Krammer Verlag Düsseldorf AG, 78./79. Jahrgang, 12/2013 - 1/2014

SANITÄR + HEIZUNGS TECHNIK

Zeitschrift für Planung, Berechnung und Ausführung von sanitär-, heizungs- und klimatechnischen Anlagen

Kaskade für niedrige Rücklauftemperaturen

Stadtwerke Rosenheim entwickeln Hocheffizienz-Fernwärmeübergabestation

Sonderdruck

Kaskade für niedrige Rücklauftemperaturen

SW Rosenheim entwickeln Hocheffizienz-Fernwärmeübergabestation (Teil 1)

DR. GÖTZ BRÜHL, REINHARD BIELMEIER, HORST NEUGEBAUER, EDWIN WEINMANN*

Die Zukunft der Fernwärme wird von den beteiligten Branchen teilweise sehr kontrovers eingeschätzt. Während die klassischen Fernwärmeunternehmen alles daran setzen, ihre Netze für die Zukunft fit zu machen, steht die klassische Heizungsbranche dem Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen eher skeptisch bis ablehnend gegenüber. Realität ist, dass die bestehenden Netze und deren Peripherie derzeit in hohem Tempo modernisiert werden. Dabei geht es unter anderem darum, die Rücklauftemperaturen primär- und sekundärseitig abzusenken.

Vor diesem Hintergrund haben die Stadtwerke Rosenheim gemeinsam mit zwei Partnern eine dreistufig kaskadierte Fernwärmeübergabestation entwickelt, die ganzjährig niedrige Rücklauftemperaturen sicherstellt, den Pumpenstromverbrauch senkt und die Warmwasserhygiene verbessert. Unterstützt wird die primärseitige Maßnahme durch den hydraulischen Abgleich des Heizungsverteilnetzes.

Der Markt für Heizsysteme ist im Wandel, auch wenn die Veränderungen eher langsam verlaufen. Gegenüber 2011 baute die Fernwärme ihren Marktanteil bei neuen Wohnungen von 16,4 auf 16,6 Prozent aus; Wärmepumpen und Holz-/Pelletheizungen legten ebenfalls leicht zu. Auch im Wohnungsbestand konnte sich die Fernwärme mit 12,7 Prozent Anteil, bezogen auf 2011, gut behaupten. (Bilder 1 und 2)

Eines der wichtigsten Ziele der Fernwärmeunternehmen ist, die Netze durch Druck- und Temperaturabsenkungen auf den sinkenden spezifischen Heizwärmebedarf von Bestandsgebäuden und Neubauten vorzubereiten. Damit kann sowohl Primärenergie als auch in hohem Maße Pumpenstrom eingespart werden. Die Stadtwerke Rosenheim sind im Rahmen ihres Energiekonzepts 2025+ dabei, die Modernisierung des Fernwärmenetzes offensiv anzugehen und damit die Fernwärme im Wettbewerb zu anderen Heizsystemen und Energieträgern neu zu positionieren. Die gezielte Rücklauftemperaturabsenkung hat folgende Vorteile:

- Reduzierung des Volumenstroms
- Reduzierung der Leistung für die Umwälzpumpen im Fernwärmenetz
- Erhöhung der Transportkapazität in bestehenden Leitungsnetzen
- Erhöhung des Kraftwerkswirkungsgrades
- Erhöhung des Anteils an der Stromerzeugung in Heizkraftwerken, ebenso in Blockheizkraftwerken und Geothermiekraftwerken
- Erhöhung des Brennstoffnutzungsgrades bei gleichzeitiger Reduzierung der CO_2-Emission
- Verminderung der thermischen Ausdehnung des Rücklaufs, dadurch materialschonender Betrieb
- Verminderung der Wärmeverluste des Rücklaufs
- Verbesserung der Rahmenbedingungen zur Einkopplung von erneuerbaren Energien, zum Beispiel Abwärme aus industriellen und verfahrenstechnischen Prozessen, Groß-Solaranlagen und Geothermieanlagen

In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Wirkung hydraulischer Abgleichmaßnahmen im Fernwärmenetz zur Senkung der Rücklauftemperaturen – ohne Berücksichtigung der Fernwärmeübergabestationen und der sekundärseitigen Kundenanlagen – begrenzt ist. Entscheidenden Einfluss auf die Rücklauftemperatur hat die hydraulische Verschaltung der Fernwärmeübergabestation, der hydraulische Abgleich des kundenseitigen Heizungsnetzes sowie die Art der Trinkwassererwärmungsanlage und deren Zirkulationssystem.

*Dr.-Ing. Götz Brühl, Geschäftsführer Stadtwerke Rosenheim; Reinhard Bielmeier, Bereichsleiter Versorgungstechnik Stadtwerke Rosenheim, Horst Neugebauer, Abteilungsleiter Fernwärme, Stadtwerke Rosenheim; Edwin Weinmann, Planungsbüro Weinmann, München/Wielenbach

Simulationsrechnung auf der Basis des AGFW-Mustergebäudes

Aufgrund der langjährigen Erfahrungen sowie der aktuellen Erkenntnisse über die Energieflüsse und Temperaturverläufe in Fernwärmeübergabestationen haben sich die Stadtwerke Rosenheim entschieden, die klassischen Stationen nach und nach durch eine Kaskadenlösung zu ersetzen. Um die Wirkungsweise der kaskadierten Fernwärmeübergabestation zu verstehen, ein kurzer Rückblick: Die klassische Fernwärmeübergabestation besteht in der Regel aus einem Plattenwärmeübertrager zur Systemtrennung zwischen Fernwärmenetz (Primärnetz) und Kundenanlage (Sekundärnetz) mit einem parallelen Abgang für das Heizungssystem und einem Abgang für die Trinkwassererwärmung (TWE) (Bild 3). Simulationsberechnungen im Auftrag der Stadtwerke Rosenheim auf Basis des AGFW-Mustergebäudes – 27 Wohneinheiten, 160 kW Heizleistung, Warmwasserspeicher mit innenliegenden Rohrschlangen – führen bei der parallelen Anordnung der Verbraucher zu einer Rücklauftemperatur im Jahresmittel (volumenstromgewichtet) von 57,5 °C. Dabei tragen Heizsystem und TWE unterschiedlich zur Bildung der Rücklauftemperatur bei. Während sich im Heizsystem durch die witterungsgeführte Fahrweise des Sekundärsystems gleichmäßig tiefe Rücklauftemperaturen einstellen, führt das Speicherladesystem sowie die klassische Zirkulationsanbindung des Warmwassers über den Speicher insbesondere bei geringem Warmwasserverbrauch (nachts, vor-/nachmittags) zu hohen Rücklauftemperaturen. Durch das kältere Rücklaufwasser vom Heizsystem stellt sich bei Außentemperaturen zwischen 0 °C und 15 °C wegen der zeitweise hohen Rücklauftemperatur aus dem Speicherladesystem eine Mischrücklauftemperatur ein, