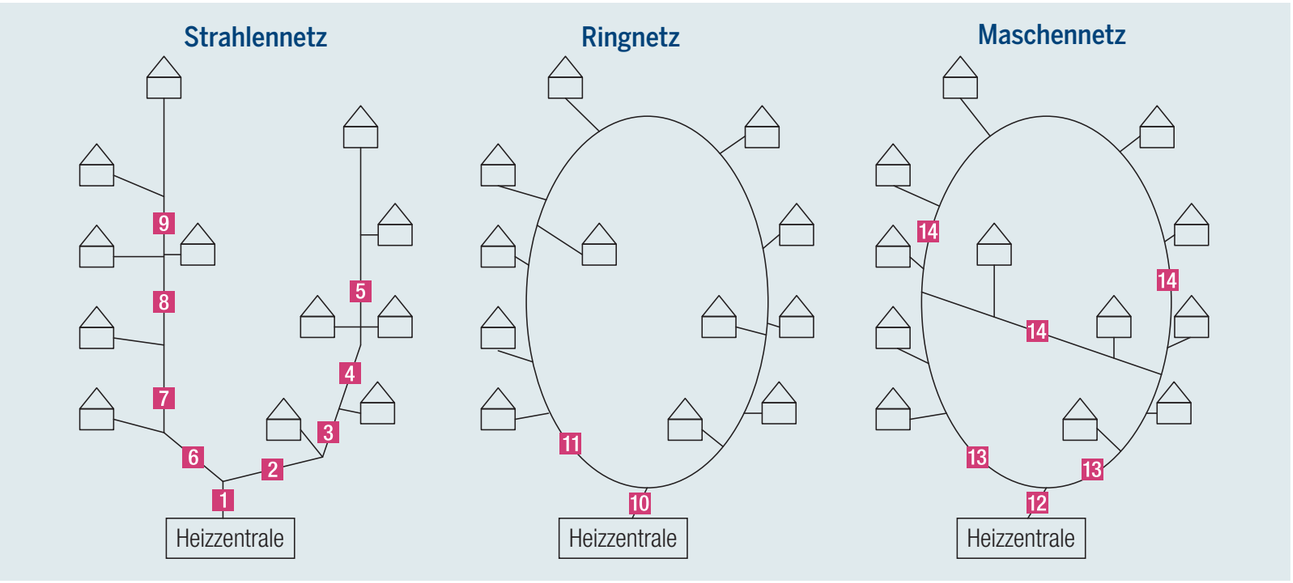

= 5 Anschlussnehmer = 10 kW

Abb. 1: Die Entscheidung für eine Netzform richtet sich nach den Kosten der Rohre, der Versorgungssicherheit sowie den nachträglichen Erweiterungsmöglichkeiten. Grafiken (2): Rehau

Jeder Planer muss die örtlichen Anforderungen kennen und individuelle Berechnungen anstellen. Bei genauer Planung lässt sich die Effizienz der Nahwärme verbessern.

Durch die verbrauchsnahe Erzeugung und die Nutzung lokaler Rohstoffe könnten Heizkosten eingespart und die regionale Wertschöpfung gesteigert werden, sagen die Befürworter von Nahwärmenetzen. Um eine Wirtschaftlichkeit zu erreichen, sind allerdings bei der Konzeptionierung und Auslegung viele Aspekte zu beachten, damit es bei dem Transport der Wärme durch die Rohre nicht zu hohen Verlusten kommt. Vor allem gibt es auch verschiedene neue, noch selten angewandte Ansätze zur Effizienzsteigerung von Nahwärmenetzen.

Sonderdruck aus:
SONNE WIND & WÄRME 07/2013
SONNE WIND & WÄRME

In der Regel wird ein Nahwärmenetz ganzjährig und nicht nur im Winter betrieben werden. Ausgelegt wird es auf die Spitzenlast im Winter. Den größten Teil des Jahres wird das Wärmenetz allerdings nur in Teillast betrieben. Die maximale Leistung wird an sehr wenigen Stunden im Jahr benötigt. Deswegen sollte das Nahwärmenetz so schlank wie möglich ausgelegt werden. Für die Rohrdimensionierung werden die maximale Fließgeschwindigkeit und der maximale Druckverlust herangezogen. Die Fließgeschwindigkeit sollte in der Regel 1,5 bis 2,0 m/s nicht überschreiten und der spezifische Druckverlust sollte nicht größer als 200-300 Pa/m sein. Maßgebend ist jedoch der maximale Gesamtdruck von etwa 7 bar, der nicht überschritten werden darf. Das Netz muss so dimensioniert werden, dass die jährlichen Gesamtkosten aus Investitions- und Betriebskosten, bezogen auf einen bestimmten Nutzungszeitraum, minimiert werden.

Richtige Netzform wählen

Im Vorfeld der Errichtung eines Nahwärmenetzes muss die Netzgeometrie bedacht werden. Es sind drei unterschiedliche Formen – Strahlen-, Ring- und Maschennetz – möglich (siehe Abb. 1). Jede dieser Netzformen hat Vor- und Nachteile, je nach in der Praxis gegebenen Kriterien. Die Entscheidung richtet sich nach den Kosten, die sich aus der notwendigen Nennweite der Rohrsysteme ergeben, der Versorgungssicherheit sowie nachträglicher Erweiterungsmöglichkeiten.

Bei der Dimensionierung der Ringleitungen werden u.a. die Kirchhoff´schen Gesetze berücksichtigt. Die Knotenregel besagt, dass alle zu einem Knoten oder Verzweigungspunkt hinfließenden Ströme gleich der Summe der abfließenden Ströme sind. In der Wärmeversorgung bedeutet dies, dass alle zu einem Knoten oder Verzweigungspunkt hinfließenden Wasservolumina gleich der Summe der abfließenden Wasservolumina sind. Unter Berücksichtigung der Maschenregel können somit die Ring- und Maschennetze schlanker dimensioniert werden. Folglich kann im Idealfall bei einem Ringnetz die gesamte Ringtrasse auf die Hälfte der Maximalleistung ausgelegt werden, wohingegen sich dies im Falle von Strahlennetzen mit jeder Abzweigung reduziert.

Aus Abbildung eins und Tabelle eins lässt sich ablesen, dass bei Maschennetzen im hier oberen Ringabschnitt kleiner dimensioniert werden kann, da bereits ein Teil der Leistung von weiter unten angesiedelten Anschlussnehmern abgenommen worden ist. Noch kostengünstiger lässt sich in der Regel das traditionelle Strahlennetz dimensionieren, da hier die Durchmesser der Rohre, die weiter von der Heizzentrale entfernt sind, kleiner werden können. Das bringt niedrigere Beschaffungskosten sowie niedrigere Wärmeverluste mit sich. Dennoch ist ein Strahlennetz nicht immer die richtige Wahl, da auch der Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt werden muss.

Bedingt durch den individuellen, zeitlich unterschiedlichen Verlauf der Leistungsanforderung der einzelnen Abnehmer, kommt es zu einer zeitlichen Streuung der Leistungsspitzen. Dieser Effekt wird als Gleichzeitigkeit bezeichnet und ist dafür verantwortlich, dass sich die tatsächlich erforderliche maximale Gesamtleistung gegenüber der Aufsummierung der individuellen Maximalleistungen verringert.

Somit hat der Gleichzeitigkeitsfaktor bei Ringnetzen einen weitaus größeren Einfluss als bei Strahlennetzen, da die Anschlussnehmerzahl bei ersteren konstant bleibt, sodass ein niedrigerer Gleichzeitigkeitsfaktor auf das gesamte Netz angewendet werden kann (siehe Tab. 1). Dadurch wird der Kostennachteil der Ringnetze gegenüber den Strahlennetzen deutlich abgemildert.

Bei der Versorgungssicherheit haben Ring- und Maschennetze Vorteile gegenüber Strahlennetzen. Für den Fall, dass die Leitung an einer Stelle im Netz gekappt wird, besteht bei Strahlennetzen keine Möglichkeit, die Anschlussnehmer mit Wärme zu versorgen. In Ring- und Maschennetzen kann die Wärme mit der halben Leistung über den jeweils anderen Weg zu den Abnehmern transportiert werden. Weiter lassen sich Ring- bzw. Maschennetzen leichter erweitern als Strahlennetze. Dies liegt zum einen daran, dass sich

