

Überdimensionierung vermeiden Fünf Maßnahmen für mehr Effizienz und Wirtschaftlichkeit im Nahwärmenetz

Wie wirtschaftlich ein Nahwärmenetz arbeitet, wird durch die Qualität des Planungsprozesses und die Auswahl der optimalen Systembestandteile bestimmt – und dies für Jahrzehnte des Betriebs. Gleichwohl die sichere Versorgung an erster Stelle steht, darf dies nicht dazu führen, dass hohe Wärmeverluste zum Kostentreiber werden und den Wärmepreis für die Kunden belasten. Durch Ausschöpfen der Effizienzpotenziale lassen sich viele wirtschaftliche Versorgungslösungen auch außerhalb der verdichteten Bebauung in Städten umsetzen. Unter Einbeziehung konkreter Anwendungsfälle zeigt der Verfasser auf, wie das Potenzial erschlossen werden kann.

Nahwärmenetze müssen die Versorgungssicherheit der Anschlussnehmer gewährleisten. Gleichzeitig müssen sie möglichst effizient konzipiert und dimensioniert sein, um von den Betreibern wie Stadtwerken, Contractingunternehmen oder auch Energiegenossenschaften über lange Zeit wirtschaftlich betrieben werden zu können. Ein Maß für die Effizienz sind die Wärmeverluste. Diese gilt es möglichst gering zu halten.

Wärmeverluste minimieren – Effizienz steigern

In der Vergangenheit wurden Wärmenetze oftmals viel zu groß dimensioniert. Effizienzpotenziale wurden nicht oder nur in geringem Umfang ausgeschöpft. Das Ergebnis sind Wärmenetze, die teilweise Wärmeverluste von 25 % und mehr aufweisen. Die Folge ist ein unter energetischen und wirtschaftlichen Aspekten ineffizienter Betrieb mit einem daraus resultierenden (zu)

hohen Wärmepreis – und dies über viele Jahre.

Eine Wärmebedarfsdichte von 1,5 MWh/(m²a) wird vielfach als Mindestanforderung betrachtet. In ländlichen Strukturen und auch in Stadtrandgebieten wird diese Schwelle jedoch zumeist nicht erreicht. Grundsätzlich auszuschließen sind Nahwärmenetze an derartigen Standorten jedoch nicht. Vor allem dann nicht, wenn in diesen Gebieten (Ab-)Wärmequellen vorhanden oder günstig zu erschließen sind und damit die Verbrennung von fossilen Brennstoffen ganz oder zu großen Teilen abgelöst werden kann. Ein entscheidender Erfolgsfaktor ist

hier, Wärmeverluste konsequent zu minimieren. Dies gelingt im Dreiklang von intelligenter Netzkonzeption, optimaler Planung und Auswahl der passenden Systembestandteile.

Im Folgenden wird unter Einbeziehung konkreter Anwendungsfälle aufgezeigt, welches Potenzial hier verborgen ist und wie dieses mit fünf konkreten Maßnahmen erschlossen werden kann. Leitgedanke dabei ist: »Überdimensionierung vermeiden«!

Rücklauf temperaturniveau senken – Temperaturspreizung erhöhen

Sind die Gebäude für den Anschluss an das Nahwärmenetz identifiziert, der Wärmebedarf ermittelt und der Trassenverlauf konzipiert, können die erforderlichen Rohrleitungsdimensionen bestimmt werden. Dafür erforderlich ist die Festlegung der im Netz realisierbaren Temperaturspreizung ausgehend von der Vor- und Rücklauf temperaturniveau. Angestrebt werden hohe Spreizungen, damit die Leitungsdimension so klein wie möglich gewählt werden kann.

Eine Schlüsselrolle nehmen die Heizsysteme der Gebäude ein. Fehlt dort ein hydraulischer Abgleich der Heizkreise, führt dies zwangsläufig zu hohen Rücklauf temperaturen im Heizkreis und damit bei Anschluss an ein Wärmenetz auch zu hohen Rücklauf temperaturen im Netz. Ausgehend von einer Erhebung im Jahr 2012 ist



Olaf Kruse, Projektleiter
kommunale Wärmenetze,
Reha AG + Co, Erlangen

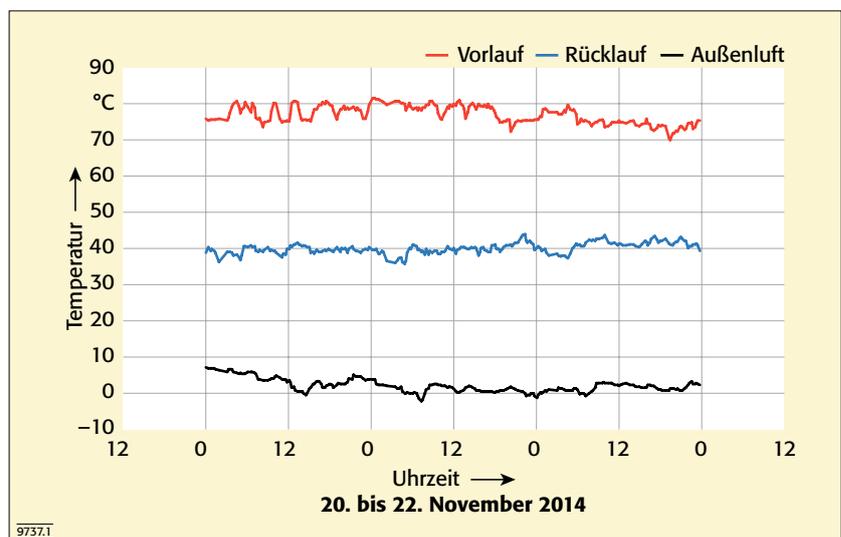


Bild 1. Temperaturverlauf Vorlauf und Rücklauf mit Spreizung 35 bis 40 K, 20. bis 22. November 2014

Quelle: CDE – Christian Deml Engineering

davon auszugehen, dass nach wie vor rund acht von zehn Heizungsanlagen hydraulisch nicht optimal betrieben werden (www.co2online.de, 2012).

Dass es auch anders geht, zeigt das Nahwärmeprojekt einer Energiegenossenschaft in Unterfranken. Durch umfassende Information, Sensibilisierung der Akteure durch die Verantwortlichen und konsequente Umsetzung des hydraulischen Abgleichs in den Bestandsgebäuden, die an das Wärmenetz angeschlossen wurden, werden Rücklauftemperaturen von 40 °C erreicht. In Verbindung mit einer Vorlauftemperatur von 75 bis 80 °C erreicht das Netz damit eine Temperaturspreizung von 35 bis 40 K (Bild 1). Vergleichbare Netze mit Gebäuden ohne hydraulisch abgeglichene Heizsysteme erreichen i. d. R. nur eine Temperaturspreizung von maximal 20 K. Die Berücksichtigung von Spreizungen von ≥ 20 K ermöglicht den Einsatz einer Leitung, die meist eine Dimension kleiner gewählt werden kann. Dies reduziert die Investitionskosten und vor allem die spezifischen Wärmeverluste. *Tafel 1* zeigt dazu ein Beispiel zum Transport einer Leistung von 300 kW. Für die Hausbesitzer rechnet sich die Maßnahme eines hydraulischen Abgleichs ganz unabhängig von der Frage eines Anschlusses an ein Wärmenetz im Schnitt nach 3,5 Jahren durch Minimierung des Wärme- bzw. Brennstoffverbrauchs (www.meine-heizung.de).

Die Fokussierung auf eine Vorlauftemperatur von 75 bis 80 °C unterstellt hier den Anschluss von Bestandsgebäuden an ein Nahwärmenetz. Im Neubau sowie bei sanierten Bestandsbauten kann das Temperaturniveau deutlich gesenkt werden, was dann automatisch auch zu einer (weiteren) Minimierung der Wärmeverluste im Netz führt.

Gleichzeitigkeitsfaktor einbeziehen

Weiteres Potenzial zur Minimierung der Rohrleitungsdimension birgt das Prinzip der Gleichzeitigkeit. Da praktisch niemals alle Anschlussnehmer gleichzeitig die maximale (theoretische) Anschlussleistung abfordern, kann die Summe aller einzelnen Leistungen um den Gleichzeitigkeitsfaktor reduziert werden. Auf Basis

Wärmeleistung	kW	300	300
Vorlauf-/Rücklauf-Temperatur	°C	80/60	80/50
Temperaturspreizung	K	20	30
mittlere Betriebstemperatur	°C	70	65
gewählte Rohrleitungsdimension (PMR)		Duo 75 x 6,8/202	Duo 63 x 5,8/182
spezifischer Druckverlust rd.	Pa/m	190	215
Strömungsgeschwindigkeit rd.	m/s	1,2	1,2
Wärmeverluste ¹⁾	W/m	16,8	13,1
		100 %	78 %

¹⁾ Angaben gemäß Technischer Information Rehau, Stand 03.2014

Tafel 1. Beispiel Rohrleitungsdimension und Wärmeverluste bei Temperaturspreizung 20 vs. 30 K

der vorliegenden Erfahrungen liegen Gleichzeitigkeitsfaktoren i. d. R. im Bereich von 0,9 bis 0,7, in Einzelfällen und bei Einsatz dezentraler Speicher sind auch Werte bis 0,5 möglich. Bei der Anwendung des Gleichzeitigkeitsfaktors wird jeder Trassenabschnitt einzeln betrachtet und ausgehend von der Anzahl der an dem Trassenabschnitt angeschlossenen Gebäude der zugehörige Faktor ermittelt. Im Ergebnis dieser Vorgehensweise ist der Gleichzeitigkeitsfaktor des Hauptstrangs (unmittelbar an der Heizzentrale) am kleinsten. Ein Wert von z. B. 0,7 führt zu einer Reduktion der für die Leitungsdimensionierung zu berücksichtigenden Leistung um 30 %.

Nebenstränge optimieren

Maßgebend für die Spezifizierung der Umwälzpumpe im Netz ist der

maximale Druckverlust. Dieser Druckverlust ist dem kritischen Strang zuzuordnen (Bild 2). Wenn die Netzstruktur unter Beachtung aller bestimmenden Randbedingungen ermittelt wurde, schließt sich die Ermittlung dieses kritischen Strangs an. Neben diesem Strang bestehen innerhalb der Netzstruktur weitere Trassenabschnitte, die sich vor allem durch ihre deutlich geringere Länge kennzeichnen lassen. Diese Nebenstränge gilt es zu optimieren. Dies geschieht durch einen iterativen Prozess, bei dem die Leitungsquerschnitte minimiert werden. Maßgebend ist, dass die spezifischen Druckverluste zum Teil deutlich höher sein dürfen als im kritischen Strang. Zu beachten ist, dass bestimmte Grenzgeschwindigkeiten nicht überschritten werden und der in einem Nebenstrang errechnete

