



Zukünftige Wärmeversorgung entworfen

Duisburg passt Gas- und Fernwärmenetze an sinkende Einwohnerzahl an



In den letzten dreißig Jahren sank die Einwohnerzahl von Duisburg um mehr als ein Fünftel, gleichzeitig reduzierte sich der Wärmebedarf. Ein Expertenteam untersuchte, wie die Stadtwerke die Wärmeversorgung bis 2050 an diese Entwicklungen anpassen können. Eine wesentliche Empfehlung: Die Verbindung zweier Fernwärmenetze würde die Primärenergieeffizienz steigern und Kosten sparen, da vor allem Industrieabwärme besser genutzt werden könnte.

Im Auftrag der Duisburger Stadtwerke entwarfen Fachleute eines Ingenieurbüros Szenarien für eine mögliche Wärmeversorgung in 2020, 2025, 2030 und 2050. Ausgangsbasis für ihre Untersuchungen ist eine Stadt, die durch den Bedeutungsverlust von Kohle und Stahl Jahr für Jahr Einwohner verliert. In Duisburg stehen viele Wohn- und Gewerbeimmobilien leer, der Wärmebedarf sinkt. Fernwärme- und Gasleitungen versorgen fast das gesamte Stadtgebiet mit Wärme. In den Fernwärmeversorgungsgebieten ist meist eine parallele Versorgung mit Gas gegeben. Die Stadtwerke betreiben an fünf Standorten Fernwärmeerzeugungsanlagen (Abb. 1). Der größte Teil der gelieferten Wärme stammt aus Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, die auf Gas oder Kohle basieren. Diese speisen in die Netze „Mitte-West-Süd“ und „Nord“ ein. Obwohl der Wärmebedarf in den Szenarien insgesamt zwischen 25 % und 33 % bis 2050 zurückgeht, gibt es im Gebiet der Fernwärmenetze Mitte, Süd und Nord weiterhin mittlere bis hohe Wärmedichten. Im Fernwärmenetz West werden die Wärmedichten im Vergleich zu heute voraussichtlich deutlich sinken.

„Beim Entwurf der Szenarien spielte die Optimierung der Kosten eine wichtige Rolle“, sagt die Projektleiterin Susanne Ochse von GEF Ingenieur und fügt hinzu: „Es ging unter anderem darum, vorhandene Kapazitäten besser zu nutzen und die Netzstruktur zu verbessern.“ Als Referenz für ihre Berechnungen dienten den Experten Wärmebedarfe, Lastgänge, Erzeugungsanlagen und weitere Daten des Basisjahres

2011. Ausgehend von diesem Referenzjahr untersuchten sie, wie die Netzstrukturen optimal angepasst werden könnten und ob ein Wechsel der Energieträger bei der Versorgung mit Heizwärme und Warmwasser sinnvoll ist. Dabei variierten sie verschiedene Parameter, wie etwa die demographische Entwicklung, die Wärmebedarfsentwicklung, Energiequellen, Energiepreise sowie Preise für Emissionszertifikate.

Verknüpftes Fernwärmenetz erhöht Einspeisemöglichkeiten

Um die wirtschaftliche und ökologische Effizienz der Duisburger Fernwärme zu verbessern, ist es sinnvoll, das Fernwärmenetz Mitte-West-Süd mit dem benachbarten Fernwärmenetz zu verknüpfen. Dieses ist an die Fernwärme-Verbundschiene Niederrhein angebunden (Abb. 2). Die beiden Netze werden mit ähnlichen Temperaturen betrieben, was den Austausch von Wärme ohne Nachheizung ermöglicht. Bei einer Verbindung könnte das benachbarte Netz Wärme aus den Duisburger KWK-Anlagen beziehen, Duisburg könnte den Wärmemix der Fernwärme-Verbundschiene Niederrhein nutzen. „Entlang der Rheinschiene gibt es viele Industrieanlagen, deren Abwärmepotenziale – vor allem im Sommer – bis jetzt noch nicht in vollem Umfang genutzt werden. Würde die Abwärmenutzung ausgebaut sowie der KWK-Anteil des in den Heizkraftwerken erzeugten Stroms steigen, würde dies die Exergie- und Primärenergieeffizienz des Gesamtsystems erhöhen“, so Ochse. Das Gesamtsystem wird wirtschaftlicher, wenn die günstigsten Wärmequellen zukünftig in größeren Mengen genutzt werden können. Die Verbindungsleitung ist wirtschaftlich, wenn durch die flexiblere Nutzung die Kapital- und Betriebskosten refinanzierbar sind. Zusätzlich verbessert sich die CO₂-Bilanz, wenn Wärmeerzeuger mit niedrigen CO₂-Emissionen solche mit höheren verdrängen. Die Verbindung vergrößert für beide Netze die Anzahl der einspeisenden Erzeugungsanlagen und erhöht damit auch die Versorgungssicherheit, etwa bei Ausfall einzelner Erzeugungsanlagen oder Trassenteile. Aktuell wird die Verbindung der beiden Netze in einem Plangenehmigungsverfahren geprüft.

Stadt in Versorgungsgebiete eingeteilt

Um die Versorgung mit Fernwärme auszubauen, müssen Bestandsgebiete verdichtet und neue Areale erschlossen werden. Hierfür kommen zum Beispiel die südlichen Stadtteile in Frage. Ochse: „Um die Kosten möglichst gering zu halten, ist es sinnvoll, in Gebieten auszubauen, die bereits nahe am Fernwärmenetz liegen. Außerdem sollte gewährleistet sein, dass die Wärmedichte dort langfristig so hoch ist, dass der Ausbau wirtschaftlich vertretbar ist.“ In vielen Gebieten Duisburgs gibt es eine parallele Versorgung mit Fernwärme und Gas. Um nicht ungesteuert parallele Infrastrukturen zu betreiben, grenzten die Experten Versorgungsgebiete ab, die prioritär dem Gas oder der Fernwärme vorbehalten bleiben können sowie Gebiete, in denen auch mittel- oder langfristig parallele Netzstrukturen bestehen bleiben sollten. Die Experten definierten dazu Vorrang-, Bestands- und Mischgebiete (Abb. 3). In den Vorranggebieten Fernwärme soll langfristig ein Ausbau der Versorgung erfolgen. Wichtig ist dabei vor allem die Wärmedichte. Im mittleren Teil Duisburgs gibt es große Gebiete, die nur mit Gas erschlossen sind. Dabei handelt es sich zum großen Teil um ehemaliges Hafengebiet. Ein Fernwärme-Ausbau wäre

	Rohrnetz Mitte-West-Süd	Rohrnetz Nord
Transport- und Hausanschlussleitungen	318,6 km	
Anzahl angeschlossene Kundestationen gesamt	6.280	
Jährlich eingespeiste Wärmemenge	634 GWh	64 GWh
Wärmeerzeugungsanlagen	Hauptsächlich: Standort Hochfeld mit KWK-Steinkohle-Heizkraftwerk (139 MW _{th}); Standort Wanheim mit Gas-KWK-Anlagen (255 MW _{th}) Optional: Öl-Heizwerk Ost (28 MW _{th}), Gas-Heizwerk Süd (14 MW _{th}), Gas-Heizwerk West (16 MW _{th})	an Fernwärme-Verbundschiene Niederrhein angebunden, als Sicherung: Erdgas-Heizwerk Nord (64 MW _{th})
Netztemperaturen	Rücklauf: 50 bis 70 °C Vorlauf: 85 bis 130 °C	Rücklauf: 50 bis 70 °C Vorlauf: 90 bis 130 °C

