

Langfristig rentable Versorgungsstrukturen: Neuerschließung oder Rückbau unter Berücksichtigung des demografischen und technologischen Wandels

Gas als ein flexibler und zunehmend **regenerativer Energieträger** mit einer Vielzahl an verfügbaren hocheffizienten und kostengünstigen Technologien kann eine herausragende Rolle für die Wärmeversorgung der Zukunft spielen. Insbesondere bei der leitungsgebundenen Energieversorgung mittels Erdgas- oder Wärmenetzen ist deshalb zu klären, welche Versorgungsabschnitte aus wirtschaftlicher Sicht zukünftig erweitert oder verdichtet werden sollten. Im folgenden Artikel werden Möglichkeiten und Tools aufgezeigt, wie diesen Herausforderungen mit **strategischer Planung und Zukunftsprognose** vor dem Hintergrund der Verschiedenartigkeit der unterschiedlichen Regionen Deutschlands begegnet werden kann.

von: Enrico Schuhmann, Ronny Eler & Prof. Dr.-Ing. Hartmut Krause (DBI – Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg)

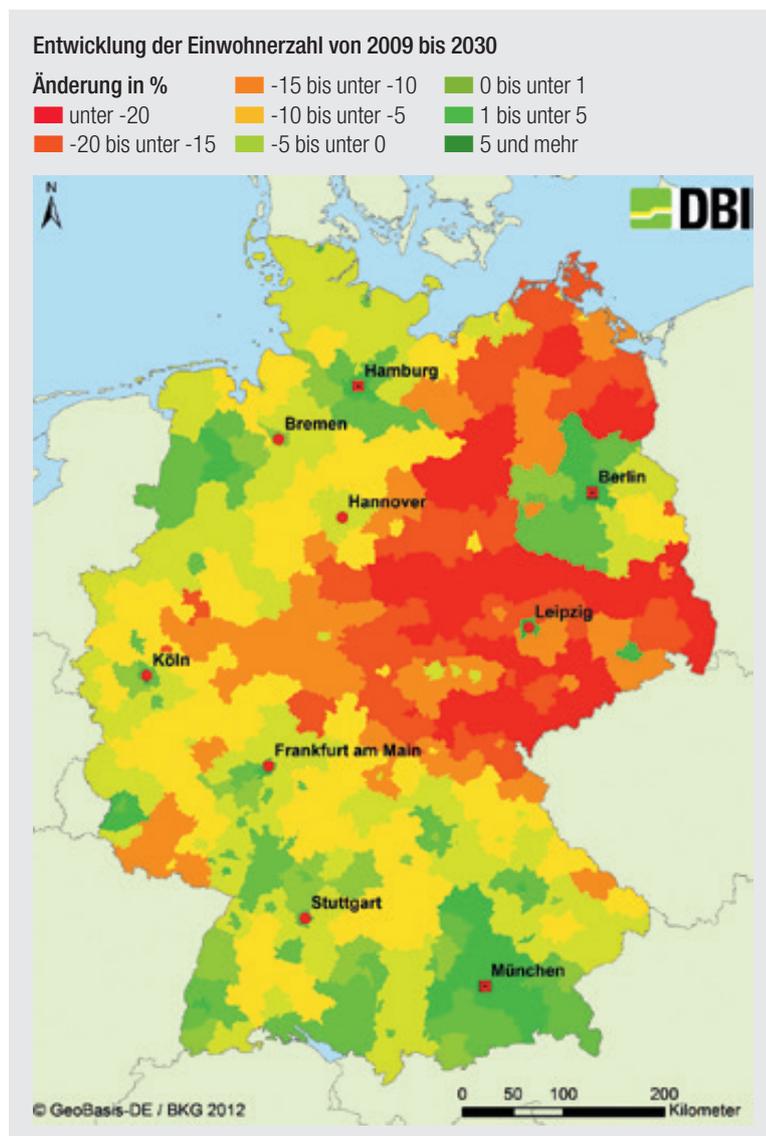


Abb. 1: Veränderung der Einwohnerzahlen bis 2030 im Vergleich zum Jahr 2009

Die Wärmeversorgung in Deutschland befindet sich in einer Umbruchphase. Einerseits ist sie gekennzeichnet durch das zunehmende Umweltbewusstsein der Nutzer und damit einem drastischen Rückgang der fossilen Energieträger wie Kohle und Öl sowie dem Eintritt alternativer Heizungstechnologien in den Markt. Andererseits ist durch die Unsicherheit der Verbraucher über die zukünftigen gesetzlichen Rahmenbedingungen ein erheblicher Investitionsstau bei den Heizungssystemen zu verzeichnen. Hinzu kommen insbesondere im Neubaubereich sinkende Wärmebedarfe. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, welche Wärmeversorgungsarten in Abhängigkeit von den lokalen Gegebenheiten zukünftig noch rentabel sind und dennoch dem veränderten Nutzerverhalten entgegenkommen können.

Aktueller Stand des Wärmebedarfs

Die Wärmeverbraucher in Deutschland lassen sich in die Hauptkategorien Industrie, Gewerbe und private Haushalte untergliedern. Während Haushalte und Gewerbe zum Großteil Raumwärme und Warmwasser benötigen, bedarf es im industriellen Bereich insbesondere Prozesswärme. Die benötigten Temperaturniveaus der Industrie liegen dabei meist höher als in den anderen Bereichen. In der Summe beträgt der gesamtdeutsche Wärmebedarf ca. 5.000 Petajoule pro Jahr [1]. Zukünftig wird sich dieser Bedarf voraussichtlich (deutlich) verringern. Ursachen hierfür sind u. a. die

Quelle: [2]

Tabelle 1: Entwicklung der Privathaushalte in Deutschland bis 2030

Jahr	Anteil 1-Personen-Haushalte in %	Anteil 2-Personen-Haushalte in %	Anteil Mehr-Personen-Haushalte in %	Durchschnittliche Haushaltsgröße in Personen pro Haushalt			
	bundesweit	bundesweit	bundesweit	bundesweit	Altbundesländer ¹	Neubundesländer	Stadtstaaten ²
2009	39,8	34,2	26,0	2,04	2,09	1,94	1,76
2010	40,1	34,3	25,6	2,03	2,08	1,93	1,76
2015	41,0	35,4	23,6	1,99	2,03	1,91	1,74
2020	41,7	36,5	21,8	1,95	1,98	1,89	1,71
2025	42,5	37,3	20,2	1,91	1,95	1,86	1,69
2030	43,4	37,8	18,8	1,88	1,92	1,84	1,67

¹ nur Flächenländer ohne Berlin, Bremen und Hamburg ² Berlin, Bremen und Hamburg

Quelle: [4]

steigende Energieeffizienz, Wärmedämmmaßnahmen im Gebäudebereich, aber auch der demografische Wandel mit sinkenden Bevölkerungsdichten, vor allem in ländlichen Gebieten. Prognosen gehen davon aus, dass der Prozesswärmebedarf bis zum Jahr 2050 deutschlandweit um bis zu 30 Prozent und der Raumwärmebedarf um bis zu 60 Prozent sinken werden [3]. Die jeweiligen Folgen dieser Entwicklung können für leitungsgebundene Energieversorgungsstrukturen wie Erdgas- oder Wärmenetze dramatisch sein, da die gelieferte Wärmemenge einen direkten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit hat. Für eine langfristige Netzplanung sind somit die

beschriebenen Entwicklungen unter Beachtung der lokalen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen.

Bereits heute stoßen Wärmenetze in verschiedenen Regionen mit einer geringen bzw. sinkenden Bevölkerungsdichte an ihre wirtschaftlichen Grenzen, da die Wärmebelegung (Wärmemenge pro Netzlänge) gering ist und zukünftig weiter abnehmen wird. Aber auch Ballungszentren können hiervon betroffen sein, da einzelne Heizungssysteme umgestellt werden (z. B. auf Biomasse, Geothermie oder Solarthermie) sowie Wärmedämmmaßnahmen deutliche Effekte zeigen.

Auf der anderen Seite gibt es deutschlandweit noch großes Potenzial für effiziente, leitungsgebundene Energieversorgungsstrukturen, da insbesondere der Endverbraucher von einem bequemeren Energiebezug und zumeist geringeren Investitionen profitiert. Vor dem Hintergrund der zukünftigen Veränderungen sind somit folgende Fragen zu beantworten:

- Wo ist der Ausbau einer leitungsgebundenen Energieversorgung wirtschaftlich und technisch sinnvoll?
- Wo lohnt sich aktuell noch eine leitungsgebundene Energieversorgung?

25 Jahre

Quadro-Sicura[®] E

Eine für Alle.

Hauseinführung für Gas, Wasser, Strom oder Telekommunikation

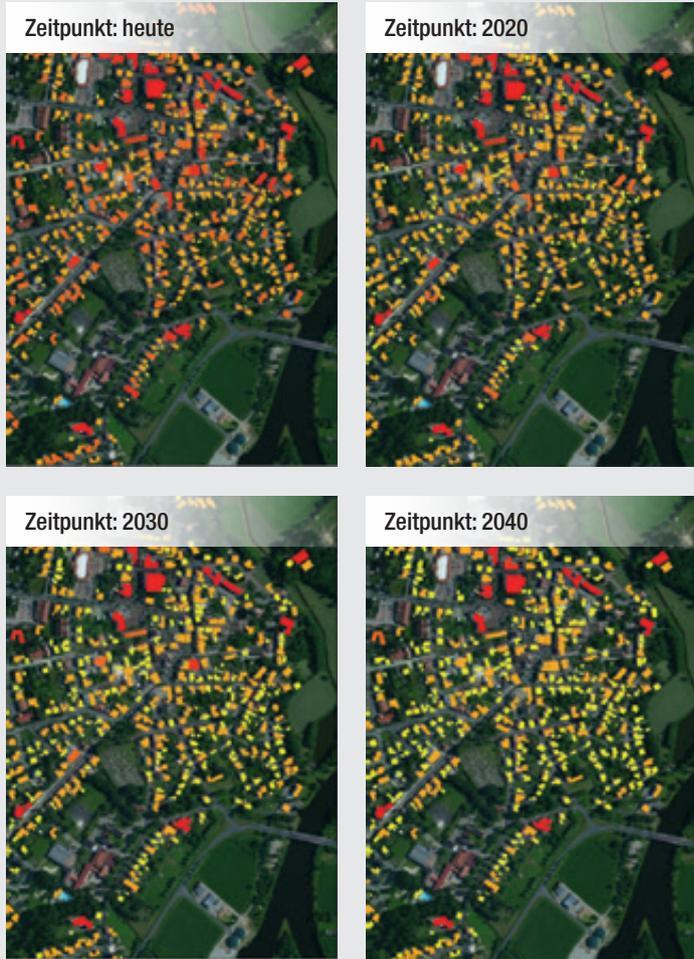
DOYMA GmbH & Co
Industriestr. 43-57
D-28876 Oyten
Fon: (0 42 07) 91 66-300
Fax: (0 42 07) 91 66-199
WWW.DOYMA.DE

DICHTUNGS|SYSTEME

WEIL SICHER EINFACH SICHER IST.

DOYMA

Wärmebedarf
niedrig hoch



Quelle: DBI-Gruppe, OpenStreetMap Data, Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community

Abb. 2: Entwicklung des jährlichen Wärmebedarfs bis 2040 unter Berücksichtigung der Bevölkerungsentwicklung, von Dämmmaßnahmen, EE-Wärme-Integration, etc.

- Wo ist ein Rückbau in den nächsten Jahren oder Jahrzehnten wirtschaftlich sinnvoll?

Demografischer und technologischer Wandel

Der demografische Wandel ist zukünftig eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen, die nahezu alle Lebensbereiche betrifft. Diese Veränderungen wirken sich dabei regional sehr unterschiedlich aus. Hierbei treten sowohl überregionale Effekte zwischen west- und ostdeutschen Bundesländern bzw. dem Norden und Süden als auch regionale Trends (Land-Stadt-Wanderung) auf. In einer gesamtdeutschen Betrachtungsweise wird von 2009 bis 2030 ein Bevölkerungsrückgang um 3,7 Prozent (ca. 3 Mio. Einwohner) erwartet [2] (Abb. 1). Hinzu kommt die Veränderung der Alterspyramide: Während bei Jugendlichen und jungen Er-

wachsenen bis 2030 der stärkste Rückgang zu erwarten ist, steigt der Anteil der über 60-jährigen.

Der demografische Wandel führt dabei nicht nur zu einem Bevölkerungsrückgang bzw. einer Verschiebung der Altersstruktur. Auch die Haushaltsgröße und die Zusammensetzung der Haushalte verändern sich. Bereits heute nimmt der Anteil der 1- und 2-Personen-Haushalte stetig zu (Tab. 1). Dieser Trend wird voraussichtlich auch in Zukunft fortgesetzt. Die gesamtdeutsche durchschnittliche Haushaltsgröße nimmt von aktuell 2,00 Personen bis zum Jahr 2030 auf 1,88 Personen pro Haushalt ab. Insbesondere die Stadtstaaten und die neuen Bundesländer weisen dabei geringe Haushaltsgrößen auf. Demgegenüber nimmt jedoch mit abnehmender Haushaltsgröße die spezifische Wohnfläche pro Person und damit auch der spezifische Wärmebedarf zu. In Kombination mit dem Bevölkerungsrückgang sowie der Bevölkerungsalterung treten somit vielschichtige Effekte auf, die regional unterschiedliche Auswirkungen haben. So ist in den kommenden Jahren beispielsweise vor allem im Raum München, Berlin und Hamburg mit einem gleichbleibenden bzw. steigenden Wärmebedarf zu rechnen, während in vielen ländlichen Regionen ein Rückgang dominiert.

Des Weiteren ist der zukünftige Wärmebedarf u. a. vom Nutzerverhalten (Suffizienz) sowie vom Sanierungszustand der Gebäude bzw. von Energieeffizienzmaßnahmen abhängig. Neben den Sanierungsmaßnahmen des Gebäudebestandes (durchschnittlich < 1 Prozent pro Jahr) treten auch regionale Einflüsse, wie Tendenzen zur Selbstversorgung durch erneuerbare Energien in ländlichen Gebieten, auf [5]. Insbesondere für leitungsgebundene Energieversorgungen wie Erdgas- oder Wärmenetze, deren Abnehmergebäude saniert und wärmegeklämt werden, können negative Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit des Versorgungssystems die Folge sein.

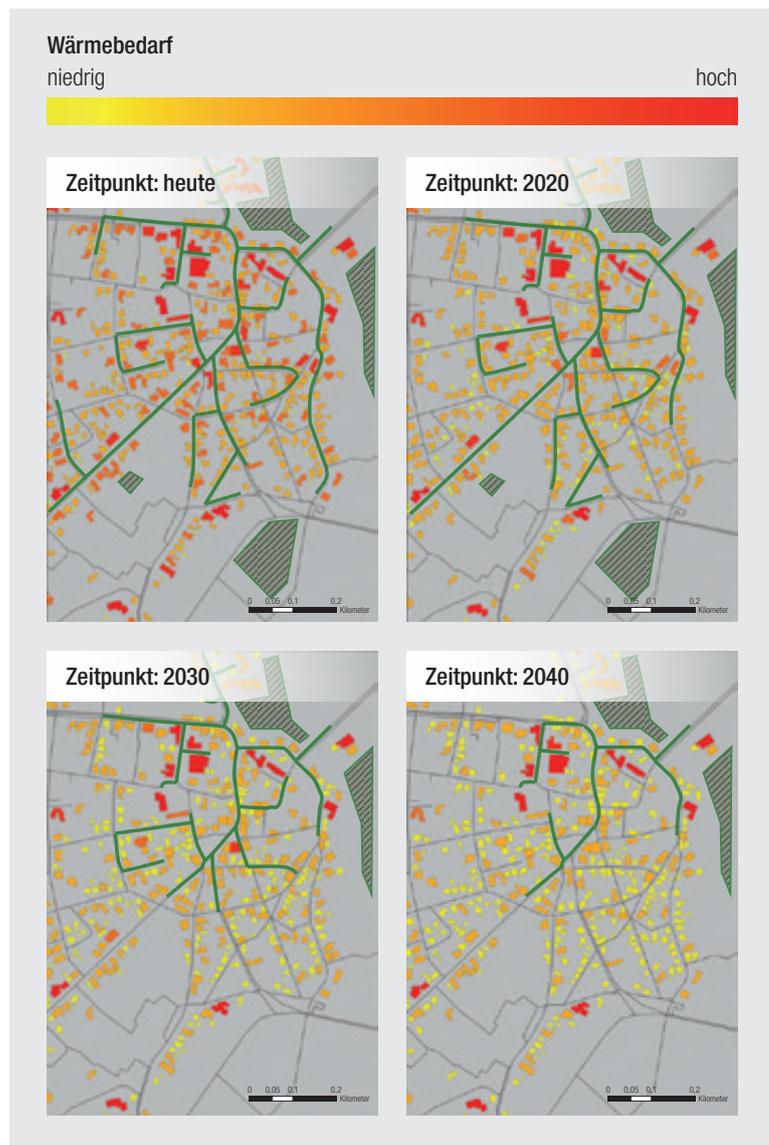
Die Wärmeversorgung in der Industrie wird zukünftig von mehreren Faktoren geprägt sein. Neben den Energieeinsparmaßnahmen und Effizienzsteigerungen kommen dabei zunehmend KWK-Systeme (KWK = Kraft-Wärme-Kopplung) zur Eigenversorgung mit Strom und Wärme zum Einsatz. Ein sehr großes und vielerorts wenig erschlossenes Potenzial bietet zudem die Abwärmenutzung. Für den wirt-

schaftlich und technisch effektiven Umgang mit Abwärme kann dabei grundsätzlich folgende Reihenfolge genannt werden:

- Vermeidung oder Verminderung des Auftretens von Abwärme durch geeignete Maßnahmen (insbesondere Prozess- bzw. Verfahrens-optimierung),
- Reintegration der Abwärme in den Prozess (Wärmerückgewinnung, z. B. durch Verbrennungsluftvorwärmung, oder Vorwärmung und/oder Trocknung der Ausgangsstoffe),
- betriebsinterne Verwendung der Abwärme auf einem möglichst hohen Temperaturniveau (Integration in andere Prozesse oder die Raumheizung/Warmwasserbereitung),
- Transformation in andere Nutzenergieformen (elektrische Energie, Klima-Kälte),
- Verwendung außerhalb des Betriebsgeländes, z. B. in anderen Unternehmen mit Wärmebedarf, zur Beheizung von Wohn- oder Geschäftsräumen sowie der Wärmebedarfsdeckung von kommunalen Gebäuden.

Langfristig nachhaltige Versorgungsstrukturen und Markterschließung

Detaillierte Kenntnisse über Gebäudebestand, Sanierungsgrad, Energieeffizienz, Heizsystem, Bevölkerungszahl und den daraus resultierenden aktuellen und zukünftigen Wärmebedarf sind eine unverzichtbare Grundlage für eine belastbare Energieversorgungsplanung und die Erschließung neuer Gebiete. Aus diesem Grund wurde bei der DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH eine umfangreiche Datenbank mit industriellen, gewerblichen und privaten Wärmeabnehmern angelegt, die mithilfe von Geoinformationssystemen (GIS) eine automatisierte Analyse erlaubt. Hierdurch ist es möglich, eindeutige, standortbezogene Netzausbau- oder Rückbaustrategien abzuleiten bzw. langfristig interessante Neukunden zu identifizieren. Für beliebig große Gebiete (Ort, Gemeinde, Landkreis, Bundesland etc.) wird in einem ersten Schritt der aktuelle Wärmebedarf ermittelt. Diese Analyse basiert auf den bereits beschriebenen, verschiedenen Gebäudedaten (u. a. Nutzungsart, Grundfläche, Baujahr, Sanierungszustand). In einem weiteren Schritt wird unter Berücksichtigung der regionalen und überregionalen Rahmenbedingungen und Entwicklungen (Sanierungsquote, demografischer Wandel etc.) der zukünftige Wärmebedarf prognostiziert.



Quelle: DBI-Gruppe, OpenStreetMap Data, Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community

In **Abbildung 2** sind die Ergebnisse dieser Vorgehensweise beispielhaft dargestellt. Wie anhand der Farbgebung ersichtlich ist, sinkt der Wärmebedarf in dem ausgewählten Ortsteil für die meisten Gebäude bis zum Jahr 2040 unterschiedlich stark ab. Ursache hierfür sind in diesem Fall insbesondere die verschiedenen Nutzungsformen, Ausgangszustände und Gebäudetypen. Darüber hinaus ist deutlich zu erkennen, wie sich Zentren mit hohen Wärmeverbräuchen (benachbarte Gebäude mit hohem Wärmebedarf) ausdünnen. Gleichzeitig heben sich Gebäude ab, die auch in 20 bis 30 Jahren voraussichtlich noch einen hohen Wärmebedarf aufweisen. Hierdurch ist bereits heute die Identifikation zukünftig wirtschaftlicher und damit langfristig interessanter Abnehmer möglich. Die Entscheidungsfindung, ob ein größeres Versorgungsnetz oder besser eine Einzelversorgung sinnvoll ist, wird durch die Analysen ebenso unterstützt.

Abb. 3: Versorgungsnetz (grün) inkl. möglicher Standort der Heizzentrale (grün schraffiert) bei einer Mindestwärmebelegung von $1.500 \text{ kWh a}^{-1} \text{ m}^{-2}$ bis 2040

Sollte die Wahl auf ein Versorgungsnetz fallen, so stellt sich als Nächstes die Frage, wie die optimale Trassenführung aussieht und welche weiteren Gebäude neben den größeren Wärmeabnehmern zu wirtschaftlichen Bedingungen mit angeschlossen werden können. Bei Versorgungsnetzen mit einer zentralen Wärmeerzeugung (BHKW, Heizkessel etc.) ist zudem zu klären, wo sich der jeweils optimale Standort befindet. Hierfür sind verschiedene lokale Rahmenbedingungen zu berücksichtigen (Netzlänge, Immissionsschutz, Grundstücksverfügbarkeit, Zugänglichkeit etc.). Auf Basis der DBI-Datenbank ist es möglich, diese Analysen deutschlandweit für beliebig große Gebiete durchzuführen und klare Projektansätze zu generieren.

Das Ergebnis ist für das beschriebene Beispiel in **Abbildung 3** dargestellt. In Abhängigkeit von einer grundsätzlich frei definierbaren Wärmebelegung (in diesem Falle $1.500 \text{ kWh a}^{-1} \text{ m}^{-1}$) sind für die einzelnen Betrachtungsjahre die jeweils möglichen Versorgungsnetze abgebildet. Deutlich zu erkennen sind dabei die jeweils versorgten Straßenzüge (grün) und die dazugehörigen Gebäude. Darüber hinaus sind auf den Teilabbildungen die möglichen Standorte (grün schraffierte Flächen) für die Heizzentrale (in diesem Falle BHKW mit Wärmenetz) ausgewiesen. Diese Flächenermittlung berücksichtigt dabei sowohl verschiedene planungsrechtliche Restriktionen als auch wirtschaftliche Rahmenbedingungen (kurze Leitungsverläufe etc.). Hierdurch lässt sich schnell und übersichtlich erkennen, wo mögliche Versorgungszentren liegen sollten. Bei größeren Betrachtungsgebieten (große Gemeinden, Landkreise, Bundesländer) sind diese computergenerierten Trassenvorschläge eine gute Planungsgrundlage für die weitere Projektentwicklung.

Im zeitlichen Verlauf reduziert sich die wirtschaftlich sinnvolle Größe des Wärmenetzes insbesondere aufgrund des sinkenden Wärmebedarfs der

Wohngebäude und der damit einhergehenden Unterschreitung der zuvor definierten Mindestwärmebelegung. Gleichzeitig ist aber erkennbar, welche Netzabschnitte auch in 20 bis 30 Jahren noch rentabel sein werden. Bedingt durch diese Veränderungen reduzieren sich auch die Flächen, die aus langfristiger wirtschaftlicher Sicht als Standort für die Heizzentrale in Frage kommen. Durch diese Vorgehensweise lässt sich somit schon heute das gesamte Versorgungssystem so planen, dass die Wirtschaftlichkeit auch in Zukunft sichergestellt ist.

Zusammenfassung

Die Herausforderung des demografischen und technologischen Wandels in der Wärmeversorgung betreffen sowohl die Energieversorgungsunternehmen als auch Industrie, Gewerbe, Kommunen und Privatpersonen. Seit vielen Jahren sind diese zum Teil grundlegenden Veränderungen (neue Heiztechnologien, Energieeinsparmaßnahmen etc.) messbar. Dieser Trend wird sich auch weiter fortsetzen und Auswirkungen auf die Wärmebereitstellung insgesamt und die leitungsgebundene Energieversorgung im Speziellen haben. Regional und lokal sind dabei die Folgen sehr unterschiedlich – insbesondere vor einem Planungshorizont von 20 bis 30 Jahren.

Vor diesem Hintergrund wurden bei der DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH Werkzeuge und Verfahren entwickelt, die aktuelle Energie-/Wärmeversorgungsstrukturen analysieren und bewerten können. Hierdurch lassen sich konkrete Prognosen und Analysen zu langfristig rentablen Einzel- oder Netzversorgungen durchführen und somit langfristig wirtschaftlich sinnvolle Erweiterungen oder Rückbaumaßnahmen aufzeigen. ■

Literatur:

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie – Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2011): Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen I – Deutschland – Energiedaten Tabelle 7, letzte Änderung: 29.11.2012.
- [2] Bertelsmann Stiftung (2011): Deutschland im demografischen Wandel 2030. Datenreport. (www.wegweiser-kommune.de/datenprognosen/laenderberichte/download/pdf/Laenderbericht_Deutschland.pdf), abgerufen am 15.05.2014.
- [3] Deutsche Energie-Agentur (2012), H. Seidl: Entwicklung des Wärmebedarfs in Deutschland – was sind die Auswirkungen auf die KWK-Ziele?, Vortrag vom 09.05.2012, Berlin (www.effiziente-energiesysteme.de/fileadmin/user_upload/PDF-Dokumente/Veranstaltungen/Kraft-WProzentC3ProzentA4rme-opplung_09.05.2012/05_Seidl_dena_KWK.pdf), abgerufen am 15.05.2014.
- [4] Statistisches Bundesamt (2011): Bevölkerung und Erwerbstätigkeit 2010. Entwicklung der Privathaushalte bis 2030. Ergebnisse der Haushaltsvorausberechnung. Artikelnummer: 5124001109004, Wiesbaden.
- [5] Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie (2011): Neue Energie für Thüringen. Ergebnisse der Potenzialanalyse. Erstellt von der Fachhochschule Nordhausen EKP Energie-Klima-Plan GmbH.

Die Autoren

Enrico Schuhmann, M.Sc. ist Projektleiter Biogastechnologie.

Dipl.-Wi.-Ing. Ronny Erler ist Leiter Biogastechnologie.

Prof. Dr.-Ing. Harmut Krause ist Geschäftsführer des DBI Freiberg und Leipzig.

Kontakt:

Dipl.-Wi.-Ing. Ronny Erler
DBI – Gastechnologisches Institut
gGmbH Freiberg
Halsbrücker Str. 34
09599 Freiberg
Tel.: 03731 4195-328
E-Mail: ronny.erler@dbi-gti.de
Internet: www.dbi-gti.de