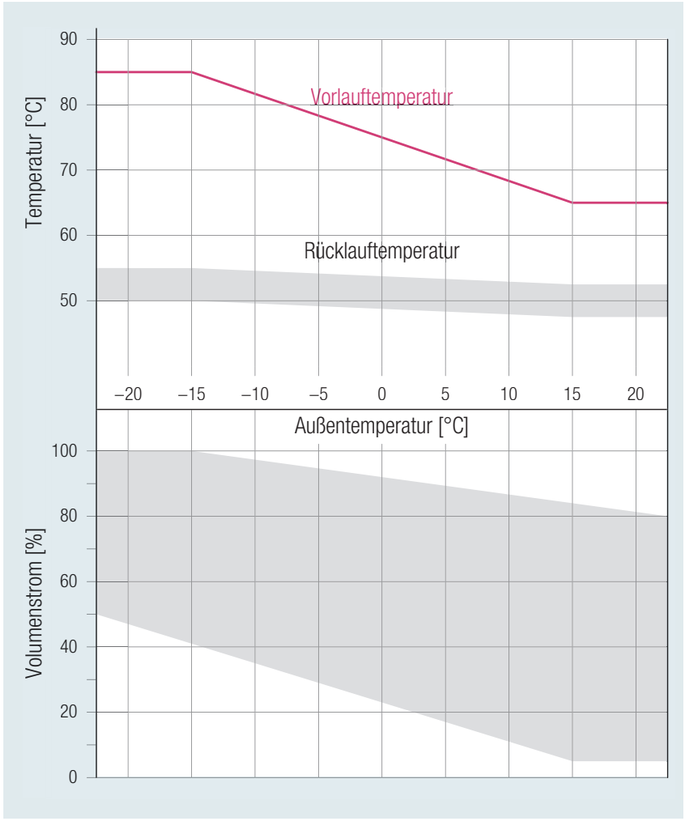

Abb. 2: Netzregelung, kombinierte Fahrweise aus Temperatur- und Mengenregelung

Trassenabschnitt[1]	Netzvariante	Abnehmer	GLF	Leistung mit GLF [kW]	Leistung ohne GLF
1	Strahlnetz	60	0,70	420	600
2	Strahlnetz	30	0,86	258	300
3	Strahlnetz	25	0,89	222,5	250
4	Strahlnetz	20	0,92	184	200
5	Strahlnetz	10	0,97	97	100
6	Strahlnetz	30	0,86	258	300
7	Strahlnetz	25	0,89	222,5	250
8	Strahlnetz	20	0,92	184	200
9	Strahlnetz	10	0,97	97	100
10	Ringnetz	60	0,70	420	600
11	Ringnetz	60	0,70	210	300
12	Maschennetz	60	0,70	420	600
13	Maschennetz	60	0,70	210	300
14	Maschennetz	10	0,80	160	200

Tab. 1: Die Dimensionierungskennzahlen für die verschiedenen Trassenabschnitte variieren je nach Netzform und unter Einbezug des Gleichzeitigkeitsfaktors (GLF). Quelle: Rehau

1 Die Trassenabschnitte eins bis 14 beziehen sich auf die Trassenabschnitte, die in Abbildung eins zu sehen sind.

ggf. zusätzlich benötigte Wärmeerzeuger einfacher in das Netz integrieren lassen und zum anderen, da ein nachträglicher Anschluss fast überall im Netz möglich ist.

In der Praxis werden bisher fast ausschließlich Strahlennetze gebaut. Als Grund nennen Ingenieurbüros und Projektentwickler zumeist fehlende Erfahrungen mit den Alternativen. Für jedes Projekt sollte jedoch anhand der infrastrukturellen Gegebenheiten, der Einbindung der Wärmeerzeuger, der Netzgröße und der Anforderungen an die Wärmeversorgung geprüft werden, welches die passende Netzform ist.

Wärmebedarf ermitteln

Für die Wärmebedarfsermittlung ist die Summe der Anschlussleistung aller Anschlussnehmer ausschlaggebend für die Höhe der maximal benötigten Leistung und des daraus resultierenden Wärmebereitstellungskonzepts. Die Berücksichtigung des Gleichzeitigkeitsfaktors (< 1) ermöglicht es den Planern, das Netz kleiner zu dimensionieren. Wenn bei der Leistungsermittlung mit groben, oft zu hohen Leistungen kalkuliert wird, wird das Nahwärmenetz zu groß dimensioniert. Dies führt zu unnötig hohen Investitionskosten und zu jährlich höheren Wärmeverlustkosten.

Um auf brauchbare Ergebnisse zu kommen, hat die Praxis gezeigt, dass sich zwei Varianten zur Ermittlung der Nennleistung als nützlich erweisen. Entweder kann der Wärmebedarf über den Energieverbrauch aus früheren Jahren unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades und der Vollbenutzungsstunden des Kessels oder über den Energieverbrauchskennwert (Energiebedarf bezogen auf die zu beheizende Wohnfläche) und die Vollbenutzungsstunden ermittelt werden. Für das Gesamtnetz ist außerdem relevant, ob zusätzliche Anschlussnehmer geplant sind.

Professionell betreiben

Die Netztemperaturen prägen die Effizienz. Anzustreben ist eine Spreizung von mindestens 25 bis 30 K bei einer möglichst niedrigen Netzvorlauftemperatur, um die Wärmeverluste, die proportional zur mittleren Temperatur aus Vor- und Rücklauf sind, zu minimieren. Die Netzregelung erfolgt in den meisten Fällen über eine kombinierte Fahrweise aus Temperaturregelung (Änderung der Vorlauftemperatur) und Mengenregelung (Änderung des Volumenstroms).

Mit einem solch kombinierten Regelungsverfahren kann auf kurzfristige Lastspitzen mit einer Durchflusserhöhung aus einem Puffer schnell reagiert werden, während zeitlich und saisonal abhängige Laständerungen über eine Netztemperaturregelung kompensiert werden können (siehe Abb. 2, Netzregelung), sodass geringere Wärmeverluste auftreten.

Bisher werden für Nahwärmenetze ein oder zwei drehzahlgeregelte Hauptpumpen am Heizhaus installiert – eine größere für den Winter- und eine kleinere für den Sommerbetrieb. Nachteil ist, dass sobald ein Abnehmer Wärme anfordert, die Hauptpumpe anspringen muss. Mittlerweile können für Nahwärmenetze dezentrale Pumpen an jedem Heizkörper installiert werden. Statt einer Hauptpumpe mit Überschussregelung wird bei jedem Anschlussnehmer primärseitig eine dezentrale Pumpe installiert. Es ergeben sich niedrigere Pumpenstrom- und Wärmeverlustkosten.

Messen, puffern, regeln

Statt zentralen Pufferspeichern zur Kompensierung der zeitlichen Differenzen von Wärmeproduktion und -bedarf können dezentrale Speicher installiert werden – entweder bei jedem Abnehmer oder für jeweils mehrere Anschlussnehmer. Dann können die Anlagen und die Rohrleitungen kleiner und somit kostengünstiger dimensioniert werden. Ebenso ist es möglich bei einem bestehenden Wärmenetz durch die nachträgliche Montage von dezentralen Puffern weitere potenzielle Abnehmer anzuschließen und somit für eine bessere Auslastung des Netzes zu sorgen.

Auch bei der Wärmeerzeugung lassen sich dezentrale Ansätze realisieren. Eine Option ist der Einsatz von dezentralen Heizkesseln in Ring- und Maschennetzen. Ein weiteres Wärmebereitstellungskonzept wäre die Teilversorgung. Das heißt, die Anschlussnehmer behalten ihre bisherigen Heizungen und im Netz können hohe Vollbenutzungsstunden erreicht werden. Mittlerweile besteht auch die Möglichkeit, einen Trendrechner zur Vorhersage künftiger Verbrauchs- und Leistungsanforderungen einzusetzen. Die Vorhersage basiert auf zurückliegenden Leistungsanforderungen, deren zugehöriger Uhrzeit inklusive Wochentag sowie der vorherrschenden Außentemperatur. Dank derartiger Trendrechner kann mit einer zuverlässigen Wettervorhersage schließlich der zu erwartende Leistungsbedarf für einige Stunden vorhergesagt werden.

Um langfristig die Effizienz von Nahwärmenetzen zu maximieren, gilt es, sich im Vorfeld gezielt Gedanken zu machen und den Mut zu haben, ausgetretene Wege zu verlassen. Dabei ist es stets ratsam, ein starkes, kompetentes Partnernetzwerk für die Planung, Konzeptionierung und Auslegung an seiner Seite zu haben. Ebenso zentral ist die Wahl des richtigen Materials. Hierbei sollte es die Qualität sein, die die Entscheidung beeinflusst, schließlich sollen die Rohrsysteme über Jahrzehnte zuverlässige Wärmeversorgung mit minimalen Wärmeverlusten gewährleisten.

Markus Euring, Rehau AG + Co

Nahwärme

Netz ist nicht gleich Netz

Sonderdruck aus:
SONNE WIND & WÄRME 07/2013