



# Innovative Quartiersversorgung





### Inhalt



1	Einleitung	4	9	2	Ziele innovativer Wärmenetze	38
	Rahmenbedingungen Die Quartiersversorgung Kundenanlage CO <sub>2</sub> -Einsparung im Wärmemarkt: Die Wärmewen Entwicklung von Quartiersprojekten	ide 8		. \	Maximierung des Anteils Erneuerbarer Energien und Minimierung des Primärenergiefaktors Vermeidung von Stromspitzen Kostengünstige und sozial- verträgliche Energieversorgung	n
	Integrierte Quartiersentwicklung	0	10	1	Automatisierung und Datenverarbeitung	40
	Kleine Siedlungen Neuerschließungen Abwägungsgrundlagen bei der Wahl der Energiequellen			•	Messpunkte eines Quartiers Anforderungen an die Prozesssteuerung Optimierungs- und Zielgrößen	40
	Ausschreibungen für Kommunen		11		Mieterstrom und E-Mobilität	42
	Konzessionsrecht / Konzessionsabgabenverordnun Zusammenfassung			٠ ،	Rechtliche Einordnung Versorgungskonzepte Ladestationen im öffentlichen und privaten Rau	ım
3	Kraft-Wärme-Kopplung	14				
	Gasmotor-Blockheizkraftwerke Brennstoffzellen		12		deale Konzepte und besonders effektive Kombinationen	46
٠	Mikrogasturbinen				Zweifach kaskadiertes Netz mit BHKW und EWI	Р
4	Wärmepumpen	16			BHKW mit Absorptionskältemaschine als Wärmepumpe GWP und Geothermie Eisspeicher als Alternative zur Geothermie Solarthermie und Wärmespeicher Brennstoffzellen als individuelle Heizungsanlagen Brennstoffzellen mit Einspeisung in ein	
	Wärmequellen Kältemittel Elektrische Wärmepumpe (EWP) Gaswärmepumpen (GWP)			· (		gen
5	Spitzenlastgerät :	19			gemeinsames Stromnetz (Objektnetz)	
					Weniger effizient: Luft-Wärmepumpen,	
6	<b>Quellen erneuerbarer Energie</b> Photovoltaik	20			individuelle Geothermie, Power-to-Heat-Kessel, Nachtspeicherheizungen	,
	Solarthermie		13	l p	Best Practices und Projekte	50
	Solarabsorber Umweltwärme				Dresden Pieschen: Multimodale Fernwärme	30
	Oberflächennahe und tiefe Geothermie Biogas und Biomethan Holz bzw. Holzreste Abwärme aus Industrie- oder Siedlungsabwässer Müllverbrennung	rn		·	Kalte Nahwärme mit Gaswärmepumpen in Darmstadt Industrielle Abwärme: Quartiersversorgung mit industrieller Abwärme am Beispiel der östlichen Hafencity Hamburg Klimaneutrale Weststadt Esslingen:	
7	Speicher 2	28			Integrierte Wärmenutzung mit Grünem Wasserstoff CO <sub>2</sub> -freie Gas-Zentralheizung in der Sanierung vo Mehrfamilienhäusern Brennstoffzellen im virtuellen Quartierskraftwer	
	Warmwasserspeicher Latentwärmespeicher / Eisspeicher Stromspeicher Erneuerbare Gase als Energiespeicher			. (		
8   1	<b>N</b> ärmenetze	32	14	F	Rechtliche Rahmenbedingungen	56
	Der Primärenergiefaktor von Wärmenetzen Kalte Netze				Förderung Gesetze und Regelwerke	

Informationen zum Thema

59

· Warme Netze

· Trinkwassererwärmung



Die zusammengefasste Versorgung ganzer Wohngebiete oder Stadtteile mit Strom, Wärme und u. U. auch Kälte bietet große Chancen zur Reduktion von Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Begriffe von Energie- und Wärmewende machen deutlich, wie notwendig neben baulichen Maßnahmen auch eine innovative Versorgungstechnik unter Einbeziehung erneuerbarer Energien ist.

Diese Broschüre soll einen Einblick in das vorhandene Bündel an für die Versorgung ganzer Quartiere vorhandenen Technologien geben und dabei neben der reinen Anwendung auch Grundzüge der energetischen Projektierung oder Sanierung von Quartieren darstellen. Ihr Schwerpunkt liegt indes auf besonders innovativen Ansätzen, die in Ressourceneffizienz, Primärenergiebedarf und Umsetzbarkeit Maßstäbe setzen.

Inhaltlich wurde die Broschüre im ASUE-Arbeitskreis "Quartiersversorgung" erarbeitet und strebt somit eine große fachliche Tiefe an. Wir bedanken uns ausdrücklich für die freundliche Unterstützung bei:

- · Thomas Kuhlmann, E.ON
- Harald Rapp, AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
- Dr. Hannes Schwarz, heute: msu solutions GmbH
- Dr. Jan Stichtenoth, innogy SE
- Jan Wullenweber, Verband kommunaler Unternehmen e. V.
- · Andreas Franke, VNG ViertelEnergie GmbH
- · André Ludwig, tilia GmbH
- Johannes Dannenfeldt, entega AG, Vorsitzender des ASUE-AK Quartiersversorgung



## 2 Entwicklung von Quartiersprojekten



### **Integrierte Quartiersentwicklung**

Die Umsetzung der klimapolitischen Ziele mit Schwerpunkt auf Maßnahmen zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz wird vor allem auf lokaler und regionaler Ebene erfolgen. Dabei übernimmt die Quartiersentwicklung mit der Erstellung integrierter Konzepte eine bedeutende inhaltliche und konzeptionelle Aufgabe.

Integrierte Quartiersentwicklungskonzepte vertreten eine gesamtstädtische Sicht und formulieren eine ganzheitliche Strategie für die nachhaltige Entwicklung. Sie beziehen möglichst viele relevante Bereiche der Stadtentwicklung ein und fassen Fachkonzepte der Kommune zusammen. Damit wird ein höherer Grad an zu beteiligenden Bürgern, Institutionen und Unternehmen erreicht, um ein Quartiersprojekt langfristig zum Erfolg zu bringen (s. Abb.).

Für eine nachhaltige Quartiersentwicklung sind Abstimmungsprozesse innerhalb der Kommune sowie mit wichtigen Akteuren (z. B. Energie- & Wohnungswirtschaft) notwendig. Dies bietet eine optimale Bündelung von Maßnahmen aller im Bereich Energie und Klimaschutz relevanten Akteure. Es ist letztlich eine Sache der Abwägung zwischen Interesselagen der Stadt und der Hauptakteure. Die Abgrenzung muss bearbeitbar gemäß den Zielen und umsetzungsorientiert sein.



## 3 Kraft-Wärme-Kopplung



Die Kraft-Wärme-Kopplung ist ein bewährtes Prinzip der ortsnahen Erzeugung von Wärme und Strom in allen Größenordnungen. So ist Fernwärme aus Heizkraftwerken insbesondere in städtischen Ballungsräumen stark verbreitet. Im Quartiersmaßstab bieten KWK-Anlagen in der Zusammenarbeit mit den erneuerbaren Energien gute, zusätzliche Synergien.

So sind Blockheizkraftwerke aufgrund ihrer technologischen Eigenschaften systembedingt hochflexibel einsetzbar. Schnelle Reaktionszeiten und extrem kurze An- und Abfahrzyklen zeichnen BHKWs aus. Jegliche KWK-Anlage, die heute noch mit Gasen fossiler Herkunft betrieben wird, kann ohne Umbau auf den Betrieb mit Biomethan oder nach geringen Anpassungen mit anderen erneuerbaren Gasen wie Wasserstoff umgestellt werden.

### Gasmotor-Blockheizkraftwerke

Für Wohnquartiere werden mit Gasmotoren angetriebene BHKWs mit bis zu 500 kW aund 600 kW<sub>th</sub> gebaut. Für Industrieanwendungen werden BHKWs bis zu 16.000 kW<sub>el</sub> angeboten. Für die Objektversorgung sind kleinste BHKW-Leistungen ab derzeit ca. 2 kW<sub>el</sub> verfügbar.



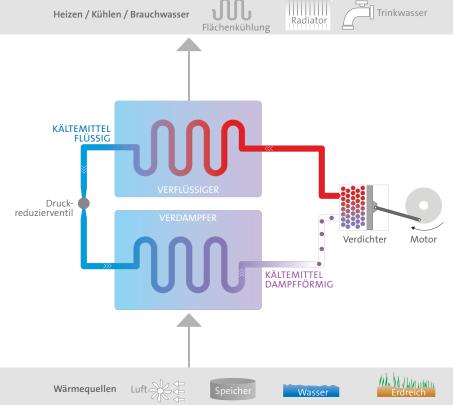
## 4 Wärmepumpen

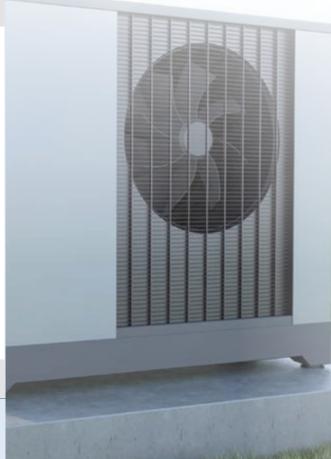


Wärmepumpen nehmen thermische Energie aus der Umgebung auf und geben sie als Nutzwärme für ein zu beheizendes System auf höherem Temperaturniveau ab. Dazu wird ein Kältemittel im gasförmigen Zustand bei niedriger Temperatur durch eine Wärmequelle geführt und erwärmt. Anschließend wird das Kältemittel in der Gasphase auf einen höheren Druck verdichtet, wobei sich die Temperatur zugleich erhöht (adiabate oder isentrope Verdichtung). Das heiße, komprimierte Gas kondensiert dann in einem zweiten Wärmeübertrager und gibt dabei seine Wärme an das Heizmedium, meist Wasser, ab. Bei einer anschließenden Entspannung verdampft das Kältemittel, kühlt sich stark ab und kann erneut Wärme aufnehmen.

### Wärmequellen

Die Kosten für die Erschließung der jeweiligen Wärmequellen sind für alle Typen von Wärmepumpen gleich. Ebenfalls gilt für alle Wärmepumpen: Je geringer die Temperaturdifferenz zwischen Ouellwärme und Nutzwärme, desto besser ist der Wirkungsgrad. Die möglichen Wärmequellen werden im Abschnitt "Quellen erneuerbarer Energie" (Kapitel 6) beschrieben.





## 6 Quellen erneuerbarer Energie



Das moderne und innovative Ouartier sollte einen maximalen Anteil erneuerbarer Energie in ein sicheres Versorgungssystem integrieren. Dabei gibt es die Optionen, Strom und Wärme aus Sonnenenergie zu gewinnen, Umweltwärme und/ oder Biomasse als Ouellwärme zu nutzen und erneuerbare. speicherbare Energieträger, wie Biomethan oder synthetische Gase einzubinden. Im Zusammenspiel mit KWK-Technik können die erneuerbaren Energiequellen mittels Wärmepumpen von ihrer Quelltemperatur auf die Nutztemperatur angehoben werden und dabei die Stromkosten gering gehalten werden.

### **Photovoltaik**

Der Begriff Photovoltaik (PV) steht für die direkte Umwandlung von Lichtenergie in elektrische Energie. Wesentlicher Bestandteil einer PV-Anlage sind die in Modulen seriell und parallel verschalteten Solarzellen. Die Leistung einer Anlage ist durch die verfügbare, möglichst unverschattete Installationsfläche limitiert.

Auf Gebäude- und Quartiersebene werden am häufigsten mono- und polykristalline Dickschichtmodule aus Silizium mit Wirkungsgraden von mehr als 20 % auf Flach- und Schrägdächern verbaut. Grundsätzlich kann die Integration auch direkt im Dach oder in der Fassade durch PV-Dachziegel und -folien, Kaltfassaden-Module, PV-Wärmedämm-Verbundsysteme sowie opake und transparente PV-Isoliergläser erfolgen.

Der elektrische Ertrag hängt neben der Moduleffizienz primär vom einfallenden Licht sowie der Ausrichtung der PV-Anlage ab. Für einen maximalen Ertrag sind die Kollektorflächen in Deutschland approximativ gen Süden mit einem Neigungswinkel von etwa 30° ausgerichtet. Bei Ost-West-Ausrichtung sinkt der spezifische Jahresertrag um ca. 20 %, dafür ergibt sich aber der Vorteil, die Stromerzeugung über einen längeren Zeitraum des Tages zu strecken. In Deutschland werden je nach Einstrahlung und Wirkungsgrad spezifische Erträge um 1.000 kWh/kW<sub>n</sub> erzielt. So lassen sich ca. 200 kWh/m² Modulfläche erreichen. Der Ertrag von in Fassaden senkrecht integrierten PV-Modulen ist in der Jahressumme deutlich geringer.



### 8 Wärmenetze



Die Verknüpfung mehrerer Verbraucher ermöglicht eine nachhaltigere Energieversorgung sowie reduzierte CO<sub>2</sub>-Emissionen, als mit dem Betrieb von Einzelanlagen pro Wohneinheit häufig möglich ist. Weiterhin kann im gemeinschaftlichen Betrieb die Versorgungssicherheit unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte verbessert werden. Die effiziente Einbindung erneuerbarer Energien ist in modernen Wärmenetzen vielfach zu geringeren Kosten möglich, als es bei individuellen Lösungen der Fall wäre.

Der Wärmebedarf sinkt insbesondere in Ouartieren und Siedlungsgebieten aufgrund von Neubau und Sanierungsmaßnahmen seitens der Verbraucher aktuell um etwa 1 % pro Jahr. Gleichzeitig bieten sich durch geänderte Temperaturprofile komplexe Optimierungspotenziale, die in der Lage sind, modernste Technologien und verschiedene Ressourcen von Energie zu verknüpfen. Landläufig werden Wärmenetze nach ihrem Exergiegehalt grob in High-Ex (Hohes Temperaturniveau, Dampf, Druckwasser, Heißwasser) und Low-Ex (Niedriges Temperaturniveau, flüssig) unterteilt.

### Der Primärenergiefaktor von Wärmenetzen

Wärmenetze werden hinsichtlich ihrer primärenergetischen Effizienz bewertet, was durch einen sog. Primärenergiefaktor PEF ausgedrückt wird. Für die Berechnung werden Energierohstoffe wie Gas, Strom oder Biomasse mit Faktoren belegt, die in das Netz, in das sie gemeinsam einspeisen, einberechnet werden.

Je geringer der PEF eines Wärmenetzes, umso besser sind seine klimaschonenden Eigenschaften. Dies gilt folglich auch für die einzelnen, über das Wärmenetz versorgten Gebäude. Vereinfacht gesagt, müssen städtische Altbauten weniger gedämmt werden, wenn sie z. B. über ein ausschließlich biomassebasiertes Wärmenetz mit einem PEF von 0,2 versorgt werden. Nach dem gleichen Prinzip werden bezogener Strom (PEF = 1,8), Erdgas (PEF = 1,1), Biomethan (PEF = 0,5 bis 0,7) und Biogas (PEF = 0,3; in räumlichem Zusammenhang) einbezogen. Dagegen werden industrielle Abwärme sowie Wärme aus Solarthermie, Holz und anderer Biomasse mit PEF = 0,0 bewertet. Der beim Betrieb des Wärmenetzes in KWK-Anlagen erzeugte Strom wird in der Primärenergiebilanz mit einem Faktor von 2,8 gutgeschrieben. In der Gesamtbetrachtung ergibt sich aus allen in ein Netz einspeisenden Wärmequellen ein gemeinsamer Netz-PEF, der aber nicht kleiner als 0,2 sein kann.



### **11** Mieterstrom und E-Mobilität



Der Begriff Mieterstrom umfasst elektrische Energie, die in dezentralen Stromerzeugungsanlagen (KWK, PV) direkt vor Ort erzeugt und ohne Netzdurchleitung von Mietern/Wohnungseigentümern oder in gewerblich genutzten Mehrparteienobjekten überwiegend verbraucht wird. Bei Mieterstrom handelt es sich i. d. R. um eine Mischung aus lokal erzeugtem Strom und einer Stromlieferung aus dem öffentlichen Verteilnetz.

### **Rechtliche Einordnung**

Anders als beim Strombezug aus dem Netz fallen beim Mieterstrom einige Kostenbestandteile wie Netzentgelte, netzseitige Umlagen, Stromsteuer und Konzessionsabgaben weg, wenn die Stromlieferung innerhalb einer Kundenanlage erfolgt. Zusätzlich wird eine Förderung für jede Kilowattstunde Mieterstrom gewährt – der sogenannte Mieterstromzuschlag. Damit sollen zusätzliche Anreize für den Ausbau von Solaranlagen auf Wohngebäuden geschaffen und dabei auch die Mieter bzw. die Bewohner des Hauses wirtschaftlich beteiligt werden.

Die Förderung von Mieterstrommodellen erfolgt für PV-Anlagen über das Gesetz zur Förderung von Mieterstrom innerhalb des EEG sowie für KWK-Anlagen über das KWK-Gesetz.

Die wesentlichen Inhalte der Förderung für PV-Anlagen sind die Begrenzung der Mieterstromförderung auf Wohngebäude und die Voraussetzung des Stromverbrauchs in räumlicher Nähe zur Anlage ohne Netzdurchleitung. Weiterhin beträgt die Preisobergrenze des förderfähigen Mieterstroms max. 90 % des geltenden Grundversorgungstarifs bei 100 % EEG-Umlagepflicht.

Im Rahmen des KWK-Gesetzes werden Mieterstrommodelle mit KWK-Anlagen wie andere KWK-Anlagen auch über KWK-Zuschläge für erzeugte Strommengen gefördert. Die Höhe des KWK-Zuschlags für an Dritte (Mieter/Eigentümer etc.) gelieferte Strommengen liegt gleich

hoch wie die Zuschläge für Eigenverbrauch. Allerdings muss bei Lieferung an Dritte im Gegensatz zum Eigenverbrauch 100 % EEG-Umlage abgeführt werden. Bis 100 kW elektrischer Leistung erhalten KWK-Anlagen in Mieterstrommodellen außerdem auch KWK-Zuschläge für die überschüssigen, eingespeisten Strommengen.

Weitere rechtliche Rahmenbedingungen sind innerhalb des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) geregelt. Hier wird insbesondere die "Kundenanlage" definiert, die auf eine bestimmte Größe (räumlicher Zusammenhang, Anzahl Letztverbraucher, Gesamtenergiemengen) begrenzt ist. Außerdem gilt für die Stromlieferung in Kundenanlagen eine Befreiung von der Anzeigenpflicht als Energieversorgungsunternehmen bei der Bundesnetzagentur.

Für Immobilienunternehmen muss ferner beachtet werden, dass die erweiterte Gewerbesteuerkürzung bei Betrieb von Mieterstrommodellen entfällt, wenn Einnahmen außerhalb des Vermietungsgeschäfts anfallen. Daher muss § 9 des GewStG beachtet, zur Nutzung möglicherweise ein Tochterunternehmen (personelle und sachliche Entflechtung der Tochtergesellschaft muss sichergestellt sein) für den Betrieb von Mieterstrommodellen gegründet oder ein Contracting-Unternehmen in Anspruch genommen werden.



## **13** Best Practices und Projekte



Im nachfolgenden haben wir realisierte oder noch im Bau befindliche Quartiersprojekte ausgewählt, die wegen ihrer eingesetzten Betriebsmittel zur Wärmeerzeugung besonders berichtenswert erscheinen. Inzwischen gibt es in Deutschland mehr als 1.200 Projekte, so dass eine komplette Übersicht kaum möglich ist. Eine gewisse Übersicht gewährt das Fachportal Energiewende Bauen: https://projektinfos.energiewendebauen.de/projektlandkarte/

### Dresden Pieschen: Modernisierung und Ausbau der Fernwärme in großstädtischen Quartieren

Im Januar 2011 beauftragte die Stadt Dresden die Erstellung eines integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes für Dresden (IEuKK) für den Zeitraum bis 2030 mit der strategischen Zielrichtung, "Dresden auf dem Weg zu höchster Energieeffizienz" zu bringen. Das Konzept wurde ab März 2013 in verschiedenen Ausschüssen des Stadtrates beraten, der Öffentlichkeit vorgestellt und am 20. Juni 2013 durch den Stadtrat bestätigt. Mit dem "integrierten Ansatz" wurden neben den energetischen Faktoren insbesondere die Themen Umweltschutz, Demographie, Bezahlbarkeit und Soziales im Zusammenspiel untersucht. Auch die Wertschöpfung der möglichen Versorgungsvarianten wurde mit ihren Effekten von der Stadt, dem AGFW und dem sächsischen Innenministerium (SMI) untersucht.

Gemäß den Festlegungen im IEKK wurde das Programmgebiet "Dresden Nordwest" in das Programm 2015 ISE mit aufgenommen. Das Quartier erstreckt sich zwischen dem Dresdner Stadtzentrum und dem nordwestlichen Stadtrand. Im Norden und Osten wird das Gebiet durch die Bahntrasse Leipzig-Dresden begrenzt, im Südwesten durch die Elbe bzw. (weiter nördlich) die Leipziger Straße. Im linkselbischen Teil gehören der Bahnhof Mitte und der Sächsische Landtag noch zum Projektgebiet. Im Quartier leben rund 14.710 Einwohner (Stand 2013). Seit dem Jahr 2000 nimmt die Bewohnerschaft stetig zu und es wird ein weiterhin starkes Bevölkerungswachstum prognostiziert.



## LESEPROBE 14 Rechtliche Rahmenbedingungen

In Zeiten knapper kommunaler Haushalte sind bei allgemein steigenden Anforderungen die umwelt-, energie- und klimapolitischen Ziele nur mit erheblichen Anstrengungen und finanziellen Aufwendungen zu leisten. Einzelne Fördermaßnahmen von FU und Bund sollen dabei einen wesentlichen Anreiz geben, insbesondere auch für Maßnahmen auf Quartiersebene.

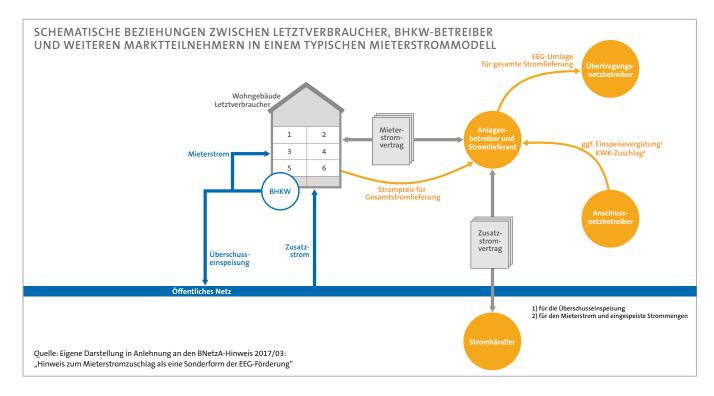
### Förderung

EFRE Der Europäische Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) ist ein Strukturfonds der EU für wirtschaftliche Aufholprozesse wirtschaftlich schwächerer Regionen und Regionen mit Strukturproblemen. Die Förderung hat das Ziel, dauerhafte Arbeitsplätze zu schaffen, die Infrastruktur zu erweitern und technische Hilfsmaßnahmen zu finanzieren.

KfW Die KfW ist eine Förderbank in der Hand der Bundesrepublik Deutschland und untersteht dem Finanzministerium. Ouartierskonzepte und Sanierungsmanager werden durch die KfW über den Zuschuss 432 "Energetische Stadtsanierung" gefördert. Mit den Krediten 201 und 202 werden über besondere Kreditbedingungen und Tilgungszuschüsse (10 %) Projekte zur Stadtsanierung, insbesondere Wärmenetze und -speicher, Anlagen zur Abwärmenutzung und Effizienzsteigerung, finanziert. Mit weiteren Programmen werden die energieeffiziente Sanierung (151, 152, 153, 430) oder die Einbindung erneuerbarer Energie (271, 272, 281, 295) gefördert. Informieren Sie sich über für die Sie möglichen Förderungen unter www.kfw.de.

BAFA Die Bundesregierung fördert durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) über das Förderprogramm Wärmenetze 4.0 besonders innovative Wärmenetze. Bezuschusst werden bis zu 80 % des Herstellungswertes, wenn mehr als 50 % der Wärme aus erneuerbaren Energien gewonnen wird. Der Einsatz von Biogas/Biomethan und anderen erneuerbaren Gasen wird bei ortsferner Erzeugung allerdings nicht angerechnet.

Sowohl elektrische als auch Gas-Wärmepumpen sowie Hybrid-, Solarthermie und Biomasseanlagen werden im Rahmen des Förderprogramms Heizen mit erneuerbaren Energien mit bis zu 45 % der Investitionskosten (Anschaffung, Installation, Inbetriebnahme, Umbau) gefördert. Auch Gasbrennwertheizungen sind förderfähig, wenn sie einen Mindestanteil erneuerbarer Energie einbinden.



### Herausgeber

ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V. Robert-Koch-Platz 4 10115 Berlin

Telefon 0 30 / 22 19 1349-0 info@asue.de www.asue.de

### Bearbeitung

ASUE Arbeitskreis Quartiersversorgung Thomas Wencker Jürgen Stefan Kukuk

#### Grafik

Kristina Weddeling, Essen

#### Verlag

wygw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH Josef-Wirmer-Straße 3 53123 Bonn Telefon 0228/9191-40 info@wvgw.de www.wvgw.de

Innovative Quartiersversorgung Artikelnummer: 31 15 16

Stand: April 2021

#### Hinweis

Die Herausgeber übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben.



AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. Stresemannallee 30 60596 Frankfurt am Main www.agfw.de