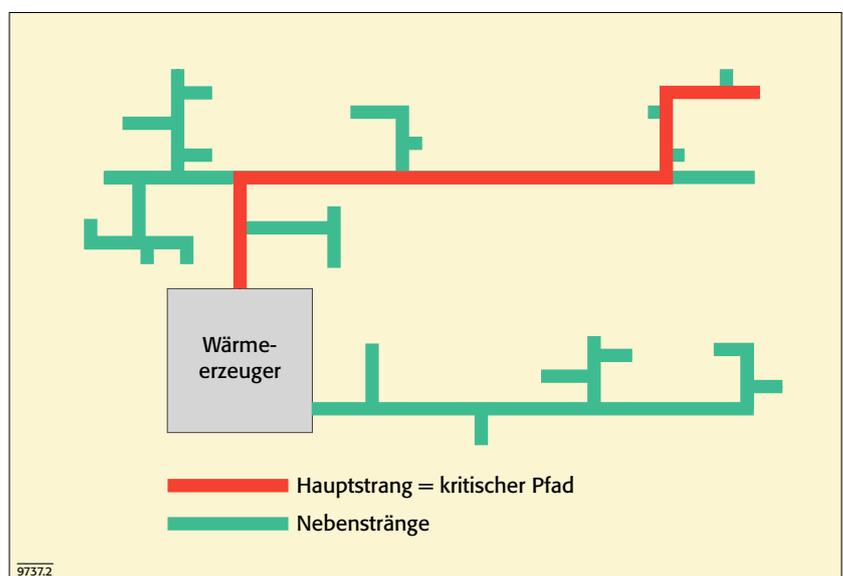


Bild 2. Netzstruktur mit Hauptstrang (kritischer Pfad) und Nebensträngen

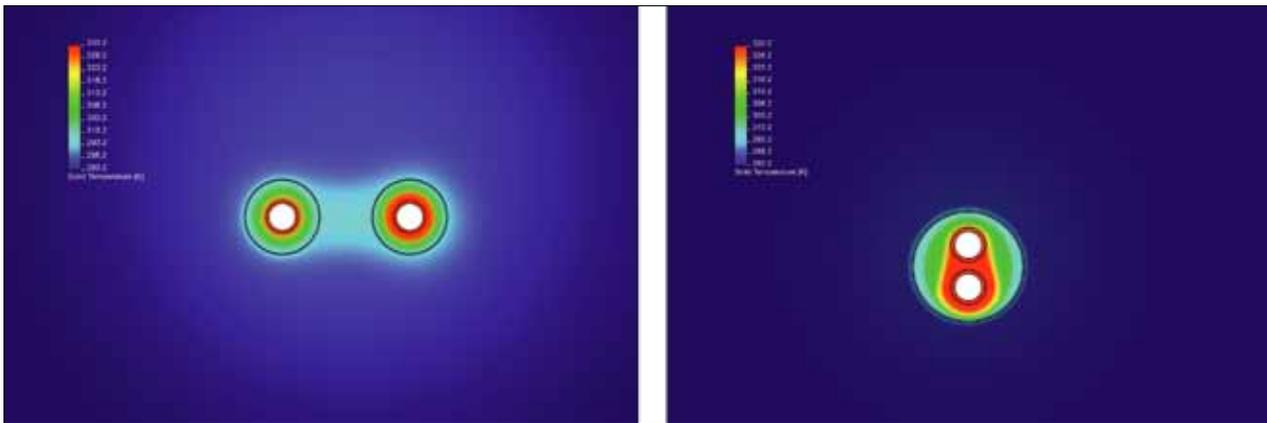


Bild 3. Visualisierung von Temperaturdifferenzen bei Uno- (l.) und Duo-Leitungen (r.)

Gesamtdruckverlust nicht höher ist als im zuvor identifizierten kritischen Strang. Im Rahmen dieses Prozesses der Netzoptimierung sind Gebäude, die beispielsweise für einen nachträglichen Anschluss vorgesehen sind, in der Betrachtung zu berücksichtigen. Ergebnis dieser Maßnahme: Die Rohrdimensionen in den Nebensträngen können kleiner ausfallen. So wird ein weiterer Beitrag zur Minderung von Investitions- und Betriebskosten geleistet.

Für Duo-Leitungen entscheiden

Jedes Nahwärmenetz besteht aus zwei Leitungen, einer Vorlauf- und einer Rücklaufleitung. Der Wärmeverlust bzw. die Wärmeübertragung an das die Leitung umgebende Erdreich ist u. a. von der Größe der wärmeaustauschenden Fläche abhängig. Werden zwei Medienleitungen in einem Außenmantel als Duo-Leitung zusammengefasst, verringert sich diese wärmeaus-

tauschende Fläche bezogen auf die beiden Leitungen (Bild 3). Der Einsatz von Duo-Leitungen wird von Wärmenetzplanern zunehmend berücksichtigt und findet sich in Leistungsbeschreibungen wieder. Einzel- bzw. Uno-Leitungen sind jedoch nach wie vor verbreitet im Einsatz, da diese einfacher zu verlegen sind. Bei flexiblen Rohrleitungssystemen – etwa von Rehau – wird einer möglichst einfachen Verlegung seit jeher besondere Aufmerksamkeit geschenkt. So ist der Rohraußenmantel mit einer Wellung versehen, um den Kraftaufwand beim Handling zu minimieren und kleinste Biegeradien zu ermöglichen. Davon ausgehend können auch größere Rohrdimensionen bis zur Abmessung d75 als Duo-Leitung eingesetzt werden und zu einer Minimierung der Wärmeverluste beitragen. Je nach Abmessung sind die spezifischen Wärmeverluste von Duo-Leitungen im Vergleich zu Uno-Leitungen 30 bis 35 % geringer. Positiver Nebeneffekt: Bei der Verlegung von lediglich einer Duo-Leitung kann der Graben schmaler ausgeführt werden, und dies ermöglicht eine Reduktion der Tiefbaukosten.

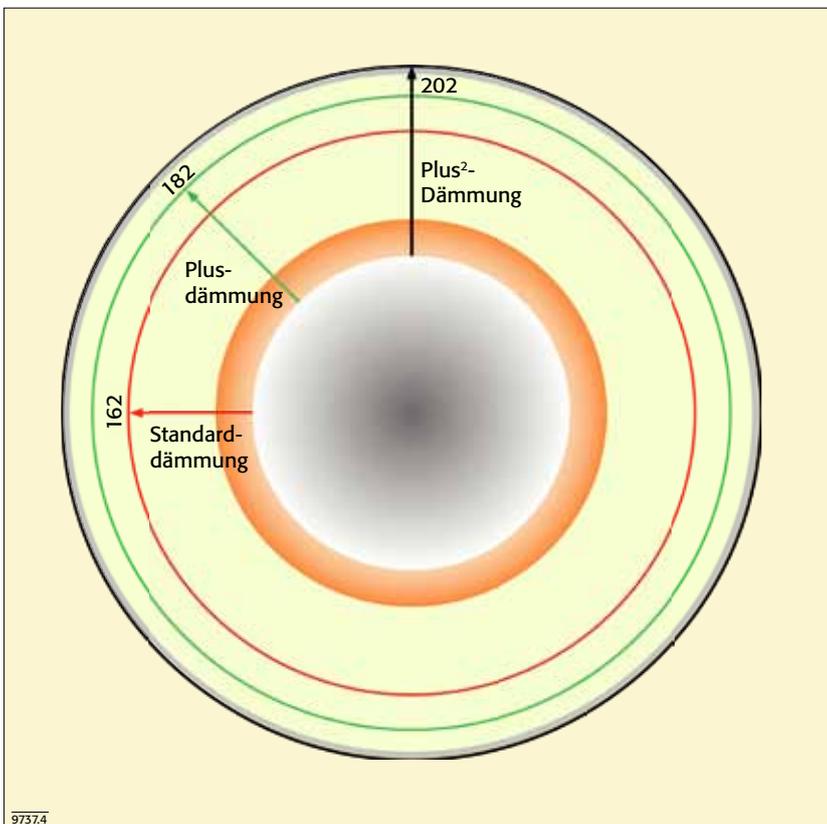


Bild 4. Standarddämmung einfach verstärkt (Plus) und zweifach verstärkt (Plus²) am Beispiel einer Uno-Leitung d110x10

Verstärkte Dämmung einsetzen

Vergleichbar zu der Außenwand eines Gebäudes gilt es, die Wärmeverluste bei erdverlegten Rohrleitungssystemen durch Einsatz von hochwertigen und langlebigen Dämmmaterialien zu minimieren. Dabei spielt die Dämmstärke abhängig von den Medienrohrdurchmessern eine entscheidende Rolle: Mit steigenden Brennstoff-

preisen steigen auch die Wärmegestehungskosten. Der Einsatz erhöhter Dämmstärken wird unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten interessanter. Im Gegensatz zu den vorgenannten Maßnahmen geht es hier nicht um eine Reduktion der Material- und damit Investitionskosten, sondern um eine Mehrinvestition in eine einfach oder zweifach verstärkte Dämmung (Bild 4). Diese amortisiert sich in vielen Fällen bereits nach rund zehn Jahren. Bei Kalkulation einer Refinanzierung des Nahwärmenetzes über 20 oder mehr Jahre führt dies automatisch dazu, dass der Wärmepreis trotz Mehrinvest niedriger ausfallen kann.

Ergebnis: Deutlich geringere Wärmeverluste gegenüber dem Standard

Was die Umsetzung der Maßnahmen konkret für ein Nahwärmenetz bedeutet, lässt sich anhand von drei Wärmenetzen, die sich durch ihre Wärmebedarfsdichte unterscheiden, nachvollziehen. Die kennzeichnenden Daten der Netze sind Tafel 2 zu entnehmen. In Bild 5 sind die Ergebnisse in Form der prozentualen Wärmeverluste dargestellt. Bekanntermaßen steigen die Wärmeverluste mit sinkender Wärmebedarfsdichte überproportional. Durch einen optimalen Prozess von Netzkonzeption und intelligenter Netzplanung in Verbindung mit der Auswahl hochwertiger Systemkomponenten können die Verluste gegenüber einem Standardnetz mehr als halbiert werden.

Fazit: Netzeffizienz durch Vermeidung von Überdimensionierung ermöglicht Netzausbau

Werden die Effizienzpotenziale bei der Konzeption, Planung und Umsetzung von Nahwärmenetzen ausgeschöpft, können diese deutlich wirtschaftlicher betrieben und auch noch dort realisiert werden, wo dies sonst nicht möglich wäre. Wichtig ist, dass eine Überdimensionierung – unabhängig von der Berücksichtigung möglicher Reserven für spätere Netzanschlüsse – konsequent vermieden wird. Die notwendigen und hier dargestellten Maßnahmen dazu sind: Absen-

		Netz 1	Netz 2	Netz 3
Anzahl der Wärmeabnehmer		39	18	20
Netzlänge	m	1 155	810	1 260
Wärmebedarf	kWh	1 735 000	810 000	630 000
Wärmebedarfsdichte	kWh/(m*a)	1 500	1 000	500
Wärmeverluste				
Standard ¹⁾³⁾ – absolut	kW	22,8	15,4	23,9
optimiert ²⁾³⁾ – absolut	kW	9,6	6,7	10,6
Standard ¹⁾⁴⁾ – prozentual	%	10,4	14,3	25,0
optimiert ²⁾⁴⁾ – prozentual	%	4,6	6,7	12,8
Verlustminderung durch	%	58	57	56
Optimierung				
¹⁾ Standard: VL-/RL-Temperatur 80/60, Spreizung 20 K, keine Gleichzeitigkeit, Uno-Leitungen, Nebenstränge nicht optimiert, Standarddämmung				
²⁾ optimiert: VL-/RL-Temperatur 80/40, Spreizung 40 K, Gleichzeitigkeit berücksichtigt, Duo-Leitungen, Nebenstränge optimiert, zweifach verstärkte Dämmung				
³⁾ Angaben gemäß Technischer Information Rehau, Stand 03.2014. Für eine konkrete ortsbezogene Planung ist Anhang C der DIN EN 15632 zu beachten.				
⁴⁾ Verhältnis von Wärmeverlust zu Wärmeerzeugung (Wärmeerzeugung = Wärmeverkauf + Wärmeverlust)				

Tafel 2. Netzdaten und Wärmeverluste im Vergleich

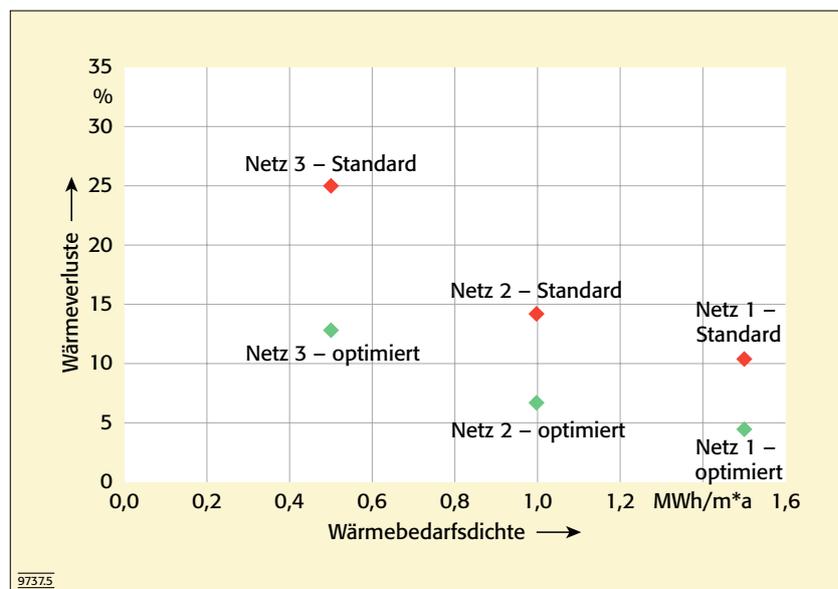


Bild 5. Wärmeverluste abhängig von der Wärmebedarfsdichte und Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen

ken der Netzurücklauf-temperatur und Erhöhung der Temperatur-spreizung, Ermittlung und Berücksichtigung der Gleichzeitigkeiten, Optimierung von Nebensträngen, Einsatz von Duo-Rohrleitungen sowie ergänzend die Verwendung von einfach oder zweifach verstärkter Dämmung. In der Summe ermöglicht dies den weiteren Neu- und Ausbau von effizienten Wärmenetzen wie er von der Bundesregierung zur Erreichung der Klimaschutzziele gefordert und gefördert wird. Der Auf- und Ausbau von Wärmenetzen, die den Anforderungen an die Netzeffizienz genügen, soll da-

rüber hinaus künftig auch seitens der Bundesländer stärker gefördert werden. So hat beispielsweise das Umweltministerium Baden-Württemberg angekündigt, noch 2015 eine entsprechende Förderrichtlinie zu veröffentlichen. ■

Olaf.Kruse@rehau.com

www.waermewende.info

www.rehau.de/kommunale-waerменetze