

Dezentrale Wärmeeinspeisung – Integration in Wärmenetze

Michael Wigbels
 Fraunhofer UMSICHT
 Institut für Umwelt-,
 Sicherheits- und
 Energietechnik
 michael.wigbels@
 umsicht.fraunhofer.de

Michael Nast
 DLR
 michael.nast@dlr.de

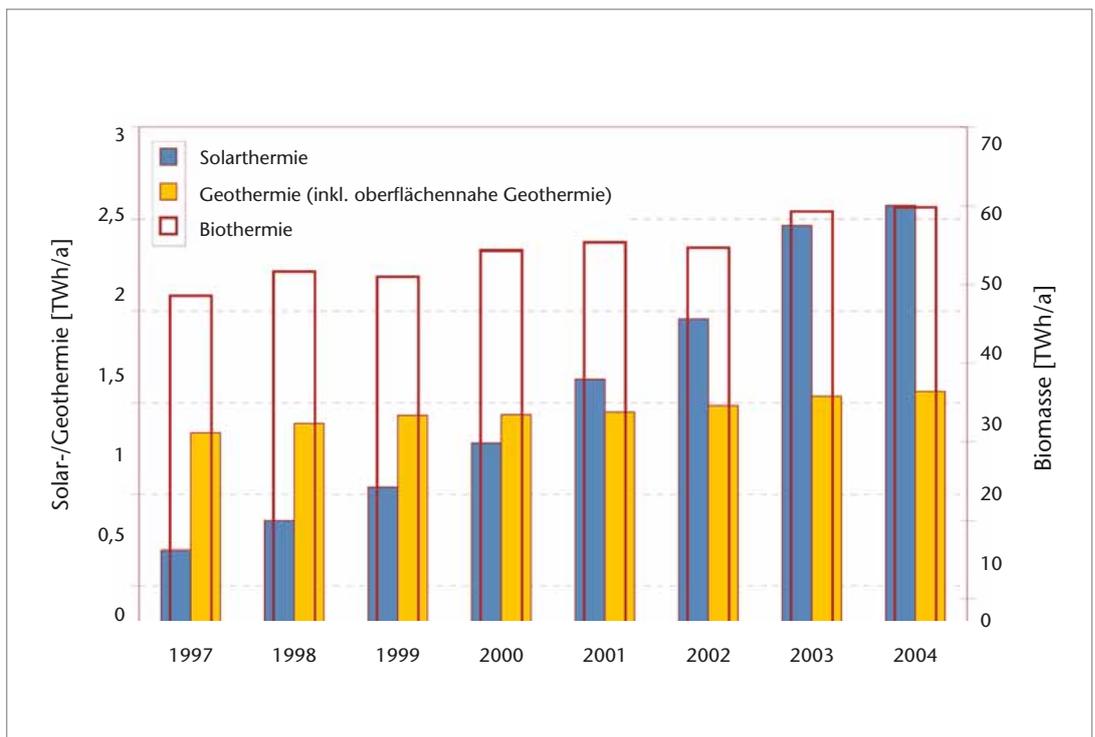
Der Einsatz regenerativer Energieträger gilt als ökologisch und energiewirtschaftlich vorteilhaft. Die mit der Verbrennung regenerativer Energieträger verbundenen Emissionen verhalten sich neutral im Bezug auf das Klima und die regenerativen Energiequellen stellen heimische Ressourcen dar, deren Einsatz eine Diversifizierung der Energieversorgung und damit eine geringere Abhängigkeit von Energieimporten erlaubt. Der Anteil regenerativer Energieträger an der Energieversorgung ist in den letzten Jahren gewachsen und wird voraussichtlich gemäß politischer Vorgaben und der gesellschaftlichen Akzeptanz zukünftig weiter steigen. Die verstärkte Integration der Solarthermie, Geothermie und Biomasse in die Versorgungssysteme der Zukunft erfordert neue technische Lösungen. Ziel dieser Technologien wird es sein, die Wirtschaftlichkeit von integrierten Versorgungssystemen mit unterschiedlichen regenerativen und konventionellen Primärenergieträgern zu verbessern.

Daten und Prognosen

Der Anteil unterschiedlicher erneuerbarer Energieträger an der Wärmeversorgung in Deutschland hat sich innerhalb der letzten Jahre erheblich vergrößert (Abb. 1). Zurzeit werden etwa 4,2% des deutschen Wärmebedarfs von ca. 1500 TWh/a mittels regenerativer Ressourcen gedeckt. Insbesondere die Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse (Holz, Stroh, Gülle etc.) stellt einen erheblichen Beitrag. Seit 1997 hat sich dieser Anteil von 50 TWh/a um ca. 20% auf 60 TWh pro Jahr vergrößert [1].

Der Anteil der Solar- und Geothermie an der Wärmeversorgung ist zwar noch relativ gering, hat aber hohe Steigerungsraten. Der Beitrag solarthermischer Anwendungen zur Wärmeversorgung hat sich seit 1997 auf mehr als 2,5 TWh/a nahezu vervierfacht.

Abbildung 1
 Anteil unterschiedlicher
 erneuerbarer Energie-
 träger in Deutschland



Für die weitere Integration erneuerbarer Energien in die Energieversorgung Deutschlands reichen die derzeitigen Technologien nur schwerlich aus. Auch sind geeignete Versorgungsstrukturen zu entwickeln, die den speziellen Anforderungen regenerativer Wärmeherzeugung gerecht werden. In vielen Fällen ist eine wirtschaftliche Versorgung mit erneuerbaren Energien nur durch die Zusammenfassung einer begrenzten Anzahl von Wärmeabnehmern möglich. Das Optimum hinsichtlich eines ökonomischen Betriebs liegt dabei zwischen einem vollständig dezentralen und einem zentralen System mit ihren jeweiligen Vorzügen:

Dezentral

- Reduktion der Transportwege bei räumlich verteilter Nutzung regenerativer Ressourcen
- Effizienzsteigerung u. a. durch geringere Transportverluste
- Eine lokale Nutzung erfordert meist nur geringere Vorlauftemperaturen

Zentral

- Bündelung des Wärmebedarfs vieler Abnehmer
- Aufwand zur Erschließung bzw. Aufbereitung der Primärenergie sowie zur Abgasbehandlung (Biomasse) ist in größeren Anlagen wirtschaftlicher
- Saisonaler Energieanfall erfordert große, zentrale Speicher (Solarthermie)

Der Einsatz von Nahwärmesystemen vereint die Vorzüge beider Strategien. Dennoch sind zur effizienten Integration erneuerbarer Energiequellen noch Weiterentwicklungen vorzunehmen. Diese werden bei Betrachtung des derzeitigen Entwicklungsstandes dezentraler Nahwärmesysteme deutlich.

Technologie der dezentralen Versorgung

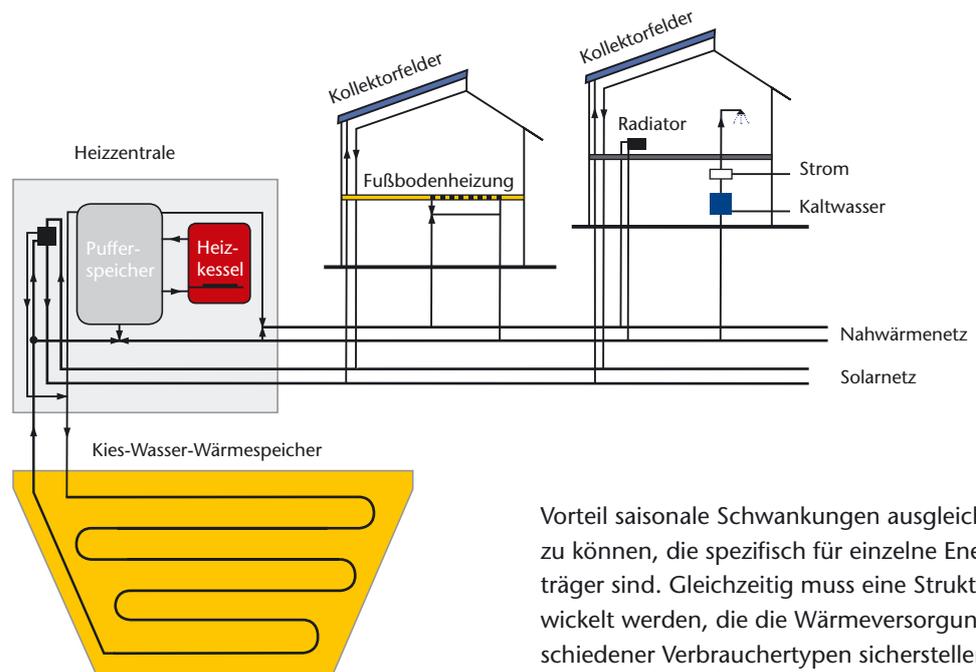
Abb. 2 zeigt die Struktur eines Wärmeversorgungssystems mit Einkopplung solarthermischer Energie. Zur Energieerzeugung werden dezentrale Solarkollektoren eingesetzt, die auf den Dächern der zu beheizenden Häusern montiert sind. Diese Wärme wird mittels eines ersten Verteilungssystems (Solarnetz) gesammelt und einer Heizzentrale zugeführt. Innerhalb dieser wird je nach Versorgungslage die Wärme in einem saisonalen Speicher geleitet oder in einem zweiten Rohrleitungssystem (Nahwärmenetz) wieder verteilt. Gegebenfalls erfolgt bei leerem Speicher oder zur Spitzenlastdeckung eine Wärmeherzeugung mittels Gaskessel.

Der entscheidende Vorteil dieser Integration von dezentralen Solarkollektoren in ein Wärmenetz besteht darin, dass durch die Möglichkeit zur zentralen Speicherung großer Wärmemengen der Heizungsbedarf und die Erzeugung regenerativer Energie zeitlich entkoppelt werden. Auf diese Weise kann die im Sommer im Überfluss vorhandene Solarenergie im Winter, zu Zeiten hohen Wärmebedarfs, genutzt werden.

Nachteil der Technologie ist die aufwändige Bauweise insbesondere des Verteilsystems. Aus diesem Grund lassen sich derartige Ansätze voraussichtlich nur in dicht bebauten Neubausiedlungen einsetzen, in denen die spezifischen Aufwendungen für die Rohrleitungssysteme geringer sind. Darüber hinaus sind die Vorlauftemperaturen im Nahwärmesystem verhältnismäßig gering, sodass in den Häusern zur Brauchwassererwärmung jeweils eine elektrische Nacherhitzung notwendig ist.

Nach dem beschriebenen Konzept wurde innerhalb des Programms „50 Solarsiedlungen in NRW“ in Steinfurt Borghorst in den Jahren 1998 bis 2000 eine solare Wärmeversorgung realisiert. Die zur Beheizung der 42 Wohneinheiten installierte Gesamtkollektorfläche beträgt 510 m².

Abbildung 2
 Schema einer
 dezentralen Wärme-
 versorgung mit
 Solarkollektoren [2]



Zur Speicherung wurde ein Kies/Wasserspeicher mit einem Volumen von 1500 m³ eingesetzt. Gemäß der bisherigen Betriebserfahrung lässt sich der Gesamtwärmebedarf der 21 Doppelhaushälften und Mehrfamilienhäuser zu 34 % durch Solarthermie decken. Der Großteil der Wärmemenge muss daher trotz der Möglichkeit zur Langzeitspeicherung vom einem 550 kW Gas-Brennwertkessel in der Heizzentrale bereitgestellt werden. Insgesamt betragen die zusätzlichen Kosten zum Aufbau der speziellen Wärmeversorgung 1,4 Mio. €. Die monatlichen Kosten für Heizung und Warmwasser liegen bei 0,77 €/m² – 0,97 €/m² [3].

Zukünftige Anforderungen an dezentrale Systeme

Die weitere Integration von erneuerbaren Energieträgern wird eine Veränderung der Struktur zukünftiger Wärmeversorgungssysteme nach sich ziehen müssen. So sollte eine Entwicklung hin zu flexibleren Strukturen angestrebt werden. *Abb. 3* illustriert wie ein flexibles dezentrales Versorgungssystem aussehen könnte. Im optimalen Fall wäre es in zukünftigen dezentralen Systemen möglich, unterschiedliche regenerative Energieträger mit diversen Umwandlungstechnologien zu nutzen. Dieses bietet den

Vorteil saisonale Schwankungen ausgleichen zu können, die spezifisch für einzelne Energieträger sind. Gleichzeitig muss eine Struktur entwickelt werden, die die Wärmeversorgung verschiedener Verbrauchertypen sicherstellen kann. Auf diese Weise entsteht ein möglichst großer Absatzmarkt. Schließlich ist ein kostengünstiges Verteilsystem zu erstellen, da nur auf diese Weise Nahwärmekonzepte unter der Randbedingung eines zukünftig sinkenden Wärmeverbrauchs existieren können.

In diesem Zusammenhang existiert für dezentrale Wärmeversorgungssysteme noch ein erheblicher Entwicklungsbedarf. So ist eine effiziente Einkopplung solarthermischer Energie und industrieller Abwärme mit meist schwankender oder niedriger Temperatur nur in Einzelfällen möglich.

Gleiches gilt für die Integration von Erzeugungsanlagen mit saisonal schwankender Brennstoff- bzw. Primärenergiezufuhr, wie beispielsweise die Solarthermie. Hier sind weitere Forschungsarbeiten auf dem Sektor großräumiger Speicher notwendig.

Die Integration vieler Kleinversorger (z. B. Mini-BHKW, Brennstoffzelle), in stark dezentralen Systemen wird darüber hinaus neue Konzepte zur Einkopplung der Wärmeerzeuger und innovative Regelstrategien erfordern. In diesem Zusammenhang erscheint eine zentrale Regelung sämtlicher KWK-Kleinversorger zur wirtschaftlich und ökologisch optimalen Bereitstellung von Strom und Wärme analog den komplexen Leitsystemen „virtueller Kraftwerken“ aussichtsreich.

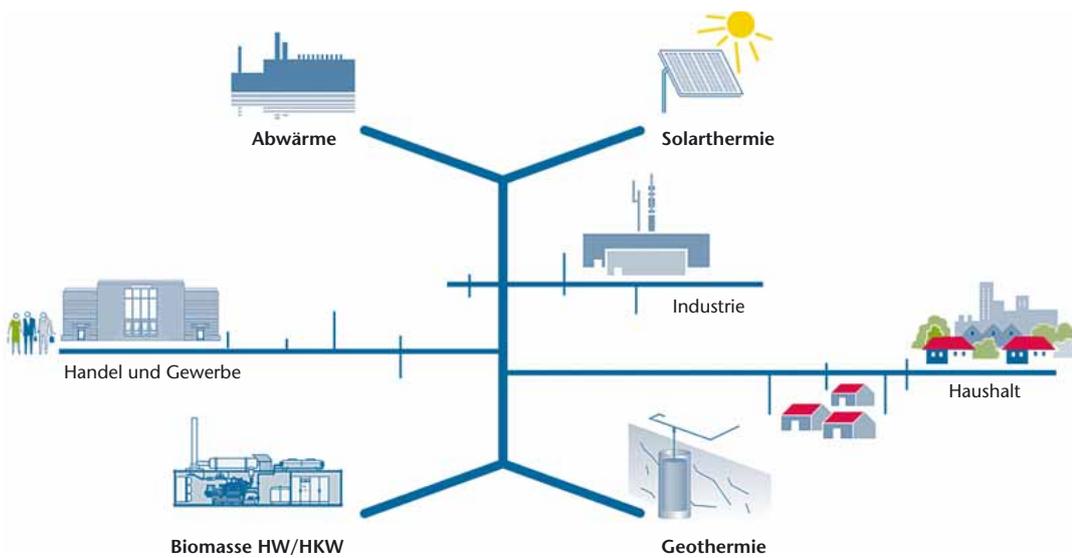


Abbildung 3
Wärmeversorgung
mit unterschiedlichen
Erzeugungstechnologien und
Verbrauchern

Aktuelle Forschungsthemen

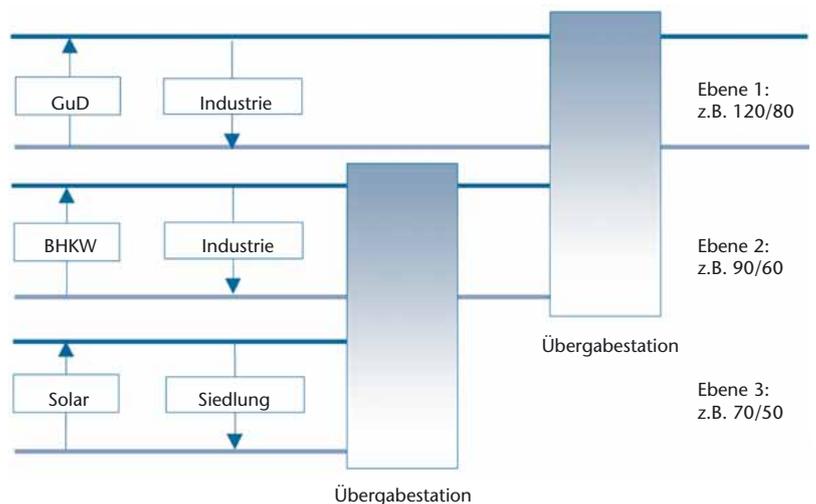
Derzeit werden „LowEx“-Technologien diskutiert, die sich mit der Nutzung von Wärme auf geringem Temperaturniveau befassen. Die Einspeisung in das Verteilungsnetz erfolgt dabei in Form einer Vorlauf- und Rücklauf-temperaturerhebung [4]. Beide Ansätze weisen allerdings noch Nachteile bezüglich einer universellen Anwendbarkeit auf. Letztendlich besteht immer noch kein geeignetes Konzept zur Einkopplung von Wärme relativ geringer Temperatur (< 50 °C).

Darüber hinaus ist die Integration vieler kleiner KWK-Komponenten in ein Wärmenetz ein Forschungsthema. Hierbei spielt insbesondere die Entwicklung eines effizienten Betriebs- und Regelungskonzepts eine große Rolle. Das Fraunhofer Institut UMSICHT hat unterschiedliche Regelungskonzepte für Pumpen und Erzeuger analysiert. Hierbei wurde sowohl die Umwälzung des Heizwassers in einer zentralen Pumpstation als auch mittels vieler dezentraler Pumpen beleuchtet. Des Weiteren wurden Regeln für die Einschaltreihenfolge der Versorger ermittelt. Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit überwiegend dezentraler Systeme zeigte, dass diese durchaus Vorteile gegenüber zentralen Strukturen aufweisen.

Am Fraunhofer Institut UMSICHT wurden darüber hinaus Überlegungen angestellt, Nahwärmenetze analog elektrischen Versorgungsnetzen aufzubauen. Die Unterteilung des elektrischen Energienetzes in unterschiedliche Spannungsebenen bietet den Vorteil, dass relativ problemlos Energiequellen mit unterschiedlichem Spannungsniveau eingekoppelt werden können. Auch dezentrale Kleinanlagen mit niedriger Spannung können effektiv genutzt werden. Eine Transformation führt dazu, dass die eingespeiste Energie quasi im gesamten Netzbereich wieder entnommen werden kann.

Ein Wärmenetz, das analog in unterschiedliche „Temperaturebenen“ unterteilt ist, bietet zum Teil ähnliche Vorteile. Abb. 4 stellt dieses beispielhaft dar.

Abbildung 4
Analogie eines
Wärmeverteilungssystems
und mit einem Stromnetz



Problemlos wäre es auf diese Weise möglich, Energie von Erzeugern mit hohem Temperaturniveau innerhalb oder in untergeordneten Ebenen zu nutzen. Auch bietet sich die Chance regenerative Energieträger, die im Allgemeinen ein niedriges Temperaturniveau haben, innerhalb einer Ebene zu nutzen. Im Gegensatz zu elektrischen Netzen besteht hier allerdings nicht die Möglichkeit, Energie relativ verlustfrei in eine übergeordnete Ebene zu transportieren. Zu diesem Zweck müssten Wärmepumpen oder Wärmetransformatoren eingesetzt werden, denen Energie für die Transformation zugeführt werden muss. Auch dieses könnte in Einzelfällen zu wirtschaftlichen Ergebnissen führen. Dennoch ist die Nutzung der eingespeisten Energie innerhalb der jeweiligen Ebene bzw. in einer untergeordneten Ebene wirtschaftlich aussichtsreicher und liegt hinsichtlich der Erzeuger- und Verbraucherstruktur voraussichtlich häufiger vor. Ziel der Forschung ist es, die grundsätzliche Strategie zu konkretisieren und mögliche Einsatzgebiete zu formulieren.

Literatur

- [1] Erneuerbare Energien – Innovationen für die Zukunft; BMU; 2004
- [2] Solarthermische Langzeit-Wärmespeicherung; Dipl.-Ing. M. Bodmann, Prof. Dr.-Ing. M. N. Fisch; Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS), TU Braunschweig
- [3] Solarsiedlung Steinfurt Borghorst. 50 Solarsiedlungen in Nordrhein-Westfalen; Landesinitiative Zukunftsenergien NRW; 2004
- [4] http://www.energiesystemederzukunft.at/edz_pdf/20050420_feet_02_projektergebnisse_streicher.pdf