Abb. 1 Kenndaten zum Fernwärmesystem der Stadtwerke Duisburg

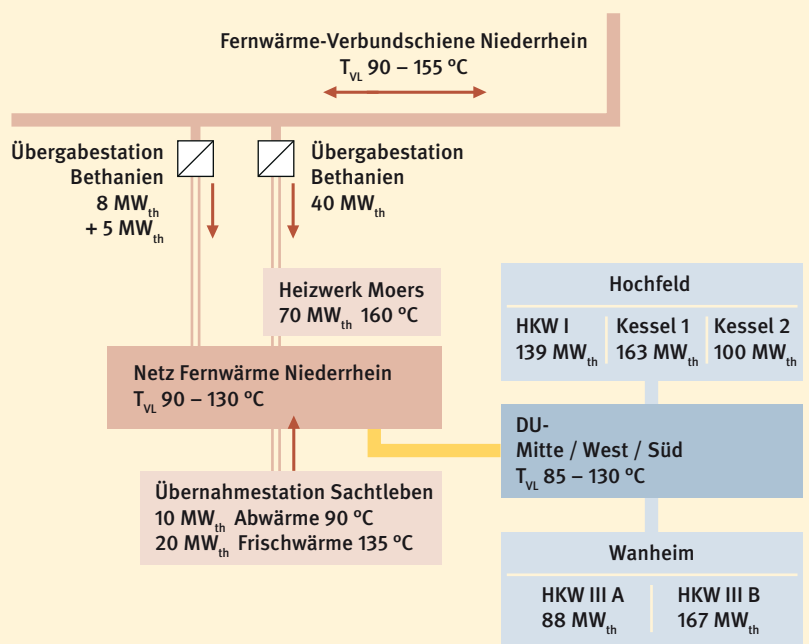


Abb. 2 So könnte die Verbindung zwischen der Fernwärme-Verbundschiene Niederrhein und dem Netz Duisburg Mitte/West/Süd aussehen.

hier aufgrund der Wärmebedarfsstruktur und der geografischen Lage schwierig. Langfristig soll die Parallelversorgung mit Gas und Fernwärme in den Bestands- und Vorranggebieten reduziert werden. Erneuerungen an den Netzen werden nicht in jedem Fall durchgeführt. Stattdessen wird im Einzelfall geprüft, ob es versorgungstechnisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist, Netzteile rückzubauen.

Die Fachleute gehen davon aus, dass Gebäudesanierungen und Bevölkerungsrückgang den Wärmebedarf weiter reduzieren. Beide Netze sind großzügig ausgelegt und je nach Einspeisekonstellation ergeben sich freie Kapazitäten. Eine Temperaturabsenkung würde die Durchströmung verbessern, Netzverluste reduzieren und die Exergie verbessern. Die Wärmelieferverträge müssten dazu auf niedrigere Temperaturen angepasst werden.



Energiesysteme digital simulieren

Die Simulationen im vorgestellten Projekt „Energieeffizientes Duisburg“ basieren auf dem „Programm-paket zur Optimierung Lokaler Infrastruktur-Systeme“ (POLIS). Das Programm bildet Technologien in individuell unterschiedlichen Detaillierungsgraden ab. Die Nachfrage nach Energie wird in Form netzspezifischer Jahreslastgänge eingebunden. Als Ziel der Optimierung können minimierte Kosten oder minimierte Emissionen gewählt werden. Zur Abbildung eines Energiesystems stehen die Bausteine Energiequellen, Netze, Umwandlungen und Energiesenken zur Verfügung. Um das Modell aufzubauen, werden die Modellbestandteile zunächst jeweils einem Prototypen zugeordnet. Bei diesem werden unter anderem Wärmeerzeuger, Stromerzeuger, gekoppelter Erzeuger, regenerativer Erzeuger sowie Netz definiert und dann mit individuellen Parametern (Wirkungsgrad, Kapitalkosten, betriebsgebundene Kosten, Brennstoffkosten, Emissionen pro umgeformter Einheit etc.) für Kosten und Emissionen realitätsnah definiert. Auf der Nachfrageseite wird der Wärmebedarf einzelnen Modellnetzen zugeordnet und in Form von Lastgängen zum Beispiel in stundenscharfer Aufschlüsselung dargestellt.

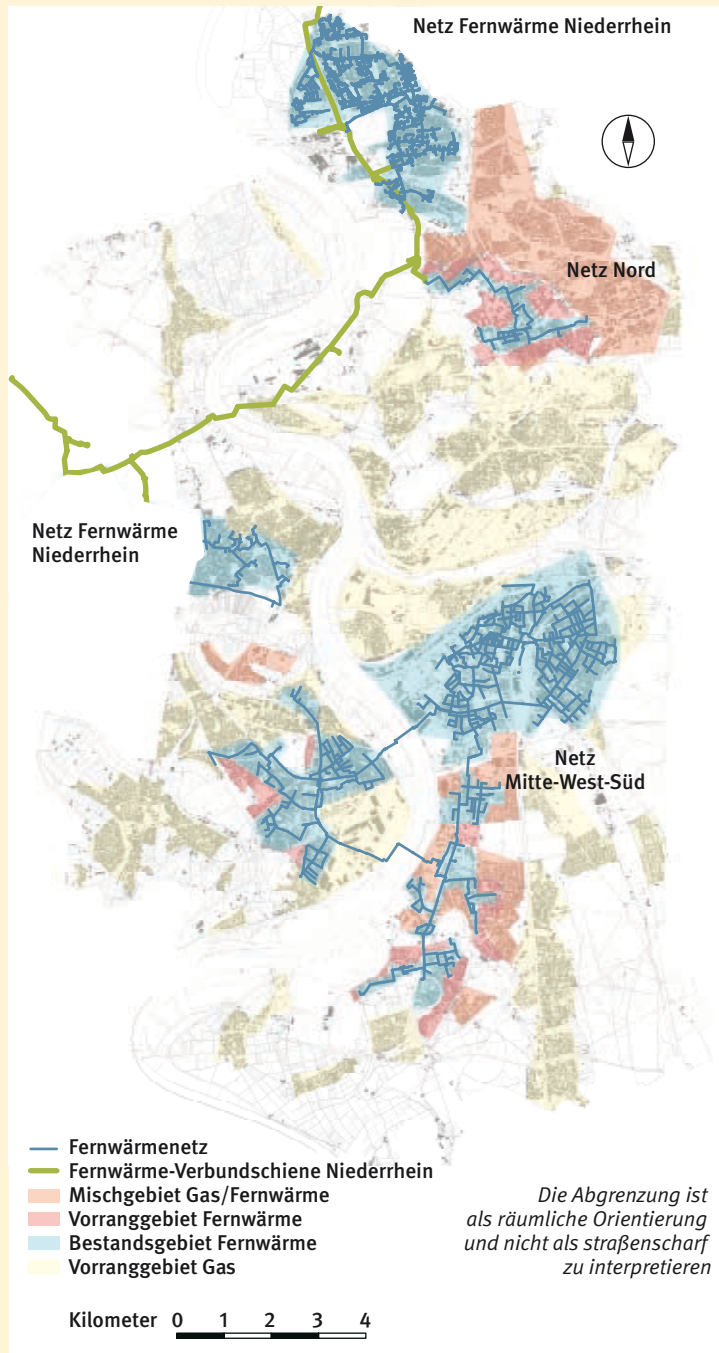


Abb. 3 Zukünftig soll die Parallelversorgung mit Gas und Fernwärme reduziert werden. In einem ersten Entwurf grenzten die Experten dazu Versorgungsgebiete ab.

