

## Zukünftige Wärmeversorgung von Gebäuden

# Nah- und Fernwärme: Aus- oder Rückbau?



## KOMPAKT INFORMIEREN

Die aktuelle Gesetzgebung zur Energiewende war nur ein erster Schritt. Die nächsten Jahre werden Diskussionen zu richtigen Wegen prägen. Energieeinsparung, Effizienzsteigerung und regenerative Energien werden bei der Realisierung die tragenden Säulen sein.

Energiesysteme, die heute und in Zukunft geplant und realisiert werden, müssen in ihrer Gesamtwirkung bilanziert werden, und anhand der vorgezeichneten Entwicklungen während ihrer Refinanzierungszeit und technischen Lebensdauer bewertet werden.

Vor dem Ausbau von Nah- und Fernwärme muss zunächst beantwortet werden, mit welchen Energieträgern er künftig beschickt werden soll und ob diese Energieträger nicht ohne ein Wärmenetz ressourcenschonender und wirtschaftlicher eingesetzt werden können.

Die Klimaschutzziele im Energiekonzept der Bundesregierung für 2050 lassen sich nur durch einen großen Beitrag des Gebäudesektors erreichen. Indirekt setzt das Konzept dabei auch auf einen Ausbau von Nah- und Fernwärme zur Wärmeversorgung von Gebäuden. In der heutigen Situation erscheint dies vielerorts durchaus logisch zu sein. Betrachtet man aber die Gesamtzusammenhänge, ist der weitere Ausbau von Nah- und Fernwärme eine absehbare Fehlentwicklung.



Die Energiewende hat begonnen – und das ist gut so. Am 30. Juni 2011 hat der Deutsche Bundestag mit 85 % Zustimmung den Ausstieg aus der Kernenergie beschlossen. Am 8. Juli 2011 folgte die Zustimmung durch den Bundesrat. Doch die im Eilverfahren beschlossenen Gesetze und Gesetzänderungen sind nur ein kleiner erster Schritt: Die nächsten Jahre und Jahrzehnte werden von Diskussionen zum richtigen Weg der Energiewende geprägt sein. Energieeinsparung, Effizienzsteigerung und regenerative Energien werden dabei die drei tragenden Säulen sein. Viele Entscheidungen vom Bund bis zu den Kommunen müssen getroffen werden:

- 100%-Regenerative-Energie-Kommunen und -Regionen; ist das sinnvoll und geht das überhaupt bis in letzter Konsequenz?
- Ausbau und Anschlusszwang für Fernwärme; wo und wann ist das sinnvoll? Oder Rückbau und Dezentralisierung bei zu geringer Versorgungsdichte?

- Ausbau von Biomasse in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen mit Nahwärmenetzen in Bioenergieidörfern; ist das effektiv? Oder gibt es künftig neben Mikro- auch Nano-BHKW für den Haus- und Wohnungsgebrauch?
- Solare Nahwärmesysteme zur Versorgung von Wohngebieten; ist das sinnvoller als die dezentrale solare Trinkwassererwärmung in jedem Haus?

Fachleute und Politiker sind sich keineswegs einig, welche Wege die richtigen sind. Aus Sicht der Autoren sollte die Energieeinsparung – das ist etwas anderes als Energieeffizienz – an die erste Stelle aller Aktivitäten gesetzt werden. Und an welchem Maßstab soll die Energiewende gemessen werden: Am Endenergieeinsatz, am Primärenergieeinsatz oder an den CO<sub>2</sub>-Emissionen? In einer von den Autoren verfassten Studie [1] wird vorgeschlagen, zwischen:

- begrenzt verfügbaren fossilen Energien (Kohle, Gas, Öl) sowie



**Dr.-Ing. Kati Jagnow**  
Ingenieurbüro  
für Energieberatung,  
Braunschweig,  
www.delta-q.de



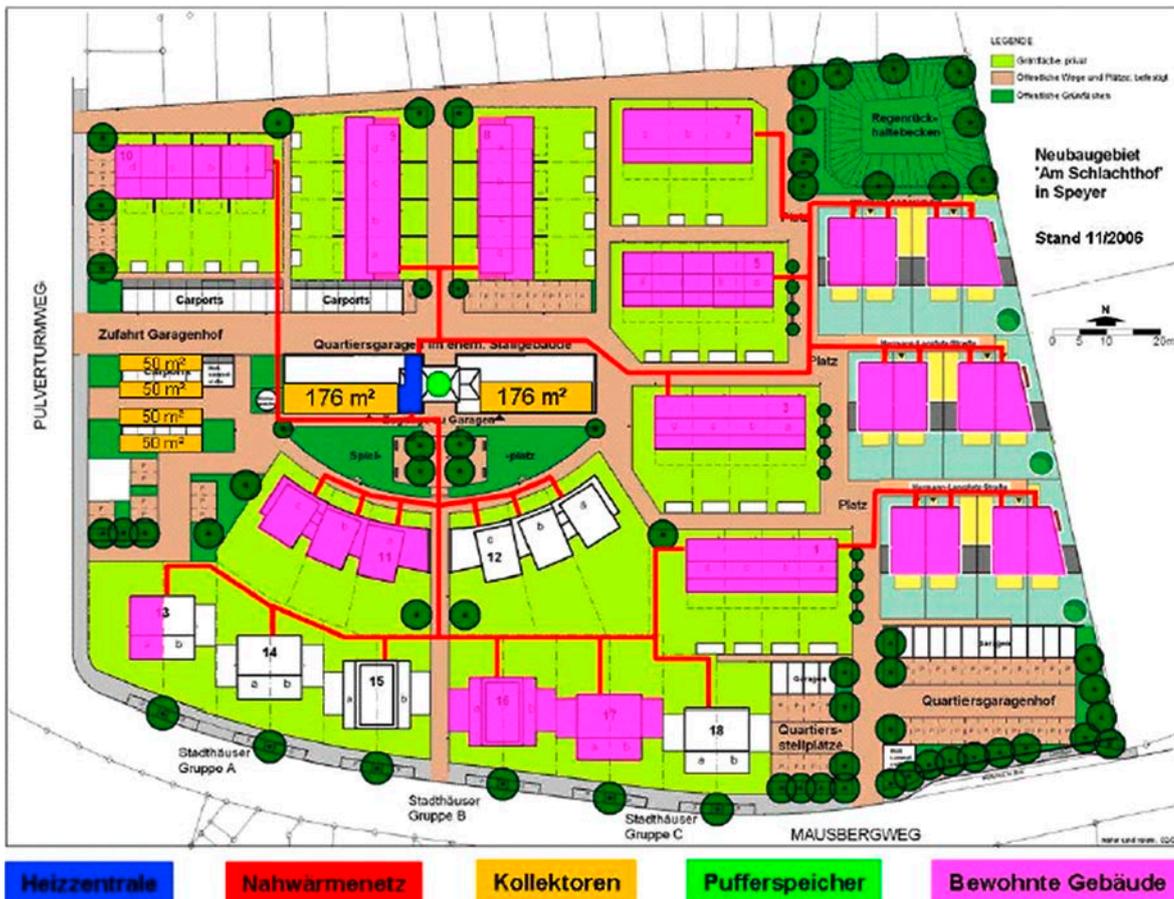
**Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff**  
Institut für energieoptimierte  
Systeme – EOS,  
Fakultät Versorgungstechnik,  
Ostfalia-Hochschule Wolfenbüttel,  
d.wolff@ostfalia.de,  
www.ostfalia.de

## WICHTIG FÜR TGA-PLANER, ANLAGENBAUER UND BAUHERREN

**TGA-PLANER:** Mit den Klimaschutzzielen der Bundesregierung geht auf die Planer die Verpflichtung über, bei sämtlichen Bauvorhaben absehbare Entwicklungen in den nächsten Jahr(zehnt)en zu berücksichtigen und in eine Lebensdauerbetrachtung einfließen zu lassen.

**ANLAGENBAUER:** Versorgungssysteme für Gebäude müssen unter Berücksichtigung des Nutzenergiebedarfs für Heizung, Trinkwassererwärmung und Stromanwendungen inklusive der Verluste der Erzeugung, Verteilung und Speicherung in und außerhalb der Gebäude und inklusive des zusätzlichen Elektroenergiebedarfs bewertet werden.

**BAUHERREN:** Nah- und Fernwärmeprojekte erfordern aufgrund langer Refinanzierungszeiten einen sorgfältigen Blick in die Zukunft. Wichtig: Die Verteilverluste einmal gebauter Netzteile sind während der Nutzungsdauer nahezu konstant, die Wärmeabnahme pro Anschluss wird aber deutlich abnehmen.



1 Feldanlage Speyer – Solare Nahwärme „Alter Schlachthof“...

- begrenzt verfügbaren regenerativen Energien (Holz, Bioöl, Biogas) und
  - weitgehend unbegrenzt verfügbaren Energien (Solarwärme, Solarelektrizität, Windkraft)
- zu unterscheiden. Wasserkraft und „tiefe“ Geothermie sind gesondert zu bewerten, werden aber langfristig nur einen kleinen Beitrag leisten.

**Zahlen, Daten und Trends**

Vor der Vertiefung möglicher Lösungswege bietet sich ein kurzer Exkurs zur Gesamtenergiebilanz für Deutschland an. Der gesamte Endenergieverbrauch in Deutschland beträgt heute ca. 2600 TWh/a; verdeutlicht anhand von Pro-Kopf-Werten (EW: Einwohner) entspricht dies einem Heizöläquivalent von ca. 3000 l/(EW a).

Pro Kopf und Tag werden für Raumheizung und Trinkwarmwasser in Wohngebäuden etwa 20 kWh/(EW d) und etwa 5 kWh/(EW d) an Elektrizität aufgewendet (jeweils Endenergie). Der gesamte Endenergieverbrauch beträgt heute 90 kWh/(EW d) und der gesamte Verbrauch von Primärenergieträgern in Deutschland beträgt 156 kWh/(EW d). Die Differenz zwischen 156 und 90 kWh/(EW d) resultiert allein aus den Verlusten der heute noch den Strommarkt beherrschenden Großkraftwerke und aus den übrigen Verlusten in Leitungen usw. [2].

Sollen die Ziele des Energiekonzeptes der Bundesregierung erreicht werden, muss der Energieeinsatz in Deutschland bis 2050 mindestens halbiert und möglichst vollständig aus regenerativen Energien gedeckt werden. Strom an erster und Wärme an zweiter Stelle werden im zukünftigen Energiemix die zentrale Rolle spielen. Die Bedeutung elektrischer Energie wird zunehmen. Das Verhältnis Strom zu Wärme beträgt heute typisch 1 : 4 nach der Energiegewende (2050) soll es bei 1 : 2 liegen. Alle Endenergien können langfristig nur regenerativer Natur sein.

**Ein Muss: Korrekte Bilanzierung**

In der Fernwärmestudie [1] wird vor allem aus wirtschaftlichen Gründen gefordert, Versorgungssysteme für Gebäude korrekt zu bilanzieren unter Berücksichtigung:

- des Nutzenergiebedarfs, z. B. in Wohngebäuden für Heizung, Trinkwassererwärmung und Stromanwendungen,
- der Verluste der Verteilung und Speicherung in und außerhalb der Gebäude,
- der Verluste der Erzeugung in und außerhalb der Gebäude und
- des zusätzlichen Elektroenergiebedarfs in und außerhalb der Gebäude.

Erfolgt keine saubere Bilanzierung, sind langfristig teure Fehlentwicklungen vorprogrammiert. Diese folgen (auch) aus nicht zu Ende ge-

dachten Gesetzen, Verordnungen, Förderprogrammen und Modellprojekten. Folgendes Beispiel zeigt dies.

Für eine neue Einfamilienhaussiedlung (61 Einfamilienhäuser mit 9300 m<sup>2</sup> Nutzfläche) wurde ein solares Nahwärmekonzept mit knapp 550 m<sup>2</sup> Kollektorfläche, einer Zentrale mit einem 100 m<sup>3</sup>-Solarspeicher, einem Gas-Brennwertheizkessel und einer Nahwärmetrasse realisiert und im Rahmen des Solarthermie-2000-Projekts der Bundesregierung untersucht 1 2.

Die Effizienz der Einzelkomponenten, untergebracht in einem früheren Feuerwehrhaus, ist gut – der Gas-Brennwertheizkessel hat eine hohen brennwertbezogenen Jahresnutzungsgrad von 94 %, der kollektorflächenbezogene Solarertrag beträgt knapp 400 kWh/(m<sup>2</sup> a).

Das Gesamtergebnis ist dennoch enttäuschend bis katastrophal. In der Jahresbilanz 3 geht der Solarertrag im Nahwärmenetz und im Speicher vollständig verloren. Dezentrale Gas-Brennwertheizkessel mit solarer Trinkwassererwärmung in jedem Einfamilienhaus hätten etwa um ein Drittel geringere jährliche Gesamtkosten bei vermindertem Gesamterdgasverbrauch (Endenergie) erbracht.

Das Beispiel lehrt, dass es Standardlösungen für künftige Versorgungssysteme nicht gibt. Es kommt auf das Gesamtsystem und nicht nur die Effizienz der Einzelkomponenten an. Bereitstel-

lung und Verbrauch von Elektrizität und Wärme müssen zukünftig immer gemeinsam und unter Berücksichtigung aller Verlustkennwerte geplant werden. Hier konkurrieren für die Versorgung von Gebäuden verschiedene Lösungen.

- Lösungen für die Stromversorgung sind: Windkraftanlagen, Solarelektrizität und in begrenztem Umfang Kraft-Wärme-Kopplung aus Biomasse
- Lösungen für die Wärmeversorgung sind: Wärmepumpen, dezentrale Brennwertheizkessel (Gas, Öl, Holz), solare Systeme und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen; alle langfristig auf Biomassebasis, entweder als große Heizkraftwerke mit Fern-/Nahwärmesystemen, in mittelgroßen Blockheizkraftwerken (BHKW) oder in klein(st)en dezentralen BHKW-Anlagen.

### Haben Nah- und Fernwärme Zukunft?

Die heutige Netzeinspeisung in Fernwärmenetze (aus städtischen Heiz- und Heizkraftwerken, derzeit weitgehend auf Kohle- oder Erdgasbasis) beträgt etwa 86 TWh/a. Der Anteil der Stromerzeugung mit KWK (Kraft-Wärme-Kopplung) und gleichzeitiger Fernwärmeauskopplung liegt bei 35 TWh/a und somit bei etwa 6...7 % der Bruttostromerzeugung in Deutschland. Das ist ein insgesamt geringer Anteil, der aus Sicht der Autoren langfristig nicht wachsen wird.

Der Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen für die Kraft-Wärme-Kopplung – von der Bundesregierung im Energiekonzept gefordert und gefördert – wird im Folgenden in Frage gestellt. Denn für einen Ausbau müsste zunächst beantwortet werden, mit welchen Energieträgern er künftig beschickt werden soll und ob diese Energieträger nicht ohne ein Wärmenetz ressourcenschonender und wirtschaftlicher eingesetzt werden können.

Begründet ist der Vorbehalt gegen den Netzausbau durch die langfristige Begrenztheit von Biomasse. Bei Nutzung von Energiepflanzen, ergänzt um die Verwertung biologischer Rest- und Abfallstoffe, ergibt sich ein jährliches Gesamtpotenzial der Biomasse von maximal 15...18 % bezogen auf den derzeitigen Endenergieverbrauch in Deutschland. Aufgrund der natürlichen Begrenztheit wird Biomasse höchstens bei sehr hoher Energieeffizienz eine preisgünstige Ressource zur Energiegewinnung sein können. Hingegen werden Systeme mit geringer Gesamtenergieeffizienz zwangsläufig wirtschaftliche Probleme bekommen.

Anschlusswerte und Liefermengen von Fernwärme sind im letzten Jahrzehnt rückläufig, weil verbesserte Wärmedämmung der Gebäude und Effizienzsteigerung der Anlagentechnik in den Gebäuden zu einem Rückgang der Nachfrage an Wärme geführt haben. Diese Entwicklung erfolgte, obwohl Netzlänge und Zahl der Über-

gabestationen für Nah- und Fernwärme ausgebaut wurden und derzeit auch noch weiter ausgebaut werden.

Seit über einem Jahrzehnt wird die Expansion von Biomasse-Heizkraftwerken durch das Stromeinspeisungsgesetz (StromEinspG, bis April 2000), das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und seit 2009 durch das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) gefördert und forciert. Dies betrifft in verstärktem Maße auch den Ausbau von Wärmenetzen mit einer technischen Lebensdauer von 40 bis 80 Jahren und einer zur Refinanzierung erforderlichen Nutzungsdauer von geschätzt mindestens 15 bis 25 Jahren. Ist das sinnvoll? Es ist Vorsicht durch eine bereits heute sichtbare Fehlentwicklung geboten!

## Biomasse-Budgets für Wärmenutzung

Der Begrenztheit von Biomasse kann durch den Ansatz eines Biomasse-Budgets für Wärmeanwendungen begegnet werden. Rund 100 TWh/a Endenergieersatz durch Biomasse können etwa für die Wärmeversorgung von Wohngebäuden in Deutschland angesetzt werden<sup>1)</sup>. Hieraus errechnet sich bei einer Gesamtwohnfläche von rund 3 Mrd. m<sup>2</sup> ein Biomasse-Budget von gerundet 30...35 kWh/(m<sup>2</sup> a) als Endenergieersatz fossiler Energieträger für die Gebäude-Wärmeversorgung. Dies entspricht etwa einem Viertel bis einem Fünftel des heutigen durchschnittlichen Endenergieverbrauchs für fossile Energieträger in Wohngebäuden für Raumheizung und Trinkwassererwärmung. Langfristig könnte max. die Hälfte des Wärmebedarfs durch Biomasse gedeckt werden.

Wenn wir nicht tatsächlich in unseren Gebäuden und natürlich auch im mobilen Bereich (Auto, Fliegen) und in der industriellen Produktion – eigentlich in allen Bereichen – Energie sparen – natürlich auch durch Effizienzsteigerung – sind alle Anstrengungen umsonst! Sehr anschaulich beschreibt dies Fritz Vorholz u. a. in Die Zeit in „Ihr wollt gar nicht sparen“ [3]. Der Gebäudebereich spielt hierbei neben dem Mobilitätsbereich (Auto, Fliegen) eine wesentliche Rolle.

## Was womit gedeckt werden kann

Bei der Sanierung erreichbare Standards von Niedrigenergiehäusern und Häusern mit Passivhauskomponenten sind ein Nutz-(Heiz-) Wärmebedarf für Raumheizung zwischen ca. 25...60 kWh/(m<sup>2</sup> a) und für Trinkwarmwasser von 10...20 kWh/(m<sup>2</sup> a) [4]. Hinzu kommen zusammengefasste technische Verluste der ge-

1) Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) geht davon aus, dass Deutschland unter günstigen Randbedingungen bis 2050 zur Deckung des eigenen Primärenergiebedarfs insgesamt 1640 PJ (456 TWh) aus Energiepflanzen vom Acker, Energieholz aus dem Wald, Koppelprodukten und biogenen Reststoffen aktivieren kann **WEBCODE 315323**.



2 ... in einem früheren Feuerwehrhaus wurde der Gas-Brennwertheizkessel untergebracht; ...

bäudeinternen Anlagentechnik zwischen ca. 15...25 kWh/(m<sup>2</sup> a). Dies ergibt zusammen Endenergiekennwerte um 50...100 kWh/(m<sup>2</sup> a).

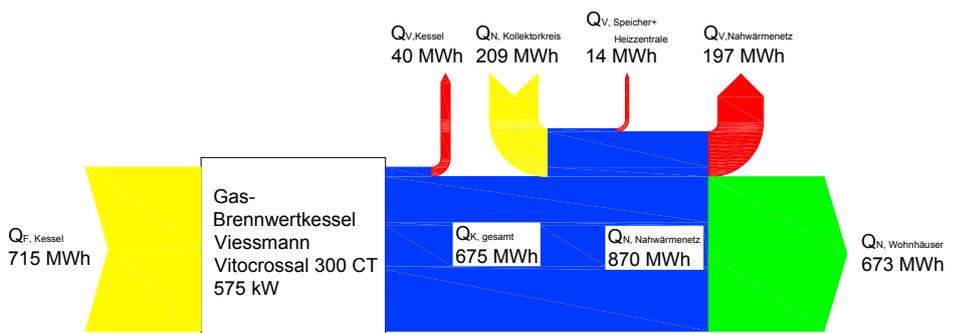
Das prognostizierte Szenario im Energiekonzept der Bundesregierung ist nur erfüllbar, wenn langfristig ein Mix aus Solarwärme, Biomasse (unter Beachtung eines begrenzenden Biomassebudgets) und Wärmepumpen sowie eventuell noch Teile konventioneller fossiler Energieträger die Versorgung weitgehend dezentral in den Gebäuden übernehmen. Dezentrale Solarwärme kann einen realistischen Beitrag zwischen 5...15 kWh/(m<sup>2</sup> a) leisten; Biomasse etwa das doppelte: Der Rest ist elektrisch direkt, über Wärmepumpen und/oder sonstige Systeme zu decken. Markt und Ordnungsrecht werden es irgendwann schon richten.

Eine Prognose bis zum Jahr 2050 oder sogar bis 2100 ist ein wenig vermessen; in gleichem Maße der Anspruch, die Energiewende langfristig „vom Ziel aus zu denken und zu planen“. Das hat aus der Erfahrung der Vergangenheit noch nie vollständig funktioniert. Bestes Beispiel lie-

fert die Entwicklung der Stromerzeugung aus Kernkraft. Und schon 1975 lautete eine Prognose: „Elektrische Wärmepumpen ersetzen kurzfristig Öl- und Gas-Heizkessel“. Mittel- und langfristig wirksame Versorgungskonzepte müssen darum sehr sorgfältig geplant werden, aber immer in dem Bewusstsein, dass nicht vorher-sagbare Entwicklungen zu einer Wende führen können.

## Bedeutung für Nah- und Fernwärme

Die wohnflächenbezogenen Verluste der Verteilung von Nah- und Fernwärmesystemen liegen nach realistischen Auswertungen zwischen 5 kWh/(m<sup>2</sup> a) in großstädtischer Fernwärmeversorgung mit hoher Anschlussdichte von Gebäuden und 50 kWh/(m<sup>2</sup> a) in einer typischen Nahwärmeversorgung mit geringer Anschlussdichte, z. B. in Bioenergiedörfern. Hieraus leiten sich Verteilungsnutzungsgrade von Netzen zwischen 5 und 50 % (!) ab. Prozentwertangaben sind allerdings gefährlich und sollten möglichst vermieden werden.



3 ...die Effizienz des Gas-Brennwertheizkessels und der Solarertrag sind gut, das Gesamtergebnis ist jedoch enttäuschend, wie die Energiebilanz zeigt. Eine dezentrale Versorgung wäre bei geringerem Primärenergieverbrauch günstiger gewesen.

Ausgehend von einem heute installierten System lässt sich der spezifische Verlust der Anlagentechnik durch Maßnahmen in den Gebäuden kaum verringern. So werden jede gebäude- und jede Modernisierungsmaßnahme in der Energiezentrale in ihrer Wirkung eingeschränkt und damit wirtschaftlich weniger attraktiv. Zielwerte für Verteilverluste von Nah- und Fernwärmenetzen liegen zwischen 5 bis max. 15 kWh/(m<sup>2</sup> a). Ein gutes Beispiel mit geringen Netzverlusten ist die EXPO-2000-Siedlung am Kronsberg in Hannover; versorgt aus Gas-BHKWs. Der Verteilnetzverlust des Nahwärmesystems beträgt hier nur 8 kWh/(m<sup>2</sup> a).

Niedrige Grenzwerte für Netzverluste sollten bei jeder zukünftigen Planung von Nah- und Fernwärmenetzen aus ökologischen und aus wirtschaftlichen Gründen überprüft und eingehalten werden. Dies gilt auch für zukünftig verbesserte Dämmsysteme (Vakuumdämmung) für Rohrleitungen. Der Ausbau von Kraft-Wärme-Kopplung wird deshalb zukünftig weitgehend dezentral erfolgen. Es ist sicherlich effektiver, Biogas zu einem dezentralen BHKW zu transportieren oder direkt in das vorhandene Erdgasnetz einzuspeisen als Nahwärme über ein verlustbehaftetes Wärmenetz zu den verschiedenen Verbrauchern zu transportieren.

Nah- und Fernwärmeprojekte im Ausbau vorhandener Netze in Großstädten und in der neu installierten Nahwärmeversorgung von Bioenergie-dörfern dürften aufgrund der aufgezeigten Zusammenhänge in den kurz- und mittelfristigen Energieszenarien nur eine Übergangsfunktion erfüllen. Die Ausbaupläne von Nah- und Fernwärme sind deshalb für die meisten Anwendungsgebiete schon heute infrage zu stellen. Eine Ausnahme bilden dicht besiedelte Mehrfamilienhausgebiete mit hoher Anschlussdichte. ●

## Literatur

- [1] Wolff, D.; Jagnow, K.: Untersuchung von Nah- und Fernwärmesystemen. Endbericht Studie. Wolfenbüttel, Mai 2011, verfügbar unter: [www.delta-q.de](http://www.delta-q.de)
- [2] Energiediskussion ohne heiße Luft. Energiedepesche 2-2011 oder [www.bit.ly/ep-2-2011](http://www.bit.ly/ep-2-2011)
- [3] Fritz Vorholz: Ihr wollt gar nicht sparen! Die Zeit Nr. 28 vom 7. Juli 2011 oder [www.zeit.de/2011/28/Energiewende](http://www.zeit.de/2011/28/Energiewende)
- [4] N. Diefenbach, N; Loga, T.; Born, R.: Wärmeversorgung von Niedrigenergiehäusern. Studie Darmstadt – August 2005, verfügbar unter: [www.iwu.de](http://www.iwu.de)