

Climate Change

Climate
Change

19
07

ISSN
1862-4359

Netzgebundene Wärmeversorgung - Anregungen für Kommunen und andere Akteure



Umwelt
Bundes
Amt 
Für Mensch und Umwelt

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 205 41 104
UBA-FB 001074/ANH



Netzgebundene Wärmeversorgung - Anregungen für Kommunen und andere Akteure

von

Dipl. Ing. Thomas Hanke

Dr. Ralf Schüle

Dipl. Soz.-Wiss. Katja Pietzner

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (WI)

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
<http://www.umweltbundesamt.de>
verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet I 2.2
Dr. Peter Pichl

Dessau-Roßlau, Dezember 2007

Inhalt

Effiziente Wärmeversorgung für den Klimaschutz

Was ist Nahwärme?

Klimaschutzszenarien zeigen Bedeutung der Nahwärme auf

Schlüsselgröße KWK als Klimaschutzbaustein im Wärmebereich

Bedeutung der erneuerbaren Energien

Veränderungen auf dem Wärmemarkt

Forschungsprojekt zu Nahwärmepotenzialen

Regionen mit Nahwärmepotenzialen

Die Rolle der Kommunen – Handlungsempfehlungen

Informationsmaterial

Stand der Erzeugungstechnik

Effiziente Wärmeversorgung für den Klimaschutz

Die Akteure auf dem Wärmemarkt stehen heute mehr denn je vor besonderen Herausforderungen. Neben den zentralen Aspekten *Wettbewerbsfähigkeit* und *Versorgungssicherheit* gewinnt der *Klimaschutz* angesichts der jüngsten Erkenntnisse zunehmend an Bedeutung.

Sir Nicholas Stern stellt in seiner Studie¹ zu den wirtschaftlichen Folgen des Klimawandels fest:

„Ausgehend von wirtschaftlichen Modellrechnungen könnten die Kosten und Risiken des Klimawandels, wenn nichts dagegen unternommen wird, einer Einbuße von mindestens 5 Prozent des globalen BIP jährlich gleichkommen, jetzt und in Zukunft. Berücksichtigt man ein breiteres Spektrum von Risiken und Folgen, wird der Schaden sogar auf möglicherweise 20 Prozent des BIP oder mehr geschätzt.“

1 Stern, N. (2006): Stern Review on the Economics of Climate Change.

2 PCC (2007): 4. Sachstandsbericht (AR4) des IPCC (2007) über Klimaänderungen. Auswirkungen, Anpassungsstrategien, Verwundbarkeiten.

Die Wissenschaftler des International Panel on Climate Change (IPCC) weisen in ihrem 4. Sachstandsbericht² über Klimaänderungen jedoch auch darauf hin,

„..., dass die Palette potenzieller Anpassungsmaßnahmen sehr umfangreich ist; sie reicht von rein technologischen Maßnahmen (...) über Verhaltensänderungen (...) und betriebswirtschaftlichen Entscheidungen (...) bis zu politischen Entscheidungen (...).“

Auch der Ausbau effizienter Wärmeversorgungsstrukturen ist ein wichtiges Instrument als Reaktion auf den Klimawandel. Eine bislang zu wenig beachtete aber entscheidende Option ist die netzgebundene Fern- und Nahwärmeversorgung, die verstärkt in das Bewusstsein der Akteure gerückt werden soll.

Dabei ist die Bedeutung der Kommunen beim Ausschöpfen der Nahwärmepotenziale nicht zu unterschätzen. Lokale Versorgungsunternehmen stehen in engem Kontakt zu Endverbrauchern und den anderen Akteuren auf dem Wärmemarkt. Sie haben den direkten Draht zu Innovationsträgern und Multiplikatoren.

Vor diesem Hintergrund hat der vorliegende Leitfaden zum Ziel,

- die Bedeutung von Nahwärmenetzen für den Klimaschutz darzulegen,
- den Kommunen ihre Bedeutung bei der Erreichung der Klimaschutzziele zu verdeutlichen,
- in regionalisierter Aufgliederung aufzuzeigen, wo günstige Möglichkeiten zum Ausbau der Nahwärme bestehen und
- den Kommunen Handlungsempfehlungen zu geben, wie sie sich daraus ergebende Chancen konstruktiv umsetzen können.

Was ist Nahwärme?

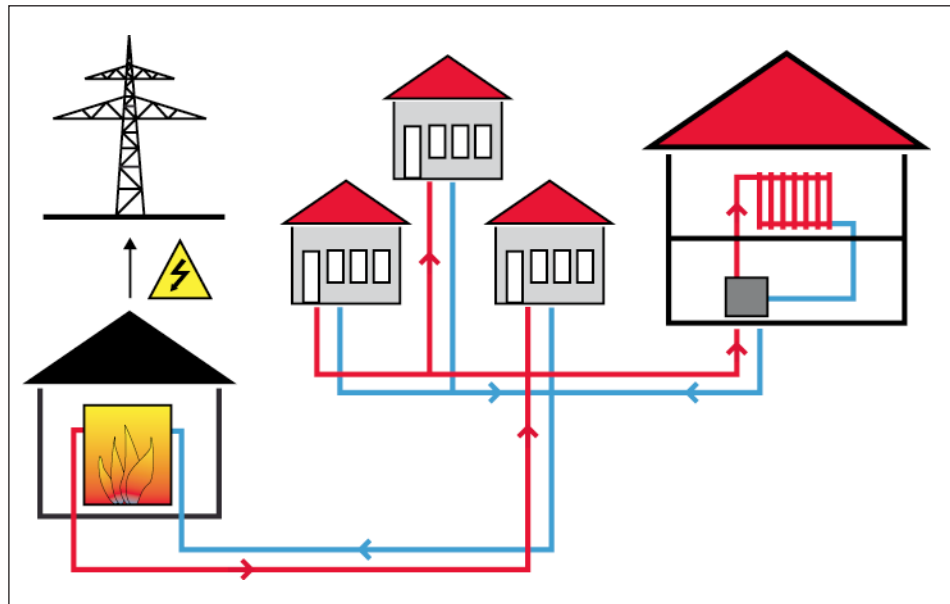
Die Wärmeversorgung in Deutschland ist zu großen Teilen dezentral organisiert. Dies umfasst in erster Linie die Einzelversorgung von Häusern. Aber auch eine *netzgebundenen Versorgung* kann dezentralen Charakter haben und für die Beteiligten Vorteile mit sich bringen.

Bei Nahwärmesystemen wird in einer Heizzentrale heißes Wasser erzeugt, welches über isolierte Rohleitungen zu den Verbrauchern in den angeschlossenen Gebäuden geleitet wird. Von den meistens in der Straße verlaufenden Hauptleitungen zweigen die Hausanschlussleitungen ab, welche durch eine wasserdichte Mauerdurchführung in die Keller der angeschlossenen Gebäude geführt wird.

Innerhalb des Gebäudes wird die Nahwärmeleitung über eine sog. Hausstation an die Brauchwasserbereitung und an das hausinterne Verteilnetz angeschlossen, durch welches die Heizkörper mit Wärme versorgt werden.

Sowohl für die Wärmeleitungen als auch für die Hausstationen gibt es verschiedene Varianten mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen.

Abbildung 1:
Prinzip eines
Nahwärmesystems
(Quelle: VisLab
nach ZSW)



Klimaschutzszenarien zeigen Bedeutung der Nahwärme auf

Die Klimaschutzszenarien, die im Auftrag des Bundesumweltministeriums (BMU) und des Umweltbundesamtes (UBA) erstellt wurden, zeigen deutlich auf, dass der *Steigerung der Energieeffizienz* eine wesentliche Bedeutung zukommt. Tragende Säule hierbei ist im Umwandlungsbereich der Ausbau der Nah- aber auch der Fernwärme insbesondere in Form von effizienten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen. Dieses gilt sowohl für die öffentliche und dezentrale KWK auf fossiler Brennstoffbasis als auch für die Bereitstellung von Nahwärme aus regenerativen Energien.

Schlüsselgröße KWK als Klimaschutzbaustein im Wärmebereich

Für den *Ausbau der Nah- und Fernwärme* wird in den Szenarien angenommen, dass es der Entwicklung der letzten Jahre folgend weiterhin zu einem stetigen Ersatz der bestehenden KWK-Anlagen der öffentlichen Fernwärmeversorgung durch Anlagen mit höherer Stromkennzahl kommen muss. Ein massiver *Ausbau der dezentralen KWK* ist ebenso erforderlich. Kleine Blockheizkraftwerke, Mikrogasturbinen, gegebenenfalls zukünftig auch der Einsatz von Brennstoffzellen, erweitern hier die Produktpalette auch für Neubausiedlungen, die Versorgung von größeren Gebäudekomplexen sowie gewerblichen Einrichtungen.

Das UBA-Nachhaltigkeitsszenarios zeichnet dazu folgenden Weg auf:

- Der Beitrag der KWK zur Bruttostromerzeugung erhöht sich von derzeit 80 Mrd. kWh bis 2050 auf knapp 200 TWh.
- Die in Koppelproduktion hergestellte Wärmemenge steigt im selben Zeitraum von aktuell rund 180 TWh auf ca. 200 TWh an.
- Aufgrund der zeitgleichen Umsetzung von Einsparoptionen, bedeutet dies einen Anstieg auf 25 Prozent des Wärmebedarfs. Der Anteil der KWK an der Stromerzeugung wird im Jahr 2050 bei rund 40 Prozent liegen.

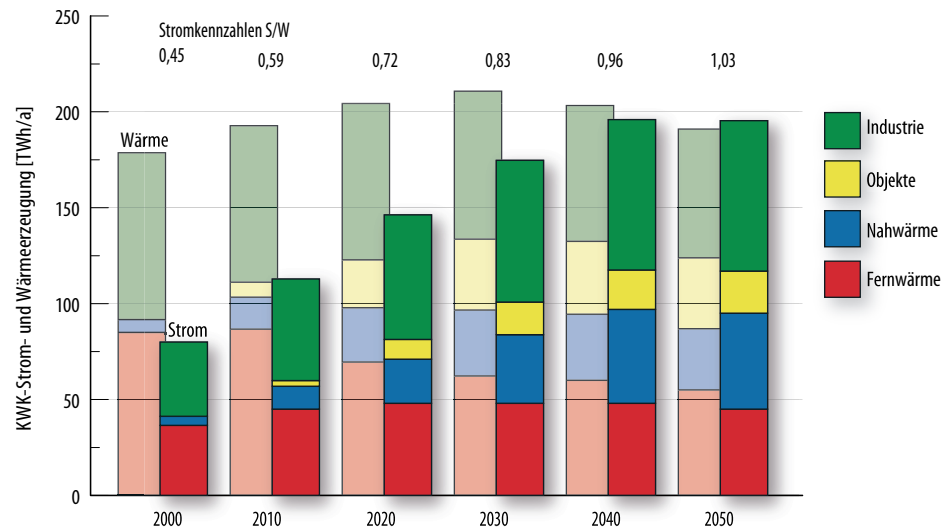
Eine Regierungserklärung des Bundesumweltministers Sigmar Gabriel vom 26. April 2007 bekräftigt die hohe Bedeutung der KWK³:

In der Modernisierung und dem Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung liegt ein enormes Potenzial für mehr Energieeffizienz und mehr Klimaschutz. Der von der deutschen Wirtschaft zugesagte KWK-Ausbau im Rahmen der Kraft-Wärme-Kopplungsvereinbarung wird weit verfehlt werden. Ziel muss es aber bleiben, effizienter Energie zu nutzen und gleichzeitig Strom zu produzieren und die Abwärme zu nutzen. Daher soll der derzeitige KWK-Anteil an der Stromerzeugung in Höhe von rund 10% bis 2020 mindestens verdoppelt werden.

3 Bundesumweltministerium (2007): Klimaagenda 2020: Der Umbau der Industriegesellschaft. Hintergrundpapier zur Pressekonferenz: „Gabriel: Klimaschutz bedeutet Umbau der Industriegesellschaft. 8-Punkte-Plan zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen um 40 Prozent bis 2020“ vom 26.04.2007

Diese ehrgeizigen Ziele lassen sich nur erreichen, wenn in bestehenden Fernwärmenetzen konsequent die Chancen zur *Nachverdichtung* und der Netzerweiterung an den Rändern genutzt werden und zeitgleich in erheblichem Umfang *dezentrale Nahwärmenetze* errichtet werden. Einen maßgeblichen Beitrag muss schließlich die industrielle KWK, durch *Ersatz von Altanlagen und Substitution von Heizwerken durch Heizkraftwerke*, leisten. Hierbei entstehen auch Chancen für die so genannte kooperative KWK, d.h. Partnerschaften mit benachbarten privaten oder gewerblichen Wärmeverbrauchern.

Abbildung. 2:
Entwicklung der KWK-
Strom- und Wärme-
erzeugung im Szenario
NaturschutzPlus I
(s=Stromkennzahl)
(Quelle: BMU 2004)



Bedeutung der erneuerbaren Energien

Neben der Ausweitung der fossilen netzgebundenen Wärmebereitstellung wird den *erneuerbaren Energien* eine hohe Bedeutung in den Nachhaltigkeitsszenarien zugewiesen. Demnach spielt die Ausweitung der netzgebundenen Wärmeversorgung durch Biomasse bereits kurzfristig, später dann aber zunehmend auch aus Solar-Kollektoranlagen und Geothermie eine wichtige Rolle. Bis 2050 werden mehr als drei Viertel der auf Basis erneuerbarer Energien bereitgestellten Wärme netzgebunden sein. Nahwärmenetze ermöglichen dabei den Einstieg in größere und damit wirtschaftlichere Anlagen. Zudem sind sie Voraussetzung für die effiziente Kopplung mit saisonalen Speichersystemen.

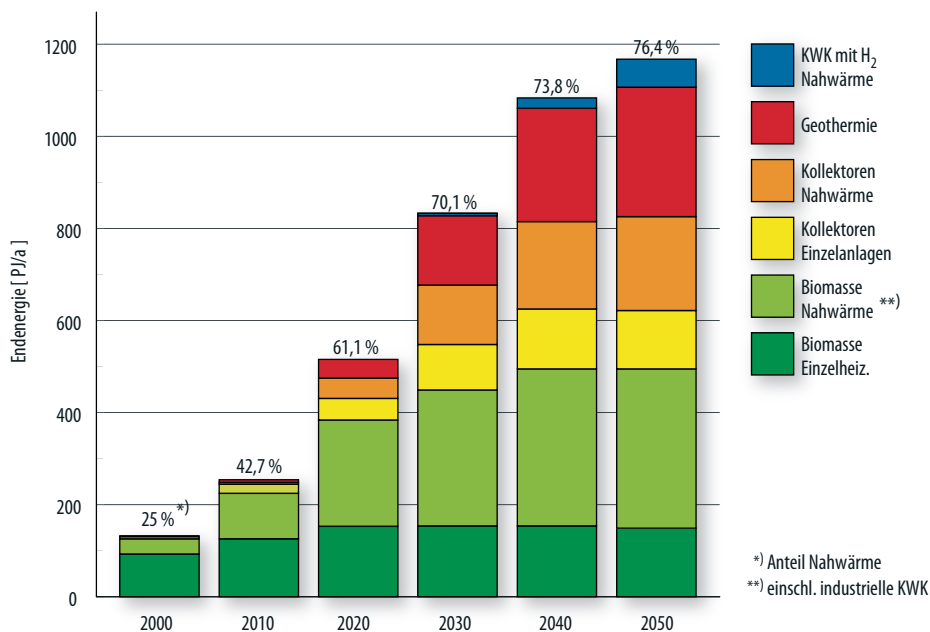


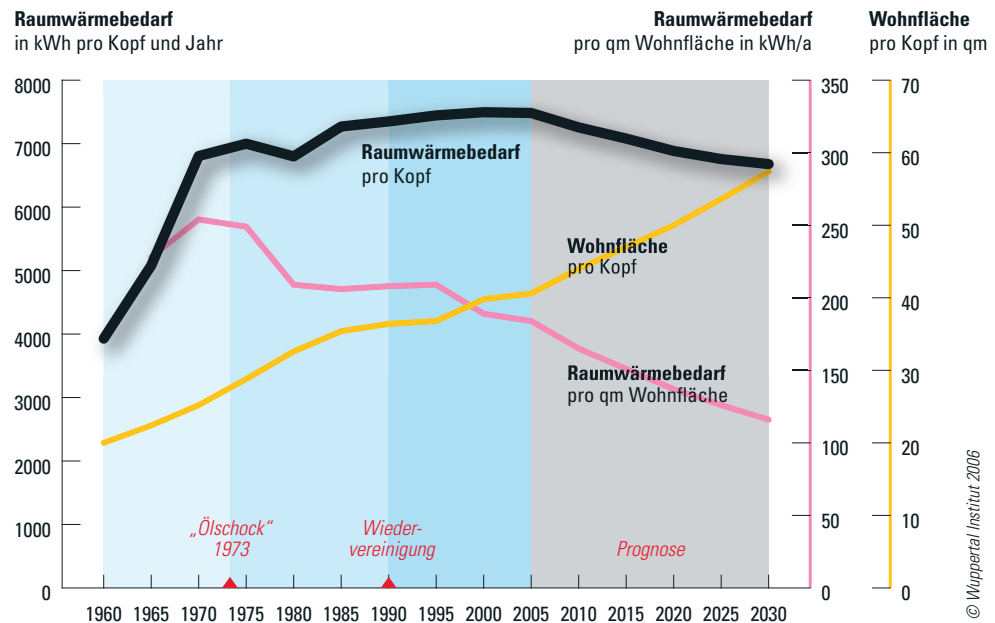
Abbildung 3:
Entwicklung der Beiträge
erneuerbarer Energien
zur Wärmeversorgung
(Endenergie in PJ) im
Szenario Naturschutz-
Plus II
(Quelle: BMU 2004)

Veränderungen auf dem Wärmemarkt

Die in den Klimaschutzszenarien für erforderlich gehaltenen Entwicklungen finden auf einem Wärmemarkt statt, der sich aufgrund dynamischer Veränderungsprozesse ohnehin ständig wandelt. Neue Herausforderungen für den Wärmemarkt ergeben sich vor allem aus der zeitgleich erfolgenden *energetischen Gebäudesanierung* und der *demographischen Entwicklung*.

Es ist davon auszugehen, dass sich die Wärmenachfrage trotz weiter steigender Pro-Kopf-Nachfrage nach Wohnraum (in der Abbildung gelb) und durch sich verstärkende Sanierungsmaßnahmen (in der Abbildung rosa) in den nächsten Jahrzehnten rückläufig entwickeln wird (in der Abbildung schwarz). Geburtenrückgang, Alterung der Bevölkerung und regionale Wanderungen prägen die demographische Entwicklung in Deutschland seit einigen Jahren und werden auch in den kommenden Jahrzehnten bestimmend sein. Die

Abbildung 4:
Entwicklung von
Raumwärmebedarf
und Wohnflächen
(Quelle: Wuppertal
Institut 2006)



Preise für die Energieträger sind ebenfalls deutlichen Veränderungen unterworfen. Insbesondere die Preise für Öl und Gas sind in den letzten Jahren bereits erheblich angestiegen. Weitere Preisanstiege sind angesichts wachsender Verknappungstendenzen zu erwarten. Die netzgebundene Wärmeversorgung kann aufgrund ihrer Effizienzvorteile davon profitieren. Vor allem steigen aber die Chancen der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien, wirtschaftlich zum Einsatz kommen zu können.

Befragungen bei den Akteuren auf dem deutschen Wärmemarkt haben ergeben, dass die netzgebundene Wärmeversorgung nach wie vor als umweltfreundlich und komfortabel angesehen wird. Ein erhebliches Potenzial für die Ausweitung wird gesehen. Die Akteure wünschen sich jedoch eine deutlichere Unterstützung seitens der Politik, um zukünftig Wettbewerbsvorteile gegenüber anderen Energieträgern ausschöpfen zu können.

Im Zuge der Umsetzung des KWK-Verdopplungszieles der Bundesregierung ist zu erwarten, dass entsprechende politische Anreizsysteme entwickelt werden. Die Novellierung des KWK-Gesetzes ist dazu der erste Schritt.

Geothermieprojekt SuperC (RWTH Aachen)

Bei der RWTH Aachen soll das künftig gebaute Studentische Service-Center („SuperC“ genannt) zu rund 80 Prozent mit Wärme und Kälte von einer Erdwärmesonde in ca. 2 500 m Tiefe versorgt werden. Im äußeren Stahlrohr der Sonde strömt kaltes Wasser in die Tiefe, erwärmt sich und gelangt vom Bohrlochgrund über ein zentrales Förderrohr wieder an die Oberfläche. Innerhalb des SuperC-Gebäudes durchläuft das geförderte, 70 °C warme Wasser während der Heizperiode nacheinander Konvektoren, Decken- und Fußbodenheizung (Kaskadensystem). Im Sommer sichert die thermische Leistung der Bohrung (480 kW) die Gebäudekühlung durch eine Adsorptionskältemaschine. Nach Abgabe der Wärme wird das Wasser wieder in die Erdwärmesonde geleitet (geschlossenes System). Die projektierte geothermisch bereitgestellte Wärmemenge von 620 MWh/a entspricht etwa dem Bedarf von 200 Einfamilienhäusern und vermeidet so jährlich den Ausstoß von mehr als 300 t CO₂.

Quelle: www.superc.rwth-aachen.de

Forschungsprojekt zu Nahwärmepotenzialen

In dieser Gemengelage brauchen die Akteure Orientierungswissen, wo sich ein zukünftiges Engagement lohnen könnte. Hier setzt das Forschungsvorhaben

Anforderungen an Nah- und Fernwärmenetze sowie Strategien für Marktakteure in Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2020.

an. Bisher offen war z.B. die Frage, wo sich die beschriebenen dynamischen Veränderungsprozesse räumlich niederschlagen und wo z.B. gute Möglichkeiten bestehen die (regenerative) Nahwärme auszubauen. Die Regionalisierung der Nahwärmepotenziale ist daher wesentlicher Bestandteil des Forschungsvorhabens und soll hier als ein Ergebnis näher beschrieben werden.

Die Identifikation von Gemeinden bzw. Regionen, die ein hohes Potenzial zum Ausbau der Nahwärme besitzen wurde mittels eines Rankingverfahrens vorgenommen. In dieses ist die auf Parameterabschätzungen basierende *Verfügbarkeit von regenerativen Energiequellen*, die *demographische Prognose* und die *Wirtschaftlichkeit* in Abhängigkeit von Gebäude- und Siedlungsstruktur eingeflossen.

BEST PRACTICE: Ökoenergie Recke GmbH

Zusammenschluss von 19 Landwirten zur Gründung einer Biogasgemeinschaftsanlage. Die Anlage besteht aus vier Fermentern mit einem Volumen von 1 250 Kubikmetern und zwei Endlagern mit jeweils 3 000 Kubikmetern. Der Betrieb der Anlage erfolgt ausschließlich auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Täglich werden insgesamt etwa 130 Kubikmeter Mais, Mist, Schweine- und Rindergülle eingespeist, aus denen Biogas für zwei BHKW mit einer Leistung von jeweils 511 kWel gewonnen wird. Die Gärreste werden von den Landwirten als Dünger verwertet. Geplant ist, die entstehende Abwärme zur Wärmeversorgung für benachbarte Gewerbebetriebe und Gemeindegebäude zu nutzen.

Regionen mit Nahwärmepotenzialen

Die nachfolgende Karte stellt die Ergebnisse der Regionalisierung in zusammengefasster Form dar. An wichtigen Aussagen lässt sich festhalten, dass

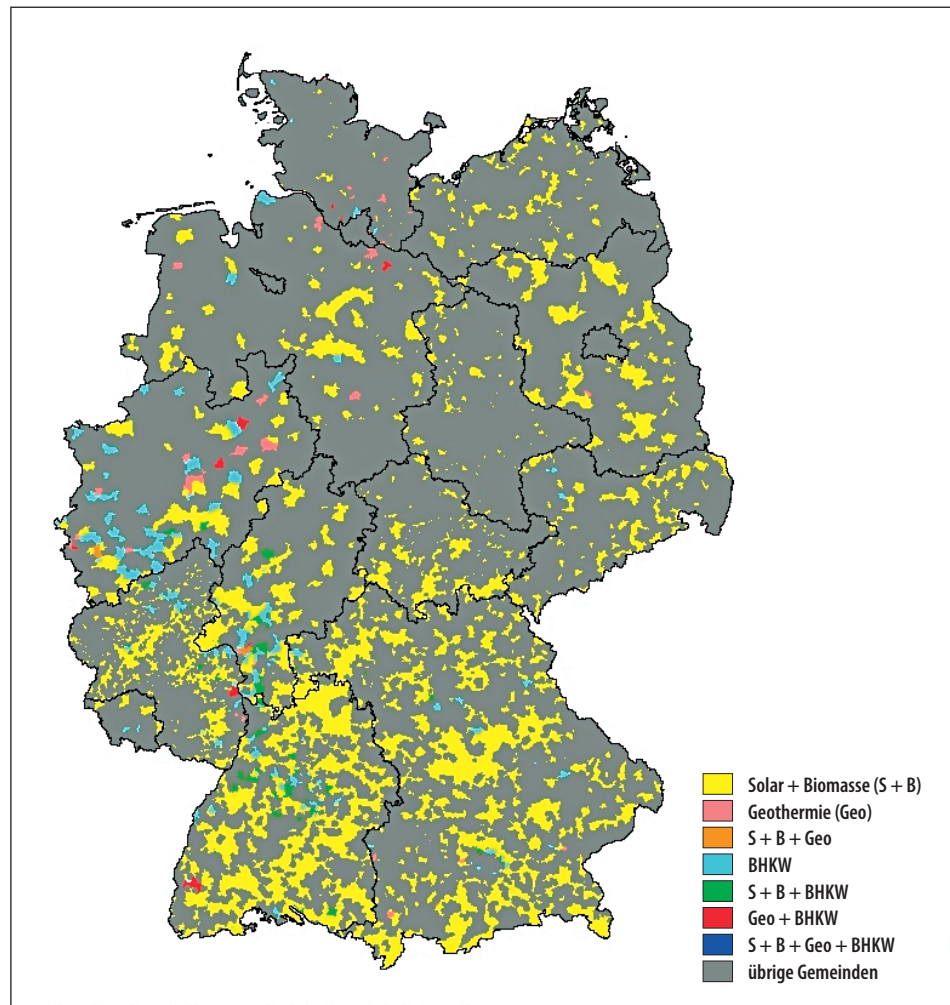
- die vorteilhaftesten Standorte für Nahwärme tendenziell im Süden Deutschlands liegen. Auf die Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern entfallen allein 48 Prozent des Potenzials. Ursächlich hierfür sind Unterschiede in der Bebauungsdichte, die, in diesen Regionen günstigen, demographischen Prognosen und die im Süden höhere solare Einstrahlung;
- die Möglichkeiten für einen Nahwärmeausbau in aufgelockert bebauten Siedlungen, bevorzugt im ländlichen Raum, besonders günstig sind. Hier bieten sich im Vergleich die besseren Bedingungen für die Nutzung von Biomasse und solarer Wärme.
- das Potenzial für erneuerbare Energien in kleinen Gemeinden am größten ist, während sich ein Potenzial auf Basis fossiler Brennstoffe überwiegend in Gemeinden in städtisch geprägtem Umfeld mit hohen Gebäudedichten findet.

Die Darstellungen in der Karte sind als eine Annäherung zu verstehen, um abzubilden welche Regionen in der Tendenz Möglichkeiten für einen Ausbau von (regenerativen) Nahwärmenetzen bieten. Sie gibt Hinweise, in welchen Regionen es sich lohnt aktiv zu werden und möglicherweise durch *gezielte Vor-Ort-Studien* das tatsächliche Ausbaupotenzial zu quantifizieren. Aufgrund des notwendiger Weise hohen Aggregationsniveaus können sie diese Detailanalysen nicht ersetzen.

BEST PRACTICE: Passivhäuser im Gewerbepark Karlsbad

Versorgt werden 12 Häuser in je einer Dreier-, Vierer- und Fünfergruppe. Neben einem Holzpellet-Kessel mit 32 kW Leistung wurde ein Gasbrennwertkessel zur Spitzenlastabdeckung eingesetzt. Eingebunden in das Nahwärmekonzept wurde die Dachfläche der angrenzenden Druckerei. Auf dem Dach des Unternehmens befinden sich 50 Quadratmeter Vakuumröhrenkollektoren (bis 35 kW Leistung, ca. 25 000 kWh pro Jahr). Der Gesamtverbrauch der 12 Häuser liegt bei 9,7 Tonnen Holzpellets im Jahr mit 5 000 kWh pro Tonne.

Abbildung 5:
Gemeinden, die aufgrund der Analyse als geeignet erscheinen, die Gesamtvorgaben bezüglich der Nahwärmeversorgung aus dem BMU-Szenario zu erfüllen.
(Quelle: UBA 2007)



Anforderungen an Nah- und Fernwärmenetze sowie Strategien für Marktakteure in Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2020.

Die Rolle der Kommunen – Handlungsempfehlungen

Der Kommune kommt bei der Ausschöpfung dieser Potenziale eine hohe Bedeutung zu; was aber konkret können sie tun?

Checkliste zur Erschließung von Potenzialen:

1. Vor-Ort-Studien zur Quantifizierung des Nahwärmepotenzials

Die lokale Wärmedichte analysieren

- Abbildung der siedlungsstrukturellen Begebenheiten

Das regionale Potenzial an regenerativer Energie überprüfen

- Analyse der Biomassepotenziale
- Stärke der solaren Einstrahlung
- Verfügbarkeit von Geothermie

Die bestehende Versorgungsstruktur der Kommune durchleuchten

- Vorhandene Wärmenetze
- Anschlussgrad und Verdichtungspotenzial
- Einspeisepunkte für regenerativ erzeugte Wärme oder Biogas

2. Die Kommune als Initiator und Vermittler von Informationen

Positionierung der Kommune als zentrale Anlauf- und Informationsstelle

- Vorteile der Nahwärmenutzung darstellen
- Rechtlichen Rahmenbedingungen offen legen
- Förderbedingungen und -möglichkeiten aufzeigen
- Technischen Möglichkeiten darlegen

Kontaktaufnahme zu den einzelnen Akteuren

- Wohnungswirtschaft
- private Hausbesitzer
- Energieversorger
- Contractoren
- ...

Anregung des Dialogs zwischen den Akteuren

- Runde Tische
- Beratungsveranstaltungen
- Bürgerstunde

Die Checkliste zeigt ausgewählte Handlungsmöglichkeiten für die Kommunen auf. Sie gibt aber, wie die Broschüre insgesamt, keinen vollständigen Überblick über das, was in der Praxis gemacht werden kann. Sie soll motivieren und gegebenenfalls zur Lektüre weiteren Informationsmaterials anregen.

Informationsmaterial

Weitere Informationen zu den hier vorgestellten Inhalten finden sich in der UBA-Studie:

Anforderungen an Nah- und Fernwärmenetze sowie Strategien für Marktakteure in Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2020.

Die Studie ist als PDF beim Umweltbundesamt erhältlich. Darüber hinausgehend bestehen Informationen in Form von Ratgebern und Leitfäden, die einen intensiven Überblick und Einstieg in das Thema ermöglichen.

- Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2006): Nahwärme. Ratgeber zur Planung und Errichtung von Nahwärmenetzen.
- Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (2004): Nahwärmefibel. Nahwärmekonzepte. Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbare Energien.
- Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (2002): Holz-Energie-Fibel.
- Tischler, M. et al (2006): Auf dem Weg zur 100% Region. Handbuch für eine nachhaltige Energieversorgung von Regionen. München.
- Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (2004): Bioenergieanlagen – Planung Installation. Leitfaden für Ingenieure, Architekten und Investoren.

Online-Angebote:

- www.bio-energie.de – Informationsportal der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe und des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
- www.bhkw-infozentrum.de – Informationsplattform zum Thema BHKW und KWK
- www.asue.de – Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.
- www.bine.de – BINE-Informationssdienst des Fachinformationszentrums Karlsruhe informiert über Energietechniken
- www.biomasse-info.net – Biomasse Info-Zentrum in Stuttgart
- www.umweltbundesamt.de (Auftraggeber)
- www.wupperinst.org (Auftragnehmer)
- www.dlr.de/stuttgart (Auftragnehmer)
- www.ie-leipzig.de (Auftragnehmer)

Stand der Erzeugungstechnik

Neben dem Wissen um das Vorhandensein von Möglichkeiten zum Nahwärmeausbau, hat die Kenntnis um den Stand der Wärmetechnik eine besondere Relevanz.

Innovative und effiziente Technologien im Leistungsbereich dezentraler Anlagen

	Vorteile	Nachteile
(Mini-) Motor-BHKW	• Relativ hoher elektrischer Wirkungsgrad • Etablierte Technologie • Brückentechnologie zur Erschließung alternativer KWK-Technologien (insb. Brennstoffzelle)	Prinzipbedingte Nachteile hinsichtlich: • Lärm • Schwingungen • Emissionen • Regelbarkeit • Wartungsbedarf • Schlechter Teillastwirkungsgrad • Perspektivisch: Elektr. Wirkungsgrad BHKW kleiner als bei Brennstoffzelle
Mikro-Gasturbinen	• Nutzung von Mitteltemperatur-Abwärme möglich • Wartungsarm • Niedrige Emissionen • Hohe Flexibilität • Nutzung alternativer Brennstoffe (Multi-Fuel) • Zukunftsoption: Kopplung von Mikro-GT mit HT-Brennstoffzelle	• Elektr. Wirkungsgrad kleiner als bei Motor-BHKW • Nur wenige, ausländische Anbieter • Kostensenkungspotenzial noch nicht ausgeschöpft wegen geringer Stückzahlen • F&E-Bedarf bei Komponenten
Stirling-Motor	• Niedriges Geräuschniveau, vibrationsarm • Wartungsarm • Externe Verbrennung • Nutzung von Abwärme und Solarwärme möglich • Serienfertiges Produkt auf Erdgasbasis • Stufenlos modulierbar (elektrisch: 2-9,5 kW, thermisch: 8-26 kW)	• Elektr. Wirkungsgrad kleiner als bei Motor-BHKW • Vergleichsweise wenige Anbieter • Relativ hoher Preis • F&E-Bedarf bei Komponenten
Dampf(schrauben)motor (Biomasse-KWK)	• Robuste, wartungsarme Technik • Externe Verbrennung mit niedrigen Emissionen • Möglichkeit der Biomassenutzung • Stromgewinnung gegenüber reiner Biomasseverbrennung in Heizkesseln	• Elektr. Wirkungsgrad kleiner als bei Motor-BHKW • Bisher nur große Anlagen verfügbar • Hoher Sicherheitstechnischer Aufwand • Noch keine Serienfertigung
Dampf(schrauben)motor (Mikro-KWK)	• Erschließung von Kleinstpotenzialen • Sicherheitstechnisch unbedenklich aufgrund geringer Dampfmenen • Niedriges Geräuschniveau • Wartungsarm • Vollwertiger Ersatz konventioneller Gastherme • Weiter Modulationsbereich • Hoher Brennstoffnutzungsgrad • Externe Verbrennung	• Elektr. Wirkungsgrad kleiner als bei Motor-BHKW • Langzeitdemonstration steht aus • Relativ hoher Preis • F&E-Bedarf bei Komponenten
Brennstoffzelle	• Potenzial für sehr große elektr. Wirkungsgrade • Gute Teillastwirkungsgrade • Niedriges Geräuschniveau • Wartungsarm • Sehr niedrige Emissionen • Stufenlos modulierbar • Hohes Öffentliches Interesse	• Demonstration hoher elektr. Wirkungsgrade und Standzeiten steht aus • F&E-Bedarf bei Werkstoffen • Preis und Verfügbarkeit noch unklar

Innovative Techniken der netzgebundenen Wärmeversorgung

Duo-Rohr	• Vor- und Rücklauf in einer Leitung integriert • Schmalerer und flacherer Graben; dadurch weniger Aushub • Verbesserte Wärmedämmung
Kaltverlegeverfahren bei Kunststoffmantelrohren (KMR)	• Schneller als herkömmliches Verlegeverfahren
Grabenfreie Verlegeverfahren (Horizontalspülung oder Erdraketenverfahren)	• Kosteneinsparung (- 30%) • Weniger Beeinträchtigung von Straßenverkehr und Anwohnern
Flexible Rohrleitungen	• Besonders für Hausanschlüsse geeignet • Kostenvorteile werden durch die teuren metallischen Verbindungsteile der flexiblen Leitungen geschmälert • Raketenverfahren nur bei geringeren Bohrungsdurchmessern geeignet • Risiken bei wechselnder Bodenbeschaffenheit
Bettungsmaterial Thermosand	• Verbesserte Wärmedämmung
Fließfähiges Bettungsmaterial „Weimarer Bodenmörtel“	• Demonstration hoher elektr. Wirkungsgrade und Fließfähiges Bettungsmaterial „Weimarer Bodenmörtel“
Fernablesung und Fernsteuerung der Hausstationen	• Wärmemengenzähler sind über Signalleitung mit der Zentrale verbunden • Ermöglicht auch die Steuerung der Hausstation (z.B. Vorlauftemperatur) • Verbesserter Kundenservice (z.B. individuelle Energieberatung)
Schadensüberwachung mittels Thermographie	• Aufdecken von Wärmelecks durch Überfliegen mit Infra-Rot-Kameras • Schnell und kostengünstig