Erneuerbare einzubinden ist langfristig möglich

Aktuell wird das Duisburger Fernwärmenetz noch mit relativ hohen Vorlauf-temperaturen betrieben. Die Möglichkeiten erneuerbare Energien in die Wärmeerzeugung zu integrieren, sind dadurch begrenzt. Möglich ist momentan der Einsatz von Biomethan sowie holzartiger Biomasse in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Würde langfristig die Versorgungstemperatur im Fernwärmenetz sinken, wäre es technisch möglich, weitere erneuerbare Energieträger in die Wärmelieferung einzubinden. Allerdings zeigten Berechnungen, dass der Einsatz alternativer Techniken wie Wärmepumpen, Mikro-BHKW oder erneuerbarer Energien (Solarthermie, Holzpellets) nicht sinnvoll wäre, wenn die Kostenoptimierung oberste Priorität hat. Für ihre Analysen variierten die Experten verschiedene Annahmen und Randbedingungen und nahmen an, dass keine Investitionsförderung gegeben ist. Sie gehen davon aus,

dass eine stärkere Verbreitung dieser Techniken nur möglich wird, wenn es hierfür finanzielle Anreize gibt. Aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht ist es sinnvoll, die Abwärmenutzung auszubauen. Im Versorgungsgebiet Mitte/West/Süd wäre für Kunden ein Wechsel zu Einzelheizungen auf Erdgasbasis neben der Fernwärmenutzung wirtschaftlich eine Option. Primärenergetisch bringt die Fernwärme jedoch deutliche Vorteile.

Nahwärmeinseln schaffen

Die Experten entwarfen Szenarien über die langfristig mindestens zu erwartenden Wärmedichten in verschiedenen Duisburger Stadtgebieten. Davon ausgehend analysierten sie, in welchen Bereichen der Aufbau von Nahwärmeinseln sinnvoll wäre. Dazu sollte mindestens eine Wärmedichte zwischen 20 und 30 GWh/km² vorliegen und ein sogenannter Ankerkunde ansässig sein. Dabei handelt es sich um einen Kunden mit hohem Wärmebedarf, der für die Wirtschaftlichkeit eines Netzaufbaus eine zentrale Rolle spielt, etwa eine Schule, ein Krankenhaus, Seniorenheim oder eine große Wohnanlage.

Ob der Aufbau von Nahwärmeinseln in den gewählten Gebieten möglich ist, ist zusätzlich von der Anschlussbereitschaft der benachbarten Liegenschaften abhängig. Außerdem muss ein Erzeugungsstandort verfügbar bzw. realisierbar sein. Voraussichtlich wird die Wärmeversorgung in den Nahwärmeinseln auf Blockheizkraftwerken sowie Kesseln basieren, die mit Erdgas, Biomethan oder Holz betrieben werden.

Die Fachleute erstellten eine zeitliche Prioritätenliste der möglichen Maßnahmen zur Erhöhung der Effizienz der Duisburger Fernwärme. Demnach würde ein Aufbau von Nahwärmeinseln eine der ersten Maßnahmen sein, die umgesetzt würde.



Fernwärme neu definiert

Die Bundesregierung hat im Erneuerbaren-Energien-Wärmegesetz das Ziel gesetzt, dass bis zum Jahr 2020 ein Anteil von 14 % am Wärmemarkt aus erneuerbaren Energien gedeckt werden sollte. Der Umbau der Fernwärme kann dazu einen wichtigen Beitrag leisten. In der Studie „Transformationsstrategien Fernwärme“ untersuchten das ifeu-Institut, die GEF Ingenieur AG und der AGFW-Verband, wie der Anteil erneuerbarer Energien in bestehenden Fernwärmesystemen erhöht werden kann.

Im Jahr 2013 lag der Anteil erneuerbarer Energien in Fernwärmenetzen bei rund 9 %. Analysen in verschiedenen Energieszenarien gehen davon aus, dass dieser Anteil weiter steigen wird. Von besonderer Bedeutung für große Bestandsnetze sind holzartige Biomasse, Biogas bzw. Biomethan. Diese sind auch mit hohen Erzeugerleistungen von bis zu mehreren 100 MW_{th} einsetzbar. Außerdem lässt sich mit diesen Energieträgern Fernwärme auf hohem Temperaturniveau bereitstellen, was bei anderen erneuerbaren Energien nicht möglich ist. Biomasse und Biogas/-methan können in KWK-Anlagen eingesetzt werden. Ein Schwachpunkt liegt in der begrenzten Verfügbarkeit der Biomasse.

Die Netzintegration stößt bei einigen erneuerbaren Energieträgern unter derzeitigen Bedingungen an technische Grenzen. Um einen möglichst hohen Anteil erneuerbarer Energien zu erreichen, muss ein Fernwärmesystem so gestaltet werden, dass Druck- und insbesondere Temperaturniveaus so niedrig wie möglich sind. Von 19 in der Studie untersuchten Fernwärmesystemen haben nur fünf Netze kurze Teilschnitte, die mit Temperaturen unter 90 °C betrieben werden. Deutschlandweit sind die Fahrweisen in einem Temperaturbereich zwischen 90 °C und 140 °C am weitesten verbreitet.

Am Beispiel der Modellregion Jena untersuchten die Forscher, wie sich die Transformationsstrategien umsetzen. Da der Energieträger Holz in Jena nicht ausreichend verfügbar ist, schlugen die Forscher vor, ein Biomethan-BHKW zu errichten. Im nächsten Schritt sollte das Temperaturniveau des Netzes abgesenkt werden. Danach kann mit dem Bau weiterer Erzeugungsanlagen auf Basis von erneuerbaren Energien begonnen werden. Dies können etwa eine zweite Biogasanlage, weitere Biomethan-BHKW und die Integration von Abwärme aus Abwasser sein.

Projektbeteiligte

- » **Forschung:** GEF Ingenieur AG, Susanne Ochse, susanne.ochse@gef.de
- » **Netzbetreiber:** Fernwärme Duisburg GmbH, Matthias Lötting, matthias.loetting@fernwaerme-duisburg.de

Links

- » www.eneff-stadt.info » www.eneff-waerme.info

Mehr vom BINE Informationsdienst

- » Energiezentrale versorgt Universitätsklinik Gießen. BINE-Projektinfo 12/2015
- » Nahwärmenetz verbindet Neubau- mit Bestandsquartier. BINE-Projektinfo 04/2015
- » Wie Fernwärme erneuerbar wird. BINE-Projektinfo 13/2014
- » Dieses Projektinfo gibt es auch online und in englischer Sprache unter www.bine.info/Projektinfo_16_2015

BINE Informationsdienst berichtet aus Projekten der Energieforschung in seinen Broschürenreihen und dem Newsletter. Diese erhalten Sie im kostenlosen Abonnement unter www.bine.info/abo

Impressum

Projektorganisation
Bundesministerium
für Wirtschaft und Energie (BMWi)
11019 Berlin

Projekträger Jülich
Forschungszentrum Jülich GmbH
Matthias Hensel
Wilhelm-Johnen-Straße
52425 Jülich

Förderkennzeichen
03ET1040A

ISSN
0937 - 8367

Herausgeber
FIZ Karlsruhe · Leibniz-Institut
für Informationsinfrastruktur GmbH
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Autorin
Birgit Schneider

Urheberrecht
Titelbild: Stadtwerke Duisburg
alle weiteren Abbildungen:
GEF Ingenieur AG

Eine Verwendung von Text und
Abbildungen aus dieser Publikation ist
nur mit Zustimmung der BINE-Redaktion
gestattet. Sprechen Sie uns an.

Kontakt · Info

Fragen zu diesem Projektinfo?
Wir helfen Ihnen weiter:

0228 92379-44
kontakt@bine.info

BINE Informationsdienst
Energieforschung für die Praxis
Ein Service von FIZ Karlsruhe

Kaiserstraße 185-197
53113 Bonn
www.bine.info

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages