

Vortrag bei Fachtagung „Nahwärme 2004“ am 15.9.04 in Osnabrück

Chancen und Perspektiven der Nahwärme im zukünftigen Energiemarkt



Von Dipl. Phys. Michael Nast

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Stuttgart

Institut für Technische Thermodynamik

Abteilung Systemanalyse und Technikbewertung

Nahwärme weist eine Reihe von Vorteilen auf, welche für den Einsatz energiesparender Techniken und erneuerbaren Energien vielfach unverzichtbar sind. Für die bei einer nachhaltigen Entwicklung notwendigen Umgestaltung des Wärmemarktes ist eine erhebliche Ausweitung des heutigen Nah- und Fernwärmeanteils eine unverzichtbare Voraussetzung. Es wird gezeigt, dass der in Nachhaltigkeitsszenarien bis zum Jahr 2050 anzusetzende Ausbau der Nahwärme strukturell und wirtschaftlich möglich ist. Damit ist eine hervorragende Perspektive für eine zunehmende Verbreitung von Nahwärme aufgezeigt.

1. Einleitung

Sowohl die drohende Klimaveränderung als auch die knapper werdenden fossilen Energievorräte erfordern einen Umbau des heutigen Energiesystems. Rationelle Energienutzung, verbesserte Wärmedämmung, Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und erneuerbare Energien werden dabei eine wichtige Rolle spielen.

Schon heute gibt es im deutschen Strommarkt bereits aus Sicht des Klimaschutzes und der Ressourcenschonung zukunftsweisende Entwicklungen. Insbesondere die Windkraft konnte innerhalb kurzer Zeit einen energiewirtschaftlich relevanten Anteil am Strommix erreichen. Im Wärmemarkt war bisher die Entwicklung weniger dynamisch. Nahwärme kann in erheblichem Umfang dazu beitragen, dieses Defizit zu beseitigen und die Strukturen für eine zukünftig nachhaltige Wärmeversorgung zu schaffen.

Nahwärme weist eine Reihe von Vorteilen auf, welche sie für eine nachhaltige Wärmeversorgung nahezu unverzichtbar macht.

2. Die Vorteile der Nahwärme

Die technisch-ökonomischen Vorteile von Nahwärme folgen aus der Zusammenfassung mehrerer Wärmeverbraucher zu einem Großabnehmer. Dadurch können Techniken der Wärmeerzeugung eingesetzt werden, welche für kleine Verbraucher entweder zu teuer oder technisch kaum realisierbar wären. Die Vorteile der Nahwärme zeigen sich bei der Nutzung von KWK, beim Einsatz von erneuerbaren Energien, bei der Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Randbedingungen und im Komfort.

KWK und Abwärmenutzung

Fossile Brennstoffe werden mit den geringsten Schadstoffemissionen und den höchsten Wirkungsgraden in Großkraftwerken in Strom umgewandelt. Die dabei anfallende große Menge an Abwärme kann nur genutzt werden, wenn sie durch Leitungen zu den Verbrauchern im weiteren Umkreis geführt wird. BHKW können zwar so klein gebaut werden, dass sie sich auch für die Versorgung einzelner Objekte bis hinunter zu mittleren Mehrfamilienhäusern eignen. Aber auch hier ist es günstiger, wenn mehrer Verbraucher aus einem größeren BHKW versorgt werden können, welches erstens einen höheren elektrischen Wirkungsgrad und zweitens geringere Kosten aufweist. Auch die Nutzung größerer Abwärmemengen aus industriellen Prozessen ist häufig ohne Nahwärme nicht möglich.

Erneuerbare Energien

Für die umfassende Nutzung der für den Wärmemarkt relevanten erneuerbaren Energien Biomasse, solare Wärme und Geothermie ist die Nahwärme mindestens ebenso wichtig wie für die KWK:

- **Biomasse**

1. Problematische Brennstoffe wie Stroh oder Rinde können nur in großen Anlagen mit vertretbarem Aufwand für die Abgasreinigung genutzt werden.
2. Auch die bei der heutigen Heizkesseltechnik ökologisch unproblematischen Verbrennung von trockenem Holz haben große Feuerungen den Vorteil, dass der Aufwand für die Aufbereitung des Brennstoffs geringer ausfallen kann als bei Kleinanlagen (Hack-schnitzel statt Pellets).
3. KWK ist auch bei der Nutzung von Biomasse als Brennstoff technisch möglich und ökologisch vorteilhaft. Aber mit festen Brennstoffen betriebene KWK-Anlagen müssen nach dem heutigen Stand der Technik sehr groß gebaut werden (einige MW elektrische Leistung), um wirtschaftlich arbeiten zu können.

- **Solare Wärme**

Die heute üblichen Solaranlagen erzeugen Warmwasser für einzelne Gebäude. Manchmal wird noch ein kleiner Teil des Raumwärmebedarfs in den Übergangszeiten Frühling und Herbst solar erzeugt. Große Beiträge zum Wärmemarkt kann Sonnenenergie nur dann liefern, wenn im Sommer gesammelte Wärme bis in den Winter gespeichert wird. Dies ist mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nur mit großen, saisonalen Wärmespeichern möglich, aus welchen eine ganze Siedlung versorgt wird.

- **Geothermie**

1. Die Hauptkosten einer Geothermieanlage werden durch die Bohrungen verursacht, welche mehr als 2 000 m in die Tiefe reichen. Lohnend kann dies nur werden, wenn große Mengen Wärme an die Erdoberfläche transportiert werden können. Entsprechend groß muss der Wärmebedarf der Abnehmer sein. Ein einzelnes Wohnhaus reicht bei weitem nicht aus.
2. Mit Geothermie kann auch Strom erzeugt werden. Da hier nicht so hohe Temperaturen erzeugt werden können wie bei fossilen Feuerungen, ist der elektrische Wirkungsgrad der Geothermieanlagen vergleichsweise gering. Dafür fallen umso größere Mengen an Abwärme an, welche nur durch eine entsprechende Bündelung der Wärmeabnehmer genutzt werden können.

Zukunftsoffen und flexibel.

Nahwärme ist flexibel sowohl gegenüber den eingesetzten Brennstoffen als auch bei der Technikauswahl. Und dies nicht nur vor Baubeginn. Während sich der Austausch eines noch weitgehend neuen Kessels im Keller eines Einfamilienhauses fast nie lohnt, kann die Heizzentrale eines Nahwärmenetzes relativ kostengünstig an veränderte Rahmenbedingungen angepasst werden. So wurde die Wärmeerzeugung für das Netz der dänischen Gemeinde Løgstør durch einen sukzessiven Wechsel zwischen Kohle, Öl, Gas, Hackschnitzel, Stroh und einem Gas-BHKW an veränderte Brennstoffkosten und neue Steuerverordnungen angepasst. Diese Eigenschaft kann bei einer zukünftig möglicherweise ungesicherten Energieversorgung besonders wichtig werden. Man kann diese Flexibilität der Nahwärme treffend mit dem Wort „zukunftsoffen“ bezeichnen.

Komfort

Ein zusätzlicher Vorteil der Nahwärme besteht im Komfort für den Nutzer. Er muss sich nicht um die Brennstoffbeschaffung kümmern, er muss nicht dem Schornsteinfeger Zutritt zu seinem Haus verschaffen und auch der Wartungsaufwand für die Übergabestationen ist im Vergleich zu Feuerungen gering. Besonders die Bürger, welche eigene Erfahrungen mit diesem Komfort haben, wissen ihn auch zu schätzen.

Dass sich die aufgeführten Vorteile in einem Land mit hohem Nah- und Fernwärmeanteil auch tatsächlich einstellen, wird in Abschnitt 5 etwas ausführlicher belegt.

3. Nachhaltigkeitsszenarien

Die aufgeführten technischen Vorteile der Nahwärme zeigen sich besonders deutlich bei der Konzeption von zukünftigen Entwicklungen, welche die Belange des Klimaschutzes und der Ressourcenschonung berücksichtigen und dabei insbesondere fossile Brennstoffe einsparen müssen.

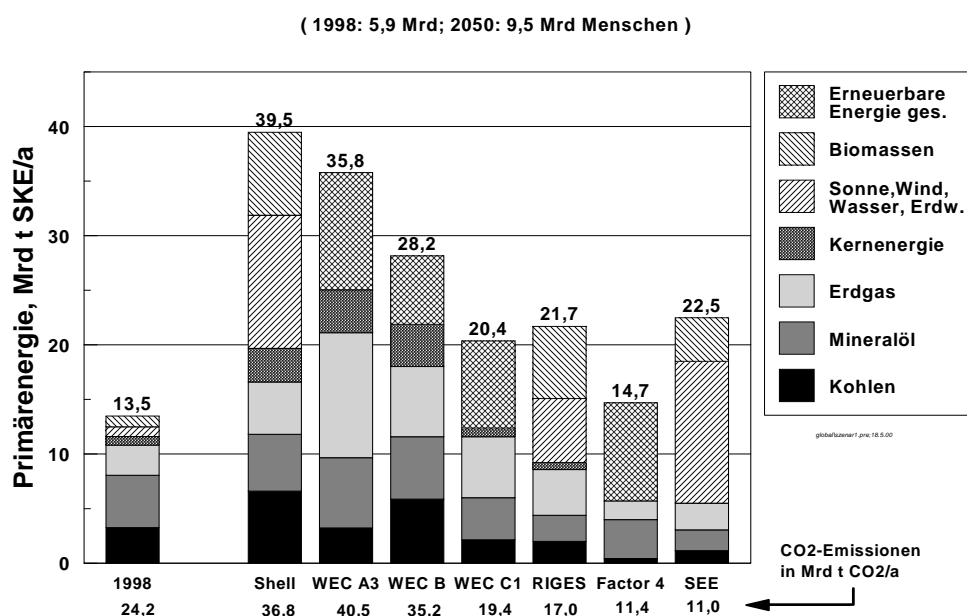


Abbildung 1: Verschiedene Szenarien des Weltenergieverbrauchs für das Jahr 2050 und Vergleich mit dem derzeitigen Verbrauch (Shell = Szenario „Nachhaltige Entwicklung“ (Shell 1995); WEC = Weltenergiekonferenz 1995; RIGES = „Renewable-intensive Global Energy Scenario“ (Johansson et al. 1993); „Factor 4“ = Wuppertal Institut; SEE = „Solar Energy Economy“)

Erneuerbare Energien aus Biomasse, Kollektorfeldern und Geothermie sind in der Lage, in großen Mengen fossile Brennstoff zu ersetzen, insbesondere dort, wo es um Beheizung geht. Mehrere Untersuchungen zeigen die Bandbreite der Möglichkeiten auf, in welcher erneuerbare Energien im globalen Maßstab genutzt werden können (**Abbildung 1**). Der größte Beitrag wird in einem Szenario von Shell ausgewiesen. In diesem Szenario wird allerdings das oben gesetzte Klimaschutzziel sehr deutlich

verfehlt, da der Energieverbrauch noch schneller wächst als der Beitrag der erneuerbaren Energien. Für eine nachhaltige Entwicklung müssen auch die Möglichkeiten eines sparsamen und effektiveren Umgangs mit Energie voll ausgeschöpft werden, wie dies etwa in dem ebenfalls in Abbildung 1 dargestellten vom DLR entwickelten Szenario SEE (**S**olar **E**nergy **E**conomy) vorausgesetzt wird [1].

Wie sich ein derartiges Szenario technisch verwirklichen lässt, kann für das Beispiel Deutschland konkret beschrieben werden. Die Anforderungen sind dabei sogar insofern schärfer, als die Industrieländer bis 2050 ihren CO₂-Ausstoß um 75% reduzieren müssen, damit auch den Ländern der dritten Welt ihr Recht auf industrielle Entwicklung zugestanden werden kann.

Für das Bundesministerium für Umwelt (BMU) wurden mögliche Entwicklungen des Energiesystems bis zum Jahr 2050 untersucht, mit welchen das Ziel einer Reduktion der CO₂-Emissionen um 40% bis 2020 und um 80% bis 2050 erfolgreich und volkswirtschaftlich vorteilhaft erreicht werden kann [1]. Eine dieser Entwicklungsmöglichkeiten wird durch das Nachhaltigkeitsszenario „NaturschutzPlus II“ beschrieben, bei welchem die deutschen CO₂-Emissionen von heute (2000) 835 auf 195 Mio. t/a im Jahr 2050 sinken. Auf dieses Szenario wird im folgenden Bezug genommen.

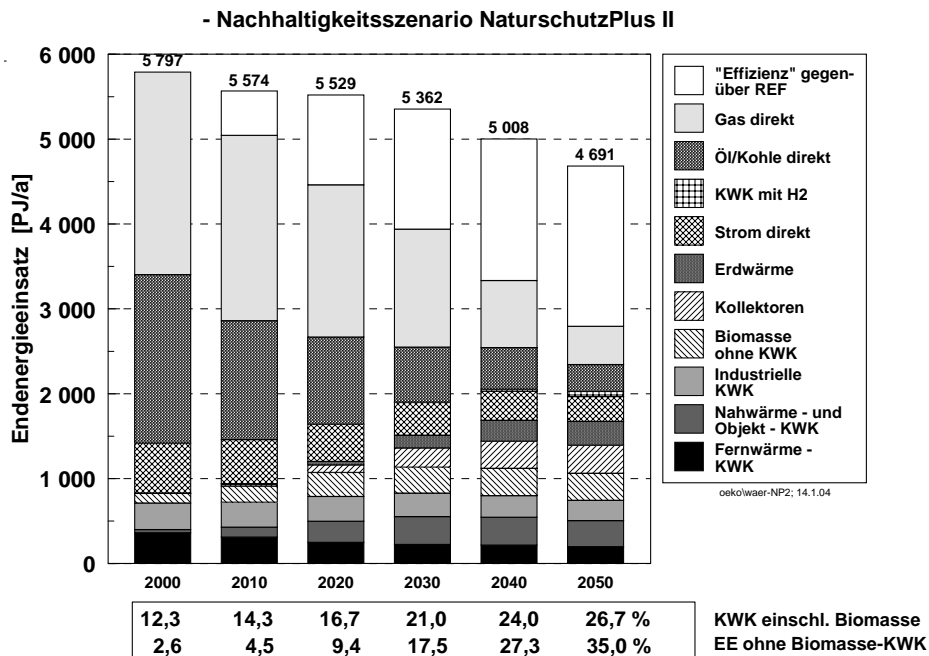


Abbildung 2: Strukturveränderungen im Wärmemarkt im Nachhaltigkeitsszenario infolge Gebäudesanierung und weiterer Effizienzmaßnahmen, sowie dem Ausbau der KWK und der erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2050.

Abbildung 2 zeigt für dieses Szenario die mögliche Entwicklung im deutschen Wärmemarkt bis 2050. Der Beitrag der erneuerbaren Energien kann bis zu diesem Zeitpunkt auf einen Anteil von 42% (einschl. der in der Abbildung der KWK zugeordneten Biomasse-KWK) an dem gegenüber heute halbierten Wärmebedarf ansteigen.

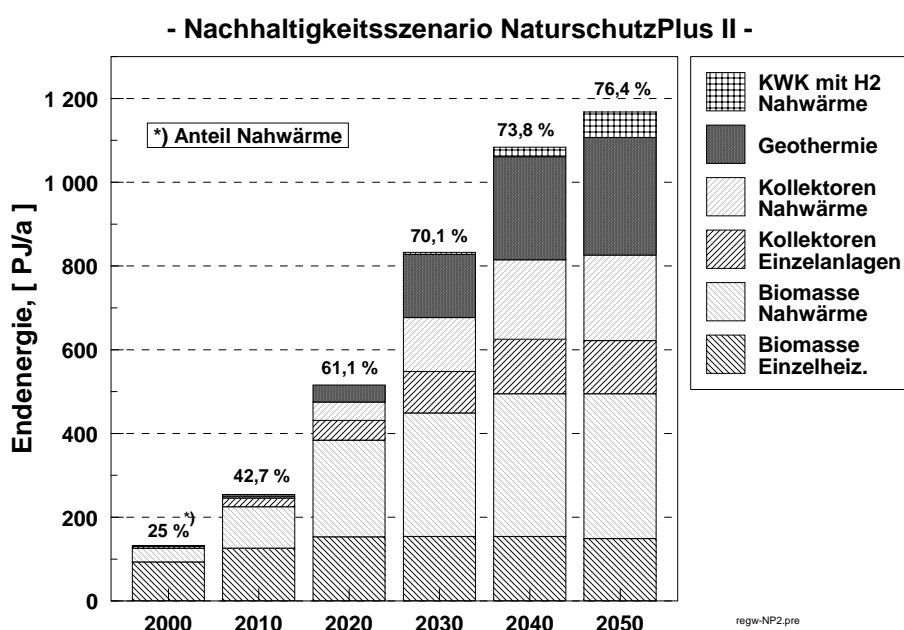


Abbildung 3: Entwicklung der Beiträge erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Nachhaltigkeitsszenario mit Angabe der über Nahwärmeversorgungen bereitzustellenden Anteile.

Sowohl die Bedeutung der KWK und erst recht die der heute im Wärmemarkt noch nahezu vernachlässigbaren erneuerbaren Energien nehmen bis 2050 stark zu. Dies ist aus den bereits angeführten Gründen mit einer starken Zunahme bei den Nahwärmeversorgungen verbunden. Die aus den erneuerbaren Energien bereitgestellte Wärmemenge wird zu 76% über Nahwärmenetze verteilt (**Abbildung 3**). Der Anteil der Wärme aus BHKW, welcher über Wärmenetze verteilt wird, ist in dem Szenario nicht fest vorgegeben. Er hängt davon ab, ob kleine Brennstoffzellen im Heizungskeller oder größere (Motor-)BHKW, deren Wärme über Netze verteilt wird, den zukünftigen Markt für die Objekt-KWK dominieren werden. Insgesamt liegt der Anteil der Nah- und Fernwärme am gesamten

Wärmemarkt bei etwa 40%. Da aber im Bereich des industriellen Prozesswärmebedarfs¹ aufgrund der meist hohen Temperaturanforderungen nur ein geringer Teil aus Nahwärme gedeckt werden kann, ist er im Bereich von Raumwärme und Warmwasser umso höher. Je nach Ausgestaltung des Ausbaus der BHKW liegt dieser Anteil zwischen 62% und 76%. Dieser Zuwachs setzt im Vergleich zum heutigen etwa 13 %igen Anteil von Nah- und Fernwärme am Endenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasser einen sehr starken Eingriff in die Beheizungsstruktur voraus. Im nächsten Abschnitt wird aufgezeigt, dass die siedlungsstrukturellen Randbedingungen derartige Änderungen in Deutschland erlauben. Im übernächsten Abschnitt wird an einem Beispiel gezeigt, dass die Realisierung eines hohen Nahwärmeanteils schon heute in der Praxis möglich ist.

¶

¶

4. Siedlungsstrukturelles Nahwärmepotenzial

Die Wärmedichte eines Siedlungsgebietes, also der Wärmebedarf der Gebäude innerhalb dieses Gebietes geteilt durch die Gebietsfläche, ist ein entscheidender Faktor um abschätzen zu können, ob die siedlungsstrukturellen Randbedingungen für eine Nahwärmeversorgung gegeben sind. Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Bestimmung dieser Wärmedichte.

Durch Kartenarbeit ist es möglich, zwischen verschiedenen Bebauungsstrukturen oder Siedlungstypen (z.B. zwischen Ein- und Mehrfamilienhausgebieten) zu unterscheiden. Für diese Siedlungstypen liegen Literaturwerte für die Wärmedichten vor. Mit dieser Methode ist ein erheblicher Arbeitsaufwand verbunden, wenn die benötigten Flächendaten nicht bereits in einem geographischen Informationssystem vorliegen.

Eine andere Methode ist, den Wärmebedarf gemeindeweise mit Hilfe der amtliche erhobenen Wohnfläche in Ein-, Zwei-, oder Mehrfamilienhäusern zu ermitteln. Der zugehörige Wärmebedarf in Nicht-Wohngebäuden kann über die ebenfalls gemeindeweise erhobene Anzahl der versicherungspflichtig Beschäftigten abgeschätzt werden. Die zugehörigen Siedlungsflächen ergeben sich aus den Gebäude- und Freiflächen, welche in den meisten Bundesländern ebenfalls gemeindeweise erhoben werden. Aus diesen Daten kann für jede Gemeinde eine mittlere Wärmedichte abgeleitet werden, wobei zur Erhöhung der Genauigkeit noch Korrekturfaktoren berücksichtigt werden (für Verkehrsflächen innerorts, für den Anteil unbebauter Grundstücke und für landwirtschaftlich geprägte Gemeinden, wo am Ortsrand und im Außenbereich große aber für Nah-

¹ dazu gehören z.B. Pfandflaschenreinigung oder Hochöfen.

wärme irrelevante Gebäude- und Freiflächen vorhanden sind). Ein Ergebnis dieser Methode ist die in **Abbildung 4** dargestellte Wärmedichte der 1 111 Gemeinden Baden-Württembergs. Für die Darstellung wurden die Gemeinden nach fallender Wärmedichte sortiert und für jede Gemeinde jeweils die Summe des Wärmebedarfs der Gemeinden mit höherer Wärmedichte gebildet (kumulierter Wärmebedarf bis zur jeweiligen Wärmedichte). Erwartungsgemäß ergeben sich für die Städte, welche bereits über ausgedehnte Fernwärmenetze verfügen, hohe Wärmedichten um 900 MWh/(ha*a), für die Landgemeinden liegen die Wärmedichten dagegen im Bereich zwischen 250 und 400 MWh/(ha*a).

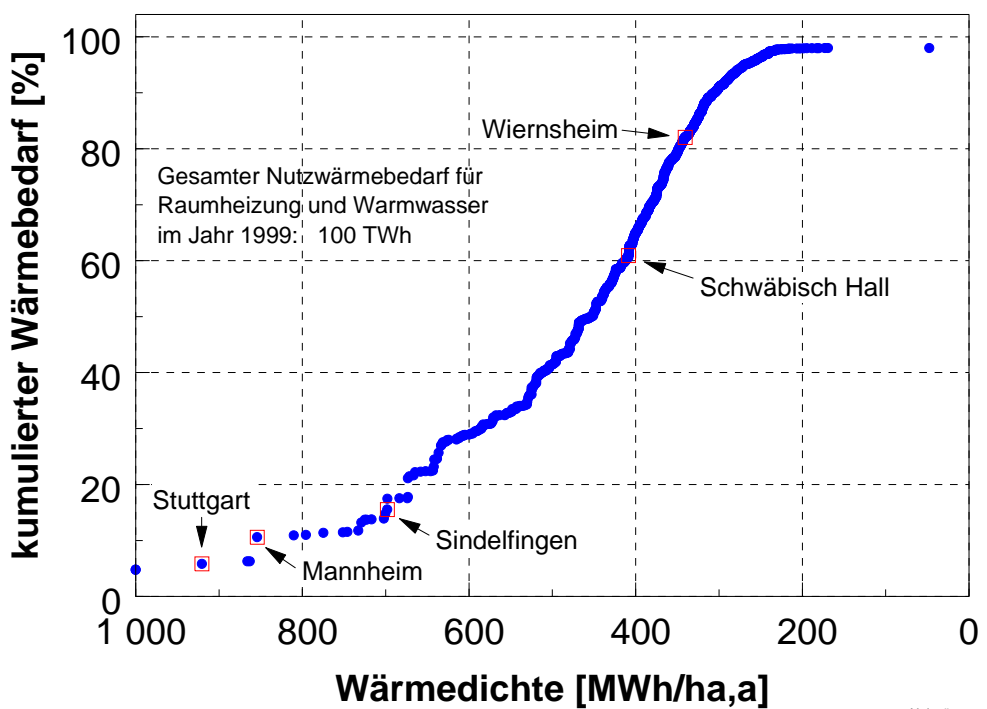


Abbildung 4: Kumulierter Nutzwärmebedarf für Raumheizung und Warmwasser in den 1 111 Gemeinden Baden-Württembergs in Abhängigkeit von der Wärmedichte [2].

Keine Gemeinde wird vollständig für die Nah- oder Fernwärme erschlossen werden. Insofern kann Abbildung 4 nur einen ersten Anhaltspunkt für das Nahwärmepotenzial einer Gemeinde liefern. Genauere Untersuchungen mit höherer Auflösung müssen folgen. Dies wurde für eine Landgemeinde durchgeführt [3]. Dazu wurde das Siedlungsgebiet der Gemeinde in 31 Gebiete mit einheitlicher Bebauungsstruktur aufgeteilt. Für jedes dieser Gebiete wurden Anzahl, Art und Baualter der Gebäude und hieraus der Wärmebedarf ermittelt. Außerdem wurde für diese Gebiete jeweils ein Nahwärmenetz ausgelegt. Ergebnis war der Wärmebe-

darf in jedem dieser Gebiete sowie der zugehörige Wärmeverlust des Nahwärmenetzes. Hieraus kann das technische Nahwärmepotenzial der Gemeinde in Abhängigkeit von den maximal tolerierten Wärmeverlusten ermittelt werden. **Abbildung 5** zeigt, dass 86% des gesamten Wärmebedarfs der Gemeinde in Gebieten anfällt, in denen die Netzverluste jeweils unter 20% liegen. Der mittlere Netzverlust dieser Gebiete liegt bei 15%. Eine zukünftige Verbesserung der Wärmedämmung und der (geringe) Effekt der Schließung von Baulücken ist dabei bereits berücksichtigt. Vorausgesetzt ist jeweils ein idealer Anschlussgrad von 100%.

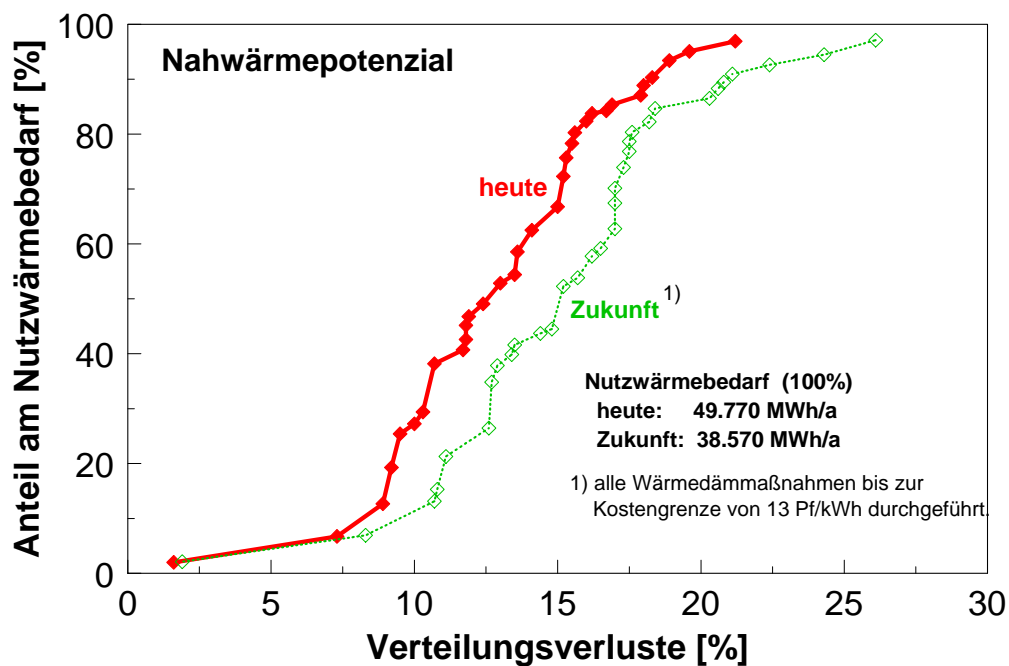


Abbildung 5: Kumuliertes Nahwärmepotenzial einer Landgemeinde (Wiernsheim) in Abhängigkeit von den akzeptierten Verteilverlusten [3].

Trotz der vergleichsweise geringen mittleren Wärmedichte der Landgemeinde können 86% des Wärmebedarfs bei vertretbaren Netzverlusten für die Nahwärme erschlossen werden. Für das ganze Land Baden-Württemberg kann mit einem Nah- und Fernwärmepotenzial von über 90% gerechnet werden. Dieses Ergebnis wird auch durch frühere Untersuchungen im Rhein-Neckar-Raum unterstützt [4]. Das Ergebnis kann auf ganz Deutschland² übertragen werden, da dort die Bebauungsdichten ähnlich sind wie in Baden-Württemberg. Die Analyse der Siedlungsstruktur Deutschlands zeigt somit, dass der in den Nachhaltigkeitsszenarien

² Eine detaillierte Berechnung ist derzeit schon deshalb nicht möglich, weil die Gebäude- und Freiflächen in den neuen Bundesländern bisher nur unvollständig erfasst sind.

vorausgesetzt starke Ausbau von Nahwärmenetzen siedlungsstrukturell unproblematisch ist.

5. Vergleich des zukünftigen deutschen Wärmemarkts mit dem heutigen in Dänemark

Dass der in den Nachhaltigkeitsszenarien geforderte Ausbau der Nah- und Fernwärme auch in der Praxis und sogar unter siedlungsstrukturell ungünstigeren Randbedingungen möglich ist, zeigt das Beispiel Dänemarks.

Dänemark ist weniger dicht besiedelt als Deutschland. Es weist die halbe Bevölkerungsdichte auf. Dieses größere Flächenangebot setzt sich bis in die Bebauungsdichten fort. **Tabelle 1** zeigt einen Vergleich der Siedlungsdichten in Dänemark und Deutschland (am Beispiel Baden-Württembergs).

Tabelle 1: Vergleich der Siedlungsstruktur in Deutschland (Baden-Württemberg) und Dänemark [5,6].

	Einheit	Dänemark	Baden-Württemberg
Einwohner	Mio.	5,4 Mio.	10,7 Mio.
Gebäude- und Freifläche	km ²	3 155	2 500
Quotient	1/km ²	1 711	4 264

Trotz dieser für Fernwärme vergleichsweise ungünstigen Bebauungsdichten sind in Dänemark 60% aller Wohnungen mit Fernwärme beheizt, mit weiter zunehmender Tendenz [7]. Das dänische Fernwärmenetz ist mit einer Länge von 23 900 km um etwa 30% größer als das deutsche. Die Netzeinspeisung beträgt mit 31,2 TWh aber im Vergleich zu Deutschland nur 1/10 [8]. Trotz einer geringeren Netztemperatur sind daher die Wärmeverluste in Dänemark deutlich höher als in Deutschland. Sie werden pauschal mit 20% angegeben [7].

Die Vorteile von Nah- und Fernwärme für den Einsatz von erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) kommen in der Struktur des dänischen Wärmemarktes deutlich zum Ausdruck (**Abbildung 6**):

- Schon heute hat die Fern- und Nahwärme einen Anteil von 48% am Endenergiemarkt für Raumwärme³.

³ Der Energiebedarf für Warmwasser ist in der dänischen Statistik unter Raumwärme subsummiert.

- 38% der Fernwärme werden aus erneuerbaren Energien bereitgestellt (einschl. Müllverbrennung).
- 83% der Fern- und Nahwärme werden in (teilweise mit erneuerbaren Energien betriebenen) KWK-Anlagen erzeugt.
- Nur noch weniger als 4% der Fern- und Nahwärme werden aus fossil gefeuerten Heizwerken (also ohne Nutzung von KWK oder erneuerbaren Energien) bereitgestellt.

Die Tendenz ist weiter steigend sowohl beim Fern- und Nahwärmeanteil als auch bei den Anteilen von erneuerbaren Energien und KWK.

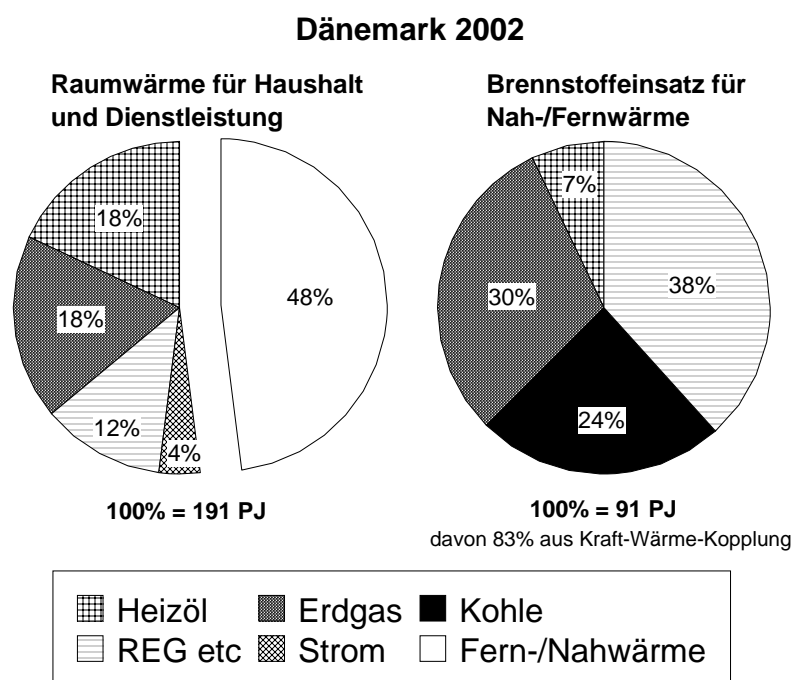
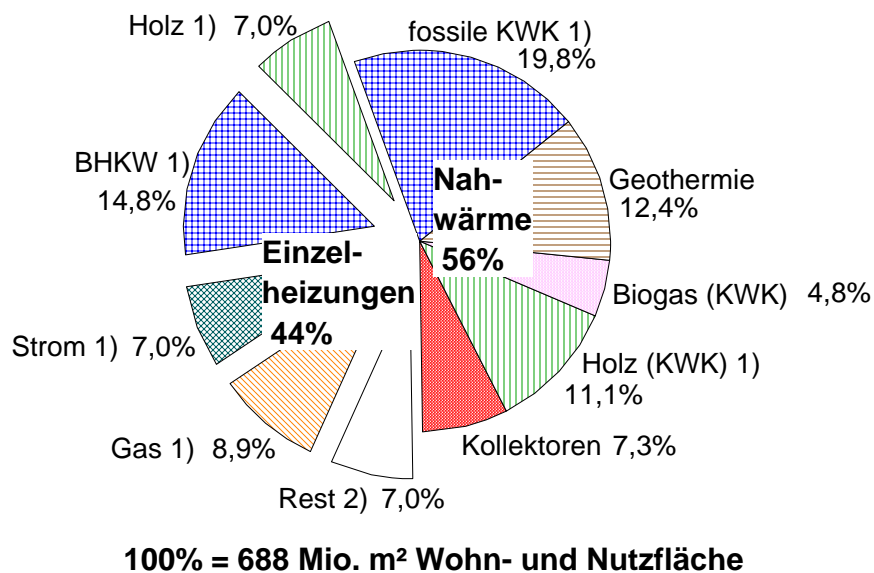


Abbildung 6: Beheizungsstruktur nach Energieträgern und Brennstoffeinsatz für Fernwärme in Dänemark⁴, REG = Erneuerbare Energien.

In Deutschland können sich ähnliche Beheizungsstrukturen wie in Dänemark nur langsam einstellen. Eine nachhaltige Beheizungsstruktur für das Jahr 2050 zeigt **Abbildung 7**. Deutlich mehr als die Hälfte der beheizten Fläche in Wohn- und Nichtwohngebäuden werden über Fern- und Nahwärmenetze versorgt. Der größte Teil der eingespeisten Wärme wird dabei durch die erneuerbaren Energien Geothermie, Biogas, Holz und

⁴ Ohne Industrie und Landwirtschaft (dortiger Fernwärmeverbrauch 10 PJ). Bei der Aufteilung der in KWK-Anlagen genutzten Brennstoffmengen auf die Strom- und Wärmeerzeugung wird in der dänischen Statistik der Wärmeseite die Hälfte der ausgekoppelten Wärmemenge als Brennstoffbedarf zugeordnet.

Kollektoren bereitgestellt. Die weiterhin aus Einzelheizungen versorgten Verbraucher verfügen wenigstens über eine Kollektoranlage, welche 20% des Wärmebedarfs solar deckt. Nur 7% der Verbraucher nutzt weder Nahwärme, BHKW oder erneuerbare Energien.



1) Anlage mit solarer Heizungsunterstützung

2) Einzelgebäude ohne Solaranlagen

BhgzStr.pre

Abbildung 7: Beispiel für eine nachhaltige Beheizungsstruktur in Deutschland im Jahr 2050⁵ [2].

6. Verlegekosten

Für einen erfolgreichen Ausbau der Nahwärme in Deutschland spielen natürlich die Kosten eine entscheidende Rolle.

Derzeit findet nur ein geringer Zubau bei den Fernwärmenetzen in Deutschland statt. In den letzten Jahren wurden im Mittel etwa 150 km/a zugebaut, entsprechend einer Vergrößerung Netzlänge um jährlich 1% [9]. Diese Ausbaugeschwindigkeit ist viel zu gering, um die in Abschnitt 3 beschriebenen Ausbauziele zu erreichen.

⁵ Diese Grafik ist das Ergebnis einer Untersuchung für das Land Baden-Württemberg. Sie kann aber sinngemäß auf ganz Deutschland übertragen werden.

Die entscheidendste Kostenkomponente bei Nahwärmeversorgungen sind die Aufwendungen für die Herstellung des Wärmeverteilnetzes. Dies trifft umso mehr zu, wenn wie in dem dargestellten Nachhaltigkeitsszenario vorausgesetzt, auch Gebiete mit geringeren Wärmedichten als bisher in Deutschland üblich erschlossen werden sollen.

Es ist seit langem bekannt, dass bei ausgeschriebenen und abgerechneten Nah- und Fernwärmeprojekten bei den Verlegekosten starke Kostenspreuungen zu beobachten sind [10]. Typisch sind Kostendifferenzen je m Trasse um den Faktor zwei bis drei bei ähnlichen Vorhaben, ohne dass klar erkennbare Ursachen nachgewiesen werden können. Dies deutet auf bisher unausgeschöpfte Möglichkeiten zu Kostendegressionen hin. Ebenfalls seit langem bekannt ist, dass die dänischen Verlegekosten typischerweise um den Faktor drei günstiger sind als in Deutschland [11,12].

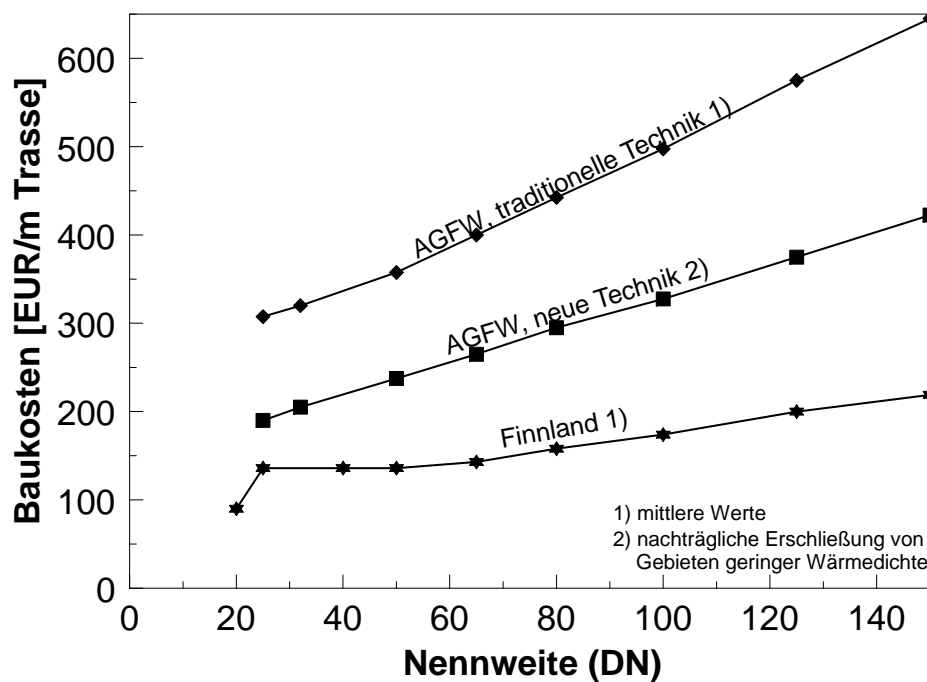


Abbildung 8: Vergleich der Baukosten für Fernwärmeleitungen in Deutschland und Finnland.

In einem von der AGFW organisierten Forschungsprojekt wurden von deutschen Fernwärmeversorgern die technischen Möglichkeiten für eine kostengünstigere Verlegung untersucht [13]. Die nachweisbaren Verbesserungsmöglichkeiten bewegten sich in einem Band von ca. 40 bis 50%. **Abbildung 8** zeigt die deutschen Kosten im Vergleich mit aktuell veröffentlichte Verlegekosten aus Finnland [14], welche wie die dänischen zu den europaweit günstigsten zählen. Gegenüber den traditionellen deut-

schen Kosten wird in Finnland um einen Faktor drei günstiger gebaut, im Vergleich zu dem von der AGFW nachgewiesenen Möglichkeiten immer noch um einen Faktor zwei. Dieser Unterschied ist für eine Ausdehnung von Nahwärmeversorgungen auf Gebiete mit überwiegender Einfamilienhausbebauung entscheidend. Bei einer mittleren Trassenlänge von 20 m zwischen benachbarten Gebäuden (Unterverteilung einschl. Hausanschluss) liegen in diesen Gebieten die deutschen Verlegekosten je Haus noch über den Kosten für den Austausch eines alten Ölkessels, beim Ansatz der skandinavischen Kosten aber deutlich darunter. Schlüssige und quantitativ nachvollziehbare Erklärungen, warum die skandinavischen Verlegekosten deutlich geringer ausfallen als in Deutschland fehlen bis heute. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass bei zunehmendem Bauvolumen auch in Deutschland wenigstens die von der AGFW nachgewiesenen Möglichkeiten zur Kostenreduktion auch tatsächlich realisiert werden.

Günstige Verlegekosten schlagen sich in günstigen Tarifen nieder. In Dänemark sind zudem die Tarife so gestaltet, dass keine hohen Baukostenzuschüsse verlangt, sondern diese Kosten auf den Wärmepreis umgelegt werden (**Abbildung 9**). Dadurch ergibt sich häufig schon im ersten Jahr nach dem Anschluss an das Netz eine Ersparnis gegenüber den bisherigen Heizkosten, z.B. im Vergleich zur Ölrechnung (welche aufgrund der dänischen Brennstoffabgaben vergleichsweise hoch ist). Dies erleichtert natürlich in Dänemark die Akquisitionsarbeit und führt zu anfänglichen Anschlussgraden von über 80%.

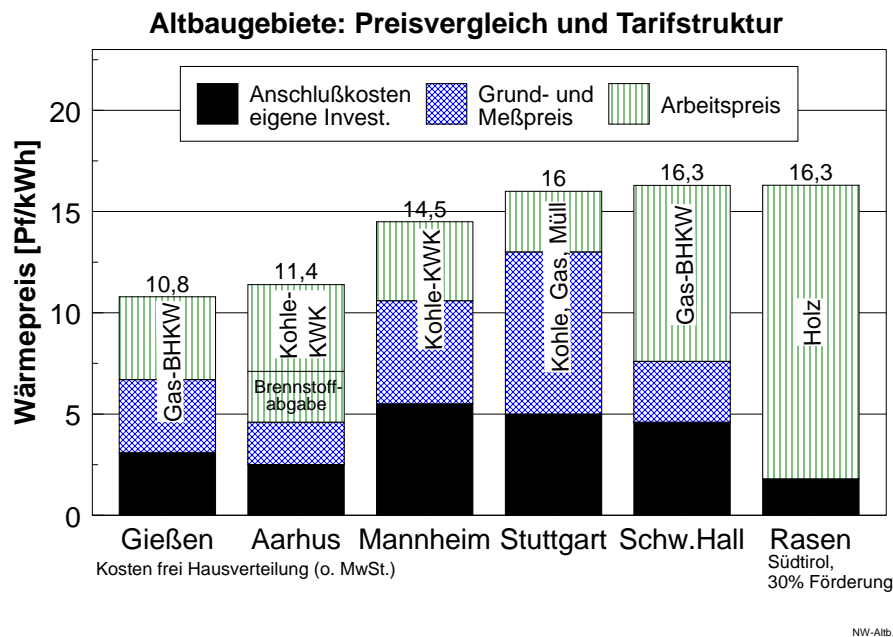


Abbildung 9: Preisvergleich und Tarifstruktur für Fern- und Nahwärme in verschiedenen Altbaugebieten (Jahreswärmeabnahme jeweils 20 MWh) [15].

In Deutschland sind die Randbedingungen für Nahwärme am günstigsten in Neubaugebieten. Entscheidend ist hier, dass in den heute typischen Neubaugebieten mit kleinen Grundstücken die Leitungslänge zwischen den Gebäuden so kurz ist, dass sie mit geringeren Investitionskosten als ein Heizkessel installiert werden können [16]. Der geringere Wärmeabsatz in den gut gedämmten Neubauten spielt bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung nur eine untergeordnete Rolle.

7. Akzeptanz und sonstige Hemmnisse

Eine weitere wichtige Randbedingung beim Ausbau der Nahwärme ist deren Akzeptanz bei der Bevölkerung. Da kostengünstige Nahwärmeverfassungen nur mit hohen Anschlussgraden erreichbar sind, ist diese Randbedingung beim Ausbau der Nahwärme besonders wichtig.

In Dänemark nimmt der Wert eines Gebäudes zu, wenn es an die Fernwärme angeschlossen wird. Entsprechend hoch ist die Akzeptanz. In Deutschland ist die Zustimmung zu Fernwärme regional stark unterschiedlich. Nach einer Umfrage der Gaswirtschaft [17] bevorzugen bei

freier Wahl die westlichen Bundesländer Erdgas mit großem Abstand vor Fernwärme und Heizöl. Im Osten liegt dagegen die Fernwärme knapp vor dem Erdgas, wobei die Befragten im Unterschied zu den mit Fernwärme weniger vertrauten Bürgern im Westen besonders den Komfort der Fernwärme hervorheben.

Die Befragungsergebnisse lassen erkennen, dass durch zusätzliche Wissensvermittlung die Akzeptanz der Fern- und Nahwärme auch im Westen angehoben werden kann. Über diesbezügliche Ansätze wird auf dieser Tagung an anderer Stelle ausführlicher berichtet⁶.

Bei größeren Strukturänderungen gibt es neben Gewinnern auch immer Verlierer. Der Anteil von Fern- und Nahwärme am Heizungsmarkt kann nur zu Lasten anderer Marktteilnehmer wachsen. Auf den ersten Blick scheinen hier die Gasversorger besonders betroffen, da sie ihren Markt ebenfalls in Gebieten mit hoher Wärmedichte suchen. Aber in den Nachhaltigkeitsszenarien wächst der Anteil des Gases am Primärenergiemix der Zukunft im Unterschied zu den übrigen fossilen Energieträgern trotz des starken Ausbaus der Nahwärmeversorgungen noch an, da aufgrund der auf CO₂-Minderung ausgerichteten Zielsetzung der Gaseinsatz in effizienten GuD-Kraftwerken und lokalen BHKW-Anlagen zunimmt.

Nahwärme ist mehr als andere Heizungsarten auf Konsens angewiesen. So können Hausbesitzer sich unabhängig von der Haltung ihrer Nachbarn für Öl- oder Stromheizungen entscheiden. Bei Nahwärme ist eine derartige isolierte Entscheidung nicht möglich. In Gebieten, in welchen Nahwärme eingeführt werden soll, sollte dies im Sinne eines effektiven Mitteleinsatzes möglichst rasch und vollständig geschehen. Dieses marktwirtschaftliche Hemmnis zu Lasten der Nahwärme sollte (ähnlich wie bei der Wasserver- und -entsorgung) auch bei gesetzgeberischen Aktivitäten berücksichtigt werden (z.B. Anschlusspflicht). In Dänemark wurden potenzielle Konflikte zwischen Gas- und Fernwärmeversorgern entschärft, indem vorab von den Kommunen in Abstimmung mit den übergeordneten Behörden festgelegt wurde, wo mit Gas und wo mit Fernwärme versorgt wird.

8. Zusammenfassung

Nachhaltige Entwicklung wird neben rationeller Energienutzung und verbesserter Wärmedämmung nicht auf erneuerbare Energien und KWK verzichten können. Im Wärmemarkt ist dies im erforderlichen Maße nur

⁶ H. Böhnisch: Grüne Nahwärme im Gebäudebestand.

durch den vermehrten Bau von Nahwärmenetzen möglich. Heute werden in Deutschland erst 12,4% der Wohnungen mit Nah- oder Fernwärme beheizt [18]. Dieser Anteil muss ganz erheblich ausgebaut werden. Dass dies strukturell möglich ist, zeigen sowohl die Untersuchungen zur Siedlungsstruktur in Deutschland als auch ein Vergleich mit Dänemark, wo trotz strukturell ungünstigerer Randbedingungen bereits heute 60% der Wohnungen über Wärmeleitungen beheizt werden.

Dass ein Ausbau der Nahwärme ohne zusätzliche Kosten gegenüber den heute vorherrschenden Kesseln und Thermen in jedem Haus möglich ist, zeigt ebenfalls das Beispiel der skandinavischen Länder. Aber auch in Deutschland kann mit zunehmender Erfahrung und wachsendem Bauvolumen mit einer Angleichung an die günstigen Kosten in anderen Ländern gerechnet werden. Erste mögliche Schritte in dieser Richtung wurden bereits durch Forschungsvorhaben der AGFW nachgewiesen.

Die Akzeptanz für Fernwärme ist in Deutschland regional stark unterschiedlich und insbesondere in den alten Bundesländern noch zu gering. Für Nahwärme kann bereits heute mit günstigeren Einstellungen in der Bevölkerung gerechnet werden.

Hemmend wirkt sich das Beharrungsvermögen der bestehenden (Beheizungs-)Strukturen aus. Wirtschaftliche Partikularinteressen spielen dabei eine wichtige Rolle. Die Suche nach einem Interessenausgleich erleichtert die Überwindung dieser Hemmnisse. So kann bei Umstellung eines bisher gasversorgten Gebietes auf Nahwärme der Gasabsatz sogar steigen, wenn das Nahwärmenetz aus einem Gas-BHKW mit Wärme versorgt wird.

Der Nutzen für Umwelt-, Klima- und Ressourcenschonung durch einen Ausbau der Nahwärmeversorgungen ist groß. Das Potenzial ist sehr hoch. Die Hemmnisse, die einem Ausbau entgegenstehen, sind mehr soziologisch/ökonomischer als technisch/struktureller Art. Sie können überwunden werden. Aber der Weg dahin ist nicht einfach, voraussichtlich langwierig und ohne politische Unterstützung kaum zu meistern.

9. Literatur

- [1] J. Nitsch u.a.: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland, Forschungsvorhaben von DLR, ifeu und Wuppertal Institut im Auftrag des BMU, FKZ 90141803,

- und Wuppertal Institut im Auftrag des BMU, FKZ 90141803, März 2004; www.dlr.de/TT/system.
- [2] J. Nitsch u.a.: Struktur und Entwicklung der zukünftigen Stromversorgung Baden-Württembergs. Untersuchung von DLR, ISI, ZSW im Auftrag des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg, Stuttgart 2002; www.dlr.de/TT/system.
- [3] H. Böhnisch, M. Nast, A. Stuble: Schadstoffminderung im Städtebau - Modellvorhaben dörfliche Bebauung Wiernsheim. Örtliche und regionale Energieversorgungssystemwerte Band 36, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn 1998.
- [4] H.P. Winkens: Untersuchung einer zum Heizöl alternativen Energiebedarfsdeckung (Versorgungskonzept) für den Rhein-Neckar-Raum. Forschungsbericht BMFT-ET-5286-A, Mannheim 1984.
- [5] Statistisches Jahrbuch Deutschland 2003.
- [6] Statistical Yearbook 2004, Denmark; www.dst.dk/yearbook.
- [7] Danish Energy Authority: Energy Statistics 2002; www.ens.dk.
- [8] "District Heating Statistics 1999". Yearbook EuroHeat and Power, pp 6-7.
- [9] K. Schmitz: Hauptbericht der Fernwärmeversorgung 2002. EuroHeat and Power **33** (2004), Heft 1-2, S. 24-31.
- [10] K. Bauer: Kosten- und Kostensenkungspotentiale in der Fernwärmeversorgung, Tagungsbericht BMFT/AGFW. Statusseminar 1993, Rostock-Warnemünde 1993.
- [11] H.P. Winkens: „Fernwärmeversorgung – Ein Vergleich zwischen Dänemark und der Bundesrepublik Deutschland“. 3 R international, Heft 9, November 1988.
- [12] J. Nitsch u.a.: Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland, Untersuchung von Wuppertal Institut und DLR im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin 2002, www.dlr.de/TT/system.
- [13] F.-G. Witterhold u.a.: Neuartige Wärmeverteilung. Schlußbericht im Auftrag des BMBF. Arbeitsgemeinschaft Fernwärme e.V., Frankfurt 1997.
- [14] V.-P. Sirola: Construction Costs and other DH Pipeline Statistics of Finland. EuroHeat & Power II/2004, pp 62-67.
- [15] M. Nast und H. Böhnisch: Entwicklung und Umsetzung eines Kommunikationskonzepts als Anshub zur Nahwärmeversorgung

in Landgemeinden. Vom Life-Programm der EU gefördertes Vorhaben von ZSW und DLR, Stuttgart, März 2001; www.dlr.de/TT/system.

- [16] M. Nast: Die Konkurrenzfähigkeit von Nahwärmesystemen in Neubaugebieten. EuroHeat & Power **25** (1996), Heft 7/8, S. 425-430.
- [17] EMNID-Umfrage: Aussagen zur Heizenergie - Mehrthemenbefragung. Im Auftrag des BGW, März 2004.
- [18] „Strategie und Kennzahlen 2004“. Herausgegeben von der e-on AG, www.eon-ag.com.