



Wie Fernwärme erneuerbar wird

In bestehenden Fernwärmenetzen kann schrittweise der Anteil erneuerbarer Energien deutlich erhöht werden.



Drei Forscherteams haben untersucht, wie sich der Anteil erneuerbarer Energien in Fernwärmenetzen steigern lässt. Für die Modellregionen Jena und Ulm wurden dafür individuelle Strategien entwickelt. Entscheidend war es zu wissen, welche erneuerbaren Energieträger dafür geeignet sind, welches Potenzial sie aufweisen und welchen Einfluss ihre Einbindung auf die Effizienz der Netze hat. Das Projekt umfasst auch eine Bestandsaufnahme vorhandener Wärmenetze mit Best Practice-Analysen.

Zentrale Fernwärmenetze werden heute in der Regel über wenige konventionelle Erzeugungsanlagen auf Basis fossiler Energieträger mit Wärme versorgt. Neben Heizwerken kommen dabei häufig Heizkraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) zum Einsatz. KWK-Anlagen zeichnen sich durch einen effizienten Brennstoffeinsatz sowie die Abwärmennutzung aus der Stromerzeugung aus. Die Bundesregierung hat sich im Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 einen Anteil von 14 Prozent am Wärmemarkt aus erneuerbaren Energien zu decken. Im Jahr 2011 lag er bei 10,4 Prozent. Ein Umbau der Fernwärme kann dazu einen wichtigen Beitrag leisten. Allerdings stehen wärmegeführte große KWK-Anlagen bereits heute auf der Stromseite unter wirtschaftlichem Druck durch EEG-geförderten erneuerbaren Strom. Um den Anteil erneuerbarer Energien in bestehenden Fernwärmenetzen wirtschaftlich vertretbar zu erhöhen, ist zu klären, welche erneuerbaren Energieträger mit welchem Potenzial zur Verfügung stehen und aus technischer und wirtschaftlicher Sicht geeignet sind. Das IFEU-Institut, die GEF Ingenieur AG und der Energieeffizienzverband AGFW sind diesen Fragen im Rahmen der Studie „Transformationsstrategien für die Fernwärmeversorgung“ nachgegangen.

Dieses Forschungsprojekt wird gefördert vom

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Welche erneuerbaren Energieträger sind geeignet?

In einer technischen Analyse untersuchten die Forscher verschiedene erneuerbare Energieträger, wie holzartige Biomasse, Biogas und Biomethan, Solarthermie und Geothermie. Für diese Techniken wurden maßgebliche Kenndaten zusammengestellt und vergleichend bewertet. Dabei wurde klar: Viele erneuerbare Energiequellen, wie Solarthermie und Geothermie, aber auch Niedertemperaturabwärme in Kombination mit Wärmepumpen stoßen bei Vorlauftemperaturen von deutlich über 100 °C an ihre Grenzen. Auch sind ihre Anforderungen an einen Erzeugerstandort zum Teil andere als bei fossil befeuerten Anlagen. Die eigentliche Herausforderung für den Umbau großer Fernwärmesysteme besteht jedoch darin, eine auf die örtlichen Gegebenheiten abgestimmte Strategie zu entwickeln. Den hohen Grad an Individualität zeigen auch die erstellten Best-Practice-Beispiele auf: Für neun Bestandsnetze wurde beschrieben, wie erneuerbare Energien bereits erfolgreich eingebunden werden konnten (Abb. 1). Die Best-Practice-Beispiele weisen nach, dass für einen wirtschaftlichen Betrieb die Nutzung erneuerbarer Energien in Kombination mit fossilen Energieträgern erfolgt. Die höchsten Anteile erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung werden mit holzartiger Biomasse und Geothermie erreicht. Solarthermie, Biogas und Biomethan spielen eine untergeordnete Rolle.

Jena: 50 Prozent Erneuerbare bis 2030 im Netz

Mit dem „Integralen Energie- und Wärmekonzept 2050“ wird derzeit ein neues Konzept für die Energieversorgung der Stadt Jena erarbeitet. Dabei wollen die Stadtwerke Energie Jena-Pößneck unter anderem prüfen, ob es sinnvoll ist, die aktuelle monozentrische Fernwärmeerzeugung durch flexiblere Strukturen abzulösen. Im Jahr 2007 wurde ein erstes Biogas-BHKW mit 1,4 MW_{th} realisiert. Da in Jena der Energieträger Holz nach Einschätzung der Forscher nicht über die bisher genutzten Mengen hinaus verfügbar ist, schlugen sie als Einstieg in den Umbau der örtlichen Wärmeversorgung die Errichtung eines heißgeköhlten Biomethan-BHKW vor. Biomethan ist Methan nicht-fossilen Ursprungs und kann technisch über Synthesegas aus einer Biomasse-Vergasung produziert werden. Im nächsten Schritt sollte dann das Temperaturniveau des Netzes abgesenkt werden, z. B. durch Ablösung des Dampfnetzes und Temperaturabsenkung im Heißwassernetz. Erst wenn diese Voraussetzungen bestehen, die auch von Standard-BHKW oder Wärmepumpen (mit Vorlauftemperaturen von nicht über 100 °C) erreicht werden können, sollte der Bau weiterer Erzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien erfolgen. Dies könnten z. B. eine zweite Biogasanlage, weitere Biomethan-BHKW und ggf. die Integration von Abwärme aus Abwasser sein. Mit ca. 22 MW erneuerbarer Grundlast könnte in Jena bis 2030 ein Anteil von 50 % Wärme aus erneuerbaren Energien erreicht werden, wenn der Gesamtwärmebedarf aufgrund von Sanierungen sinkt.

Empfehlungen für Umbaustrategien: Was ist zu tun?

Sinn und Erfolg der Einbindung erneuerbarer Energien in die Fernwärme hängen vom konkreten Netz ab. Deshalb haben die Forscher einen Entscheidungsbaum erstellt, mit dem Fernwärme-Betreiber prüfen können, welche Schritte den EE-Anteil in ihrem Versorgungssystem steigern. Die betrachteten Modellregionen und

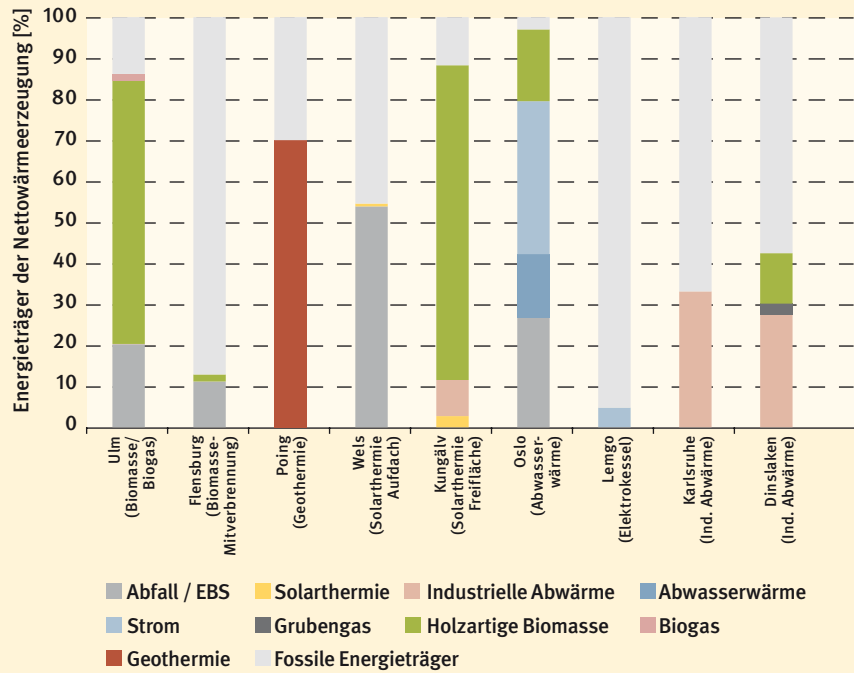


Abb. 1 Übersicht der Energieträger inkl. erneuerbarer Energien in den Best-Practice-Beispielen

Energieträger	Holzartige Biomasse			Biomasse-Mitverbrennung	
	Kessel	KWK		Kessel	KWK
Erzeugertyp		Dampfkraft-Prozess	ORC/KC	in Kohlekesseln	Kohle Dampfkraft-Prozess
therm. Leistungsklasse					
bis 1 MW	✓		✓		
1 bis 5 MW	✓		✓		
5 bis 10 MW	✓		✓		
10 bis 20 MW	✓	✓	✓	✓	✓
> 20 MW	✓	✓		✓	✓
elektr. Leistungsklasse					
bis 1 MW			✓		
1 bis 5 MW			✓		
5 bis 10 MW		✓			✓
10 bis 20 MW		✓			✓
> 20 MW		✓			✓
Lasttyp					
Spitzenlast	(✓)			(✓)	
Grundlast	✓	✓	✓	✓	✓
Sommerlast					
Temperaturniveau					
Dampfnetz	✓	✓		✓	✓
Hochtemperaturnetz (T _{vl} > 140 °C)	✓	✓		✓	✓
Heißwassernetze (140 °C > T _{vl} > 110 °C)	✓	✓		✓	✓
110 °C > T _{vl} > 90 °C	✓	✓		✓	✓
Low-Ex-Netz	✓	✓	✓	✓	✓

Abb. 2 Ausgewählte Optionen zur Einbindung erneuerbarer Energien in die Fernwärme (grün: verfügbar; rot: nicht verfügbar/nicht sinnvoll; weiß: nicht zutreffend)

Best-Practice-Beispiele der Studie zeigen Transformationsschritte unter wirtschaftlichen Bedingungen auf, die auch auf andere Netze übertragbar sind (Abb. 4). So ist das Thema Netztemperaturabsenkung von hoher Bedeutung. Können erneuerbare Energieträger nicht überregional beschafft werden, so begrenzen die regional verfügbaren Potenziale den Ausbau erneuerbarer Fernwärme – jenseits technischer und wirtschaftlicher Vorteile. Eine weitere Erkenntnis: Es ist nicht notwendig, zentrale fossile KWK-Anlagen



Ulm: Vorreiter nahe am Optimum

Die Fernwärme Ulm GmbH (FUG) versorgt insgesamt 15.000 Wohneinheiten mit Fernwärme. Bei einem Anschlusswert von 390 MW_{th} weist das Netz schon heute einen Anteil von mehr als 50 % erneuerbar erzeugter Wärme auf. Sie wird zum größten Teil aus Biomasse-KWK und einem Müllheizkraftwerk bereitgestellt. Darüber hinaus liefern vier BHKW externer Einspeiser Wärme in das Netz (drei Biogas-, ein Pflanzenöl-BHKW). Damit ist Ulm einer der Vorreiter auf dem Weg zur Integration erneuerbarer Energien in große Fernwärmesysteme und bereits heute an einem Punkt, den Jena nach der entwickelten Transformationsstrategie etwa 2030 erreichen würde. Für Ulm geht es deshalb um die nötigen Optionen, den Anteil erneuerbarer Energien noch weiter zu erhöhen. Schließlich wurde neben dem seit 2004 in der Ulmer Weststadt betriebenen Biomasseheizkraftwerk I aufgrund positiver Erfahrungen erst 2012 eine zweite Anlage (Biomasseheizkraftwerk II) in Betrieb genommen. Wegen der energiewirtschaftlichen Randbedingungen dürften in den nächsten Jahren kaum weitere große Investitionen folgen. Die Untersuchung ergab dann auch, dass unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten das Fernwärmenetz der FUG nahe dem Optimum des Anteils erneuerbarer Energien liegt. Jede weitere Einbindung einer regenerativen Neuanlage würde derzeit die Wirtschaftlichkeit der Wärmeerzeugung mindern.

Insgesamt scheinen auch unter wenig optimalen Rahmenbedingungen bei schrittweisem Vorgehen erneuerbare Anteile von 50 % der Netzeinspeisung erreichbar. Ob künftig in großen Wärmenetzen zu 100 % erneuerbare Energien eingesetzt werden können, ist fraglich. Die Modellrechnungen der Studie ergaben, dass ein sehr hoher EE-Anteil und vertretbare Endkundenpreise gleichzeitig schwer zu erreichen sind.

Die von den Forschern entwickelten Politikinstrumente zielen darauf ab, individuelle Lösungen zur Optimierung zu unterstützen. Vorgeschlagen werden u. a. ein Förderprogramm zur Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen zur Netztransformation und eine Förderung der Solarthermie, um in Deutschland mehr Erfahrungen mit solar versorgten Bestandsfernwärmenetzen zu sammeln.

In Bezug auf das EEG wird vorgeschlagen, unter bestimmten Bedingungen, wie der Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien, die bisherige Ausschließlichkeitsregelung speziell für Biomasse zu relativieren. Damit ließen sich die Biomasse-Mitverbrennung und Sammelschienen-Heizkraftwerke besser umsetzen. Die EEG-Novellierung 2014 hat die Bedingungen für einen wirtschaftlichen Betrieb von KWK-Anlagen mit Biomethan und fester Biomasse jedoch verschlechtert. Damit wird ein Ersatz bzw. Zubau solcher Anlagen schwieriger – in Jena, Ulm und anderswo.



Abb. 3 Im Inneren der Wärmeübertragerstation der Stadtwerke in Jena: Die Anlage überträgt die Wärme von Dampf auf Heißwasser.

Integration von EE-Anlagen	Netzoptimierung	Verbrauchs-entwicklung	Beitrag zur EE-Strom-Systemintegration
Geothermie	Absenkung Temperaturniveau	Höhere EE-Anteile durch geringere Absatzmenge	Kopplung Elektrokessel an EE-Überschussstrom
Biomasse-KWK / - Spitzenlast	Aufbau von Sekundärnetzen	Vergleichmäßigung der Jahresdauerlinie	Wärmespeicher zur Steigerung der zeitlichen Volatilität von KWK
Biogas- und Biomethan-KWK	Integration von Wärmespeichern		
Biomasse- Mitverbrennung	Rücklauf- Versorgung		
Solarthermie			
Wärmepumpen (NT-Wärme)			
Ind. Abwärme			

Abb. 4 Säulen der Transformation von Fernwärmesystemen zu höheren EE-Anteilen

hoher Leistung durch erneuerbare Anlagen gleicher Leistung zu ersetzen, wenn wirtschaftlich der Spielraum besteht, dass diese Anlagen auf einen Teil der Grundlast verzichten. Zudem erschwert der Betrieb erneuerbarer KWK-Anlagen in der Grundlast die Einbindung von Solarthermie und Geothermie. Damit die erneuerbare Wärme dennoch nicht verloren geht, hat sich die Integration großer Kurzzeit-Wärmespeicher mit täglichen bzw. mehrtägigen Be- und Entladezyklen bewährt.



Forschung für energieeffiziente Wärmenetze

Die Forschungsinitiative EnEff:Wärme des BMWi unterstützt Konzepte für neue adaptive Kälte- und Wärmenetze, die auch Ansatzpunkte für die Einbindung erneuerbarer Energien bieten. Im Kern geht es jedoch um die Effizienzsteigerung. EnEff:Wärme fördert die gezielte Netzoptimierung, um den Anteil der Nah- und Fernwärme weiter zu erhöhen und auch weniger dicht besiedelte Gebiete in die Versorgung einzubeziehen. Denn hier kann die Zukunft zentraler Wärmeversorgungssysteme liegen. Als Smart Grids sollen Fernwärmenetze wichtige Bausteine des lokalen Energiemanagements werden. Durch sogenannte Niedrig-Exergie-Technologien (LowEx) lassen sich Übertragungsverluste verringern. Zwei Beispiel-Projekte:

Dezentrale Einspeisung in Nah- und Fernwärmenetze – am Beispiel Solarthermie

Eine multifunktionale Nutzung von Fern- und Nahwärmenetzen könnte bereits kurz- und mittelfristig nennenswerte Beiträge zur Realisierung einer emissionsarmen Wärmeversorgung liefern. Bisher fehlen jedoch detaillierte thermohydraulische Untersuchungen für das Netz und für die Anlagentechnik an den Schnittstellen dezentraler Einspeiser / Fernwärmenetz bzw. Speicher / Fernwärmenetz. Hierzu untersuchen Forscher der AGFW, der TU Dresden und des Steinbeis-Instituts solites die technischen und ökologischen Auswirkungen dezentraler Einspeisung mit Hilfe gekoppelter Simulationen. Auf Grundlage der Simulationsergebnisse definieren sie Anforderungen an die Systemkomponenten und entwickeln entsprechende Techniken und Systemlösungen. Projektbegleitend wurde bereits eine neue Hausanschluss- und Netz-Einspeisestation (HANEST) durch die TU Dresden konzipiert und getestet.

Thermische Speicher für die Flexibilisierung von KWK-Anlagen

Ein flexiblerer Betrieb von KWK-Anlagen lässt sich durch die Integration thermischer Speicher in Fernwärmenetze erreichen, weil dadurch die Lieferung von Strom und Wärme zeitlich entkoppelt werden kann. In einem EnEff:Wärme-Projekt untersuchen Forscher der TU Berlin, unter welchen Randbedingungen die Investition in den Bau eines Speichers wirtschaftlich ist und welche Verbesserungen sich aus umweltpolitischer Sicht ergeben. An diesem Forschungsprojekt, das noch bis 2016 läuft, sind neben der TU Berlin auch die Universität Leipzig, die Hochschule Hannover sowie verschiedene Industriepartner beteiligt.

Projektbeteiligte

- » **Projektleitung:** IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Angelika Paar, angelika.paar@ifeu.de, Florian Herbert (fh@born-ermel.de), www.ifeu.de
- » GEF Ingenieur AG, Susanne Ochse, susanne.ochse@gef.de, Dr. Stephan Richter, stephan.richter@gef.de, www.gef.de
- » AGFW – Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V., Dr. Heiko Huther, h.huther@agfw.de, Dr. Jens Kühne, j.kuehne@agfw.de, www.agfw.de

Links und Literatur

- » www.eneff-waerme.info
- » AGFW, Frankfurt am Main (Hrsg.): Transformationsstrategien Fernwärme. TRAFÖ – Ein Gemeinschaftsprojekt von ifeu-Institut, GEF Ingenieur AG und AGFW. Abschlussbericht. FKZ 0325184. April 2014. 292 S. Forschung und Entwicklung. H. 24
- » Huther H., Paar A., Richter S., Ochse, S.: Transformation statt Wende – Wie kann in Fernwärmenetzen der Anteil erneuerbarer Wärme erhöht werden? In: EuroHeat & Power. Jg. 42 (2013), H. 6, S. 26 – 31

Mehr vom BINE Informationsdienst

- » Sonnenenergie in der Erde speichern. BINE-Projektinfo 01/2013
- » Auf dem Weg zur Erneuerbaren-Energie-Region. BINE-Projektinfo 01/2011
- » Nahwärme solar nachrüsten. BINE-Projektinfo 12/2009
- » Geothermische Stromerzeugung im Verbund mit Wärmenetz. BINE-Projektinfo 10/2009
- » Regenerative Wärme für Wohnsiedlungen. BINE-Projektinfo 03/2008
- » Dieses Projektinfo gibt es auch online und in englischer Sprache unter www.bine.info/Projektinfo_13_2014

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 (BWi)
11019 Berlin

Projekträger Jülich
Forschungszentrum Jülich GmbH
Dr. Volker Monser
52425 Jülich

Förderkennzeichen
0325184

ISSN
0937 - 8367

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

Autor
Uwe Friedrich

Urheberrecht
Titelbild: SWM – Stadtwerke München
Abb. 1: IFEU
Abb. 2, 4: IFEU/GEF/AGFW
Abb. 3: Stadtwerke Energie Jena-Pößneck

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