von 150 kW. Seit der Fertigstellung im Jahr 2010 beheizt die Wärme aus dem Abwasser das Nordwestbad mittels Wärmepumpe und angeschlossenem BHKW. Das BHKW liefert dabei den für den Betrieb der Wärmepumpe notwendigen Strom, sodass vollständig auf eine externe Stromzufuhr verzichtet werden kann. Die vorhandene Erdgasheizung ergänzt die multivalente Energieversorgung. Insgesamt können rund 73 Prozent des Gesamtwärmebedarfes gedeckt werden.

Dies entspricht einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 220 t/a, d. h. etwa 40 Prozent, gegenüber der konventionellen Erdgasheizung.

Die Energiequelle Abwasser stellt eine lokale, langfristig verfügbare und regenerative Form der Wärme- und Kälteproduktion dar. Bedingt durch sein Temperaturniveau und den gleichförmigen Temperaturverlauf ist Abwasser eine ideale Wärmequelle für den effizienten Betrieb von Wärmepumpen. Der Ersatz fossiler Primärenergie durch Abwasserwärme erhöht den Anteil erneuerbarer Wärme im Stadtgebiet und reduziert den Ausstoß von Treibhausgasen. Mit dem Projekt wird eine innovative Form der Wärmeherzeugung „vor Ort“ umgesetzt. Zugleich werden Einsparpotenziale sektorenübergreifend in der Energie- und Abwasserwirtschaft gehoben.

#### DIE UMSETZUNG



Die Energiegewinnung aus Abwasser ist noch eine relativ unbekannte Technologie. Bei der Durchführung von Projekten mit Abwasserwärmenutzung besteht die Herausforderung darin, Partner für die Umsetzung zu finden, geeignete Gebäude zur Versorgung zu identifizieren und die Abnehmer- und Anbieterseite zusammenzubringen. Ansprechpartner waren zunächst die Tiefbau- und Umweltämter der Kommunen, Mitgliedsunternehmen, größere Wohnungsbaugenossenschaften sowie die Stadtwerke Bochum.

Der Schnittstellenabstimmung zwischen Abwasserentsorger, Energieversorger und Stadt als Betreiber kam bei diesem integralen Planungsvorhaben eine besondere Bedeutung zu. Das Projekt wurde an erster Stelle durch das hohe Interesse der Koopera-

tionspartner an der Realisierung und durch ein pragmatisches Vorgehen bei der Umsetzung vorangetrieben.

Da Standards und Instrumente, wie z. B. Planungshilfen und Vertragsentwürfe, fehlten, mussten die notwendigen Dokumente erarbeitet werden. Durch die Erstellung einer digitalen, online zugänglichen Energiekarte für das Emschergebiet konnten geeignete Kanalabschnitte für die Abwasserwärmenutzung identifiziert werden.

Die Gesamtanlage wurde als Pilotprojekt im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Mit der Energiegewinnung aus Abwasser steht eine effiziente und dezentrale Form der Wärmeerzeugung zur Verfügung. Sie ist ein Baustein für den lokalen Klimaschutz mit einer einheimischen Energiequelle. Im Hinblick auf den zukünftigen Wärmemarkt sollten neben einer rein ökonomischen Betrachtung auch Wirkungszusammenhänge stärker betrachtet werden, die bspw. politische, gesellschaftliche oder rechtliche Effekte des geplanten Vorhabens berücksichtigen. Um eine ganzheitliche Betrachtung zu ermöglichen, wäre ein Methoden- und Vorgehensbaukasten sinnvoll, der z. B. in Form eines Nachhaltigkeitschecks das Projekt analysiert. Zudem sollten zur Umsetzung regenerativer Projekte auch Leitfäden oder Checklisten analog der Bauleitplanung entwickelt werden, die wichtige Randbedingungen abfragen und Hilfestellung bei der Projektumsetzung bieten. Wichtig sind zudem verlässliche politische Weichenstellungen, welche Klimaschutzziele angestrebt werden und welche Rahmenbedingungen auf dem Weg dorthin für den Wärmemarkt gelten.

Die Wirtschaftlichkeit von Abwasserwärmenutzungsanlagen steigt mit der Größe des Energiebedarfs. Deshalb ist die Abwasserwärmenutzung insbesondere für größere Abnehmer mit möglichst ganzjährig hohem Wärme- bzw. Kältebedarf geeignet. In Umsetzung befinden sich derzeit die Wärmeversorgung eines Seniorensitzes und einer Schule. Zudem laufen Gespräche zur Wärme- und Kälteversorgung von Gewerbestandorten sowie von Stadtquartieren. Die Umsetzung und der Betrieb der Anlagen werden zukünftig über unsere Tochtergesellschaft BETREM Emscher Brennstoffe GmbH durchgeführt.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: rund 304 Mio. Euro (2016)  
Mitarbeiter: 1.629  
(2016, mit Lippeverband)

### Versorgungsgebiet

Gebietsgröße: 865 km<sup>2</sup>  
Einwohner: rund 2,3 Mio.  
Mitglieder: 201

### Bundesland

Nordrhein-Westfalen

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: rund 950.000 Euro

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: 40 Prozent (rund 73 Prozent Primärenergie-Einsparung)



Wärmetauscher im neugebauten Abwasserkanal (links)  
Nordwestbad Bochum (rechts)

Quelle: EmscherGenossenschaft

# Aus der Praxis

## Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband (OOWV)



### Abwasserwärmenutzung im Quartier „Alter Stadthafen“ in Oldenburg

#### DIE IDEE



Das Quartier „Alter Stadthafen“ in Oldenburg soll aus energetischen und umwelttechnischen Gesichtspunkten über die Wärmerückgewinnung aus Abwasser versorgt werden.

Das Quartier umfasst eine Gesamtwohnfläche von ca. 30.000 m<sup>2</sup> und ist weitgehend erschlossen. Für die Bewertung einer möglichen Abwasserwärmenutzung wurde aufgrund von unterschiedlichen Besitzverhältnissen und Bauabschnitten eine maximale Wohnfläche von ca. 20.000 m<sup>2</sup> zu Grunde gelegt.

Die Voraussetzungen für die Abwasserwärmenutzung sind in dem Quartier ideal, da ein leistungsstarker Mischwasserkanal DN 1500 mit einem Mindestdurchfluss von etwa 220 l/s direkt an das Gebiet angrenzt. In den Abwasserkanal wurde ein maßgefertigter

Wärmetauscher mit einer max. Haltungslänge von 200 m und einer max. Entzugsleistung von etwa 600 kW eingebracht. Die Wärme aus dem Kanal wird über ein Rohrnetz mit 860 Trassenmetern unter den Straßen an zwölf Wärmepumpen in den acht angeschlossenen Gebäuden verteilt. Bei angenommenen 2.000 Betriebsstunden im Jahr werden dem Kanal 586 MWh entzogen. Die Mindesttemperatur im Kanal beträgt dabei ca. sechs Grad Celsius. Jedes Gebäude hat seine eigene Heizzentrale mit einer Wärmepumpe. Bei den größeren Einheiten werden zwei Wärmepumpen mit einem BHKW gekoppelt. Das BHKW übernimmt dabei aufgrund der höheren Temperaturanforderungen die Warmwasserbereitung. Die Wärmepumpen sorgen für die Raumwärme der Flächenheizungen. Bei Wartungsarbeiten springt eine Gastherme ein und hält die Grundversorgung aufrecht.

#### DIE UMSETZUNG



Das Thema Energiegewinnung aus Abwasser hat den Investor aus energetischen und umwelttechnischen Gesichtspunkten überzeugt. Daher hat er sich entschieden, das Quartier auf diese umweltschonende Art mit Wärme zu versorgen – durch Recycling einer bereits vorhandenen Energie.

Die ersten Kanalwärmetauscher wurden im April 2015 eingebaut. Bereits fünf Monate später wurde das erste Gebäude mit 52 Wohneinheiten an das System angeschlossen. Die restlichen Wärmetauscher wurden im Oktober 2017 eingebaut. Nach Abschluss der gesamten Baumaßnahme, voraussichtlich Ende 2018, wird die Anlage die größte ihrer Art in Deutschland sein.

Bei der Wärmerückgewinnung aus Abwasser stellt sich immer wieder die Frage nach einem zuverlässigen Bemessungs-

ansatz, welcher zur optimalen Auslegung eines Kanalwärmetauschers führt. Zu viele unterschiedliche Einflüsse aus dem Kanalbetrieb erschweren dem Planer eine optimale Dimensionierung des Wärmetauschers, was bisher zu eher konservativ ausgelegten und somit oft unwirtschaftlichen Anlagen führt. Durch die Kooperation des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbands (OOWV) mit dem Institut für Rohrleitungsbau Oldenburg (iro) an der Jade Hochschule in Oldenburg konnten bereits wichtige betriebliche Zusammenhänge im Umgang mit Kanalwärmetauschern nachgewiesen und Empfehlungen z. B. für Produktoptimierungen abgeleitet werden.

Oldenburg wurde für dieses Kooperationsprojekt im letzten Jahr vom Niedersächsischen Umweltministerium ausgezeichnet als „Niedersächsische Klimakommune 2016“.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Die Wärmerückgewinnung aus Abwasser stellt unter Berücksichtigung gewisser Randbedingungen zunehmend eine wirtschaftliche Alternative in der Umsetzung von Energiekonzepten dar. Mit Erfahrungen aus unterschiedlichen Projekten soll das Thema in Oldenburg sowohl beim OOWV als auch beim iro intensiv weiterverfolgt werden. Als Partner und Energienutzer kommen besonders öffentliche Institutionen – wie beispielsweise Schulen und Kindergärten – in Frage, aber auch private Bürogebäude, Gewerbebetriebe oder Wohngebiete. Der OOWV wird in seinem rund 4.661 km langen Kanalnetz ganz sicher viele Möglichkeiten haben, diese Technologie einzusetzen.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: ca. 182 Mio. Euro (2016)  
Mitarbeiter: ca. 700 (2016)

### Versorgungsgebiet

Fläche: 7.860 km<sup>2</sup>  
Netzlänge Trinkwasser: 14.372 km  
Netzlänge Abwasser: 4.661 km  
Anzahl Kunden: 1,1 Mio.

### Bundesland

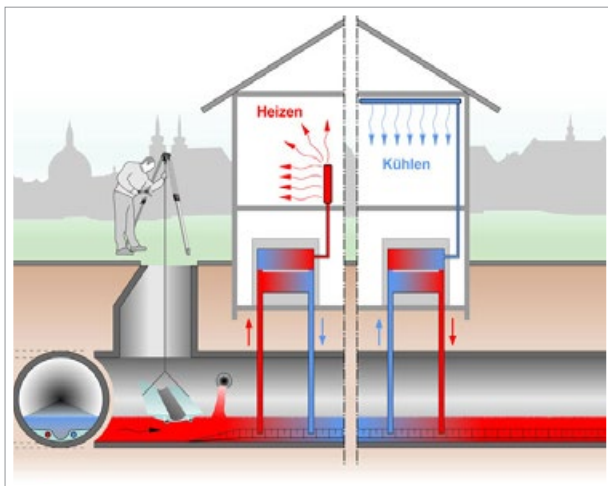
Niedersachsen

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: ca. 600.000 Euro

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: 180 t/a



Funktionsprinzip (links)  
Wärmetauscher im Abwasserkanal (rechts)

Quelle: OOWV

# Aus der Praxis

## Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AÖR (StEB Köln)



### Wärmeverbund Großklärwerk (GKW) Köln-Stammheim

#### DIE IDEE



Der Austausch des alten Blockheizkraftwerks (BHKW) des Großklärwerks (GKW) Köln-Stammheim der Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AÖR (StEB Köln) war Auslöser für dieses Vorhaben. Als Ersatz wurde eine neue Anlage mit einer elektrischen Leistung von 6 MW und deutlich höherem elektrischem Wirkungsgrad geplant. Diese produziert mehr Strom, um eine möglichst hohe Eigenversorgungsrate zu erreichen. Dadurch entsteht jedoch auch mehr Wärme. Da der Eigenwärmebedarf lediglich bei 50 Prozent liegt, wird der Wärmeüberschuss vor allem im Sommer über Notkühler an die Atmosphäre abgegeben. Ziel war es daher, den Wärmeüberschuss möglichst sinnvoll zu nutzen.

Durch den Abschluss des Wärmeverbundes mit dem lokalen Energieversorger RheinEnergie AG kommt das GKW dem Ziel einer

umfassenden Energienutzung nun ein erhebliches Stück näher. Überschüssige Wärme aus dem BHKW wird in das Fernwärmenetz eingespeist. Der Energieversorger liefert die Wärme über eine neue Leitung an eine Siedlung einer Wohnungsbaugesellschaft. Diese befindet sich mit ca. 1.700 Wohnungen und 100 Einfamilienhäusern in unmittelbarer Nähe zum Klärwerk.

Der Wärmebedarf der Siedlung wird zu rund 55 Prozent aus grüner Faulgaswärme gedeckt. Weitere 5 Prozent basieren auf Erdgas, das ergänzend im Klärwerk-BHKW eingesetzt wird. Insgesamt stellt das Klärwerk rund 10 Mio. kWh Wärme pro Jahr zur Verfügung. Die restlichen 40 Prozent stammen aus einem Erdgas-Spitzenkessel des Energieversorgers.

#### DIE UMSETZUNG



Grundsätzlich stellt sich für alle Klärwerke die Herausforderung, einen geeigneten Wärmeabnehmer in unmittelbarer Nähe zu finden. Die zweite Herausforderung stellt der Transport der Wärme zum Abnehmer dar. Im Beispiel der StEB Köln konnte das vor Ort vorhandene Fernwärmenetz genutzt werden. Das Vorhaben verknüpft somit erfolgreich Abwasser- und Energiewirtschaft.

Das Projekt „rationelle Energienutzung“ der StEB Köln kam zur rechten Zeit. Denn gleichzeitig lief der über Jahrzehnte bestehende Wärmeliefervertrag der Wohnungsbaugesellschaft aus. Zuvor wurde die Wärme in einer Heizzentrale mit umschaltbarem

Erdgas-/Heizölbetrieb erzeugt. Die Wohnungsbaugesellschaft war außerdem gezielt auf der Suche nach einer Wärmeversorgung mit regenerativen Bestandteilen. Beide Bestrebungen passten sehr gut zusammen.

Für die Errichtung der Wärmeverbindungsleistung erhielt der Energieversorger eine Förderung nach dem KWKG. Auch dies beschleunigte die Investitionsentscheidung.

## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



Die Wärmeversorgung der Zukunft strebt eine umfassende Energienutzung an. Sowohl die unterschiedlichen Sektoren Strom, Wärme und Verkehr als auch die unterschiedlichen Akteure, wie Abwasserentsorger, Wasserversorger, Energieversorger usw. müssen zu diesem Zweck intelligent miteinander gekoppelt sein.

Die StEB Köln haben Maßnahmen zur Co-Fermentation, Desintegration und Rechengutvergärung, die die Faulgaserzeugung auf dem GWK steigern, in Planung. Generell ist für die StEB Köln die Aufbereitung und Einspeisung von Faulgas in das Erdgasnetz hochinteressant, um eine Überschussverstromung von Faulgas und gar Faulgasverluste über Abfackeln zu vermeiden. Das Erdgasnetz kann als Langzeitspeicher für den Eigenbedarf bzw. zur Bereitstellung von grünem Gas für den Wärme- oder Mobilitätssektor dienen.

Vor dem Hintergrund der verzerrten Preisstrukturen auf dem Energiemarkt und der eventuell kommenden vierten Reinigungsstufe, die zu einem erhöhten Stromeigenbedarf führt, wird dieses Projekt jedoch zurzeit nicht umgesetzt.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: rund 212 Mio. Euro (2016)  
Mitarbeiter: 641 (2017)

### Versorgungsgebiet

Netzlänge Abwasser: 2.373 km  
(Freispiegel)  
Menge Abwasser: rund 105 Mio. m<sup>3</sup>  
(behandelt gesamt)  
davon GWK Stammheim: rund 83 Mio. m<sup>3</sup>

### Bundesland

Nordrhein-Westfalen

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: Finanzierung durch RheinEnergie

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: 2.775 t/a  
(in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) (Wärmebereitstellung aus Faulgas-/Erdgas-BHKW)



Großklärwerk (GWK) Köln-Stammheim und naheliegende Siedlung

Quelle: Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR

# Aus der Praxis

## enercity AG & Aurubis AG



### Industrielle Abwärmenutzung bei der Aurubis AG für die Wärmeversorgung der östlichen HafenCity in Hamburg

#### DIE IDEE



In Hamburg demonstrieren die enercity AG, vormals Stadtwerke Hannover, und der Metallproduzent Aurubis AG, wie industrielle Abwärme für die Wärmeversorgung im großstädtischen Raum genutzt werden kann. Die Abwärme aus dem Hamburger Aurubis-Werk, die durch eine exotherme Reaktion entsteht, ist nahezu frei von CO<sub>2</sub>. Die Abnahme der Wärme an der Werksgrenze sowie deren Besicherung und Weitertransport zur Nutzung in der östlichen Hafencity erfolgen durch die enercity Contracting Nord GmbH, eine in Hamburg ansässige 100-prozentige Beteiligung von enercity. Der Leitungsbau zur Anbindung des Aurubis-Werkes startete im Oktober 2017. Die Energiezentrale wird Anfang 2018 errichtet und soll zur nächsten Heizsaison 2018/19 in Betrieb gehen.

Allein in der Hamburger HafenCity Ost werden im für 2029 geplanten Endausbau rund 4.500 t CO<sub>2</sub>/a eingespart. Darüber hinaus wird die Abwärme bei Aurubis innerbetrieblich genutzt. Insgesamt werden jährlich bis zu 20.000 t CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden. Perspektivisch kann weitere Abwärme im Hamburger Fernwärmenetz eingesetzt und können damit bis zu 140.000 t CO<sub>2</sub> eingespart werden.

#### DIE UMSETZUNG



Bei der Nutzung industrieller Abwärme müssen die vielen Randbedingungen und Anforderungen der Akteure aus Industrie und Energiewirtschaft berücksichtigt werden. Zusätzlich sind die sehr verschiedenartigen Interessen von produzierendem Gewerbe und Versorgungsunternehmen in Einklang zu bringen. Insbesondere darf der produzierende Kernprozess des industriellen Partners und Wärmelieferanten nicht gefährdet werden.

Die vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen dem industriellen Wärmelieferanten und dem Contracting-Partner auf der Energie-

versorgungsseite ist die entscheidende Voraussetzung dafür, das Vorhaben zum Erfolg zu führen. Hinzu kommt in Hamburg, dass sich die Zielsetzungen beider Unternehmen mit dem Interesse der Stadt Hamburg decken, die Wärmeversorgung auf klimaschonende Füße zu stellen.

Nicht zuletzt haben auch Fördermittel der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) zur Realisierung des Projektes beigetragen.



## WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT



In der neuen Unternehmensstrategie *energcity 4.0* bekennt sich die *energcity AG* zu einer Neuausrichtung der Wärmeversorgung. Bis zum Jahr 2035 sollen über 50 Prozent der von *energcity* gelieferten Wärme auf erneuerbarer Basis, inklusive Abwärmequellen, entstehen. Die Contracting-Beteiligungen der *energcity AG* erzeugen bei ihren bundesweiten dezentralen Wärmeprojekten aktuell bereits über 50 Prozent der gelieferten Wärme erneuerbar. Und sie tragen mittels KWK substanziiell zur Ökostromerzeugung bei *energcity* bei.

Die Fernwärmeversorgung in Hannover ist noch zu 100 Prozent fossil. Ihr Umbau beginnt jedoch kurzfristig mit dem Anschluss der Müllverbrennungsanlage (MVA) Hannover-Lahe an das Fernwärmenetz. Aus der MVA sollen zukünftig bis zu 300 GWh Wärme pro Jahr ausgekoppelt werden. Dies entspricht bis zu 25 Prozent des Fernwärmebedarfs in Hannover. Der Leitungsbau zur MVA und deren Anschluss sollen bis 2019 vollendet sein.

Eine neue Klärschlammverbrennungsanlage wird in wenigen Jahren potenziell rund 60 GWh Wärmeenergie jährlich bzw. 5 Prozent des Fernwärmebedarfs in Hannover decken. Im Mai 2017 hat *energcity* den Dialog mit Politik und Öffentlichkeit zu diesem Projekt gestartet. Die Planung, Genehmigung und Errichtung der Anlage wird mehrere Jahre in Anspruch nehmen.

## ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse: 2,1 Mrd. Euro (2017)  
Mitarbeiter: rund 2.350 (2017)

Beteiligungen im Geschäftsfeld Contracting  
Umsatzerlöse: rund 270 Mio. Euro (2017)  
Mitarbeiter: 570 (2017)

### Versorgungsgebiet

Hannover (ein Drittel des Stadtgebiets) sowie dezentrale und überregionale Wärmelieferungsprojekte im Wohngebäudesektor in der Umgebung, bundesweit sowie in Litauen und im Estland.

Einwohner im Stammsitz-  
Versorgungsgebiet: 650.000  
Netzlänge Fernwärme: 320 km  
Anschlüsse Fernwärme: 3.900 (Hannover)  
Absatz Wärme: 1.251 GWh (Hannover),  
1.771 GWh (überregional)

### Bundesland

Niedersachsen

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: ca. 16 Mio. Euro

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: mehr als 20.000 t/a,  
davon 4.500 t/a in der  
HafenCity Ost



Kontakanlage (links)  
Fernwärmetrasse (rechts)

Quelle: AURUBIS AG

# Aus der Praxis

## Stadtwerke Karlsruhe GmbH



### Prozessabwärme aus der Raffinerie für die Fernwärmeversorgung in Karlsruhe

#### DIE IDEE



Ziel des Projektes war es, durch einen Wärmeverbund zwischen Fernwärmesystem Karlsruhe und Mineralölraffinerie Oberrhein den Wärmebedarf auf der einen Seite mit dem Überschuss auf der anderen Seite zu decken. Vor Umsetzung des Projekts im Jahr 2010 konnte die Abwärme in der Raffinerie nicht wirtschaftlich genutzt werden und die Fernwärmeversorgung der Stadtwerke Karlsruhe wurde mit fossilen Brennstoffen sichergestellt.

Bei den Produktionsprozessen in der Raffinerie fällt Abwärme mit Temperaturen von bis zu 130 °C an. Für die Auskopplung der Niedertemperatur-Abwärme wurden Wärmetauscher installiert, die für eine effektive Wärmeübertragung auf engstem Raum sorgen. Über eine rund 5 km lange Transportleitung wird die Wärme zur Fernwärmezentrale der Stadtwerke Karlsruhe geleitet und dort

in das Fernwärmenetz eingespeist. Eine weitere Leitung versorgt zwei neue Karlsruher Wohngebiete auf militärischen Konversionsflächen komplett und nahezu CO<sub>2</sub>-frei mit Fernwärme.

Nach Inbetriebnahme der zweiten Ausbaustufe im Jahr 2015 stammt inzwischen mehr als die Hälfte der Fernwärme für Karlsruhe aus der Raffinerie – insgesamt über 500.000 MWh/a. Neben der Einsparung von Primärenergie wird auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß um rund 100.000 t/a reduziert. Das entspricht ungefähr dem jährlichen Pro-Kopf-Ausstoß von 9.000 Menschen. Der Primärenergiefaktor der Karlsruher Fernwärme wurde durch die Nutzung der Raffinerie-Abwärme und durch Nutzung von KWK auf 0,26 gesenkt. Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden auf rund 70 g/kWh Heizwärme reduziert.

#### DIE UMSETZUNG



Der nachträgliche Einbau der 20 hochmodernen Wärmetauscher in die bestehenden Raffinerieanlagen und die sicherheitstechnische Integration der Abwärme-Auskopplung in den Raffinerieprozess waren herausfordernd. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse mussten größtenteils innovative Plattenwärmetauscher eingesetzt werden, die bisher im Raffineriebereich nur vereinzelt Anwendung fanden. Daher muss bei der Herstellung eine sehr aufwändige Qualitätssicherung stattfinden.

Eine weitere Schwierigkeit war, die aufgrund des kontinuierlichen Raffineriebetriebs regelmäßig anfallende Prozessabwärme und den stark schwankenden Wärmebedarf der Fernwärmekunden in Einklang zu bringen.

Mit den beiden Ausbaustufen sind die Möglichkeiten der Wärmeauskopplung aus der Raffinerie weitestgehend ausgeschöpft. Das Ziel des Projektes wurde mit viel Eigeninitiative der beteiligten Fachleute von der Raffinerie und den Stadtwerken Karlsruhe erreicht. Sehr hilfreich bei der Umsetzung war ein Förderzuschuss in Höhe von 5 Mio. Euro vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

# WÄRMEVERSORGUNG DER ZUKUNFT

In Karlsruhe wird das Fernwärmenetz kontinuierlich weiter ausgebaut. Das Ziel sind 40.000 mit Fernwärme beheizte Wohnungen bis 2020. Da die Karlsruher Fernwärme zu über 90 Prozent aus Raffinerie-Abwärme bzw. aus KWK bei der Stromerzeugung stammt, ist die Erschließung neuer Stadtteile und damit die Erhöhung des Marktanteils der Fernwärme ein wichtiges ökologisches Ziel der Stadtwerke und der Stadt Karlsruhe.

Daher sollen ein weiterer Stadtteil und die neugebaute Firmenzentrale der dm-drogerie markt GmbH & Co. KG mit Fernwärme versorgt werden. Ferner soll eine Haupttransportleitung in einen südlichen Stadtteil gebaut werden. Dort konnte u.a. ein großer Klinikkomplex als neuer Kunde gewonnen werden. In den nächsten Jahren wird die ökologische Fernwärme aus Karlsruhe die Stadtgrenze überwinden, um auch die Nachbargemeinde Rheinstetten zu versorgen.

Im Sommer ergibt sich durch die Nutzung der Raffinerieabwärme in Absorptionskälteanlagen ein weiteres Potenzial, das erschlossen werden soll. Einige Anlagen sind bereits in Betrieb. Im Oktober 2017 haben die Stadtwerke ihre energetisch sanierte Firmenzentrale bezogen, die ebenfalls mit Fernwärme beheizt und auch gekühlt wird.

# ÜBERBLICK

### Unternehmensgröße

Umsatzerlöse (ohne Energiesteuer): rund 575 Mio. Euro (2016)  
Mitarbeiter: 1.152 (2016)

### Versorgungsgebiet

Stadt Karlsruhe (Fernwärme/Erdgas/Strom/Trinkwasser/BHKW-Contracting), Gemeinde Rheinstetten (Erdgas), Bundesgebiet (Stromversorgung von Großkunden)

Einwohner: rund 300.000 (Karlsruhe)  
Netzlänge Fernwärme: über 200 km  
Abgabe Fernwärme: über 839.000 MWh (2016)

### Bundesland

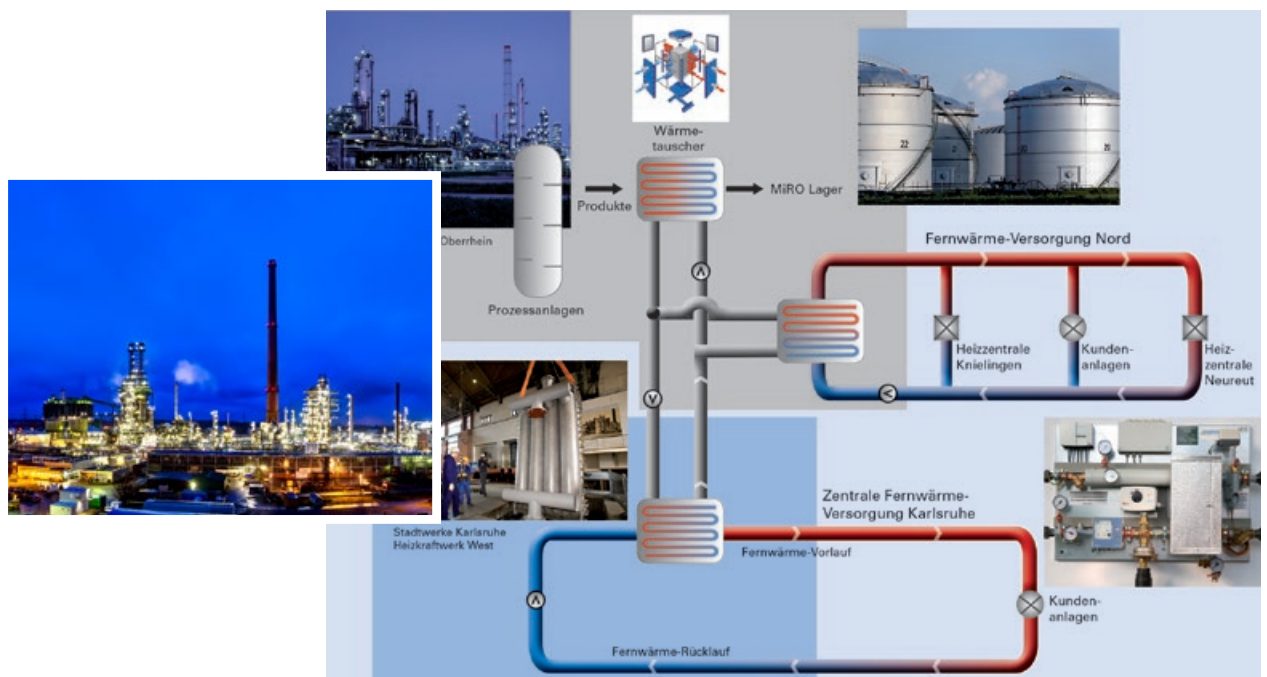
Baden-Württemberg

### Finanzvolumen des Projektes

Volumen: ca. 64 Mio. Euro (inkl. Wärmeversorgung Nord)

### CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Projekt

Menge: rund 100.000 t/a



Mineralölraffinerie Oberrhein bei Nacht (links)  
Nutzung von Prozessabwärme aus der MiRO (rechts)

Quelle: Stadtwerke Karlsruhe GmbH

## › ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

<b>BHKW</b>	Blockheizkraftwerk
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlenstoffdioxid
<b>EE</b>	Erneuerbare Energien
<b>EEG</b>	Erneuerbare-Energien-Gesetz
<b>EEWärmeG</b>	Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz
<b>GJ</b>	Geschäftsjahr
<b>GuD-Kraftwerk</b>	Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk
<b>KfW</b>	Kreditanstalt für Wiederaufbau
<b>KWK</b>	Kraft-Wärme-Kopplung
<b>KWKG</b>	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
<b>MVA</b>	Müllverbrennungsanlage
<b>ORC</b>	Organic Rankine Cycle
<b>P2H/P2C-Anlage</b>	Power-to-Heat- und Power-to-Cool-Anlage

Rücklauf  
von SWK



Vorlauf  
zu den SWK



## VKU-PUBLIKATIONEN

### Power to Gas.

#### Chancen und Risiken für kommunale Unternehmen

(Neuaufgabe, erschienen März 2016)

Mithilfe von Power to Gas wird Strom aus erneuerbarer Erzeugung örtlich und zeitlich flexibel nutzbar gemacht. Einmal im Gasnetz gespeichert, kann die Energie als Brennstoff im Wärmemarkt, als Kraftstoff in Erdgasfahrzeugen oder bei Bedarf in Kraftwerken zur Rückverstromung eingesetzt werden. Daneben gibt es weitere Power-to-X-Konzepte.

Somit kann Power to Gas einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten und ist ein weiteres Instrument zur Flexibilisierung unserer Energieversorgung.

In der Broschüre erfahren Sie den Sachstand zur Technik, zu den Potentialen sowie zur Wirtschaftlichkeit von Power to Gas. Die Darstellung der derzeitigen Rahmenbedingungen sowie des Anpassungsbedarfs bei dem ordnungspolitischen Rahmen finden Sie in der Beilage der Broschüre „Power to Gas – Ordnungspolitischer Rahmen und Anpassungsbedarf“.



Diese Broschüre des VKU finden Sie als PDF unter: [www.vku.de/publikationen/](http://www.vku.de/publikationen/)

### Erdgasinfrastruktur in der Energieversorgung der Zukunft:

#### Darauf können wir aufbauen

(erschienen Dezember 2016)

Die deutsche Gaswirtschaft ist für die Herausforderungen der Energiewende gut gewappnet: Die Gasnetzinfrastruktur ist kompatibel mit erneuerbaren Energien und speichert, transportiert und verteilt Bio-Erdgas sowie Wasserstoff oder erneuerbares Methan aus dem Power-to-Gas-Verfahren zuverlässig.

Zudem ermöglicht das Gasnetz die Integration aktueller und neuer Anwendungslösungen wie dezentraler KWK-Anlagen. Und schließlich ist das Gasnetz ein flexibler Baustein für die erfolgreiche Kopplung verschiedener Energiesektoren und somit ein Schlüssel für sektorenübergreifende Lösungen.

In der Broschüre erwarten Sie Informationen und Bewertungen zur Netzinfrastruktur, ihrer Nutzung und Leistungsfähigkeit. Vor allem jedoch liegt der Fokus auf der Zukunft und den vielfältigen nutzbringenden und für das Gelingen der Energiewende notwendigen Einsatzbereichen der Gasnetzinfrastruktur – bis 2050. Die Beilage der Broschüre bringt die Fakten und Botschaften in aller Kürze auf den Punkt.



Diese Broschüre des VKU finden Sie als PDF unter: [www.vku.de/publikationen/](http://www.vku.de/publikationen/)

### Vom Mieterstrom zur Quartiersversorgung

(erschienen Juni 2018)

Vom einzelnen Haus zum ganzen Quartier – vom Strom zu Wärme und Mobilität: Unter diesem Motto steht die VKU-Broschüre „Vom Mieterstrom zur Quartiersversorgung“.

Sie zeigt anschaulich, wie Mieterstrom- und Quartiersversorgungskonzepte erfolgreich umgesetzt werden können.



Diese Broschüre des VKU finden Sie als PDF unter: [www.vku.de/publikationen/](http://www.vku.de/publikationen/)



---

Gemeinsam mit und für unsere über **1.460**  
Mitgliedsunternehmen gestalten wir als VKU die Zukunft  
der Kommunalwirtschaft – in Deutschland und in Europa:

- › WIR SIND DIE HEIMAT FÜR KOMMUNALE UNTERNEHMEN.
- › WIR SPRECHEN MIT EINER STARKEN STIMME FÜR UNSERE MITGLIEDER.
- › WIR AGIEREN INNERHALB UNSERER KOMMUNALEN FAMILIE.
- › WIR SETZEN IMPULSE, STEHEN FÜR INNOVATIVE LÖSUNGEN UND VERNETZEN MENSCHEN UND UNTERNEHMEN.
- › WIR MACHEN KOMMUNALE UNTERNEHMEN STARK.
- › WIR BAUEN AUF UNSERE MITARBEITERINNEN UND MITARBEITER. SIE SIND DIE BASIS FÜR DEN ERFOLG DES VERBANDES.

[www.vku.de](http://www.vku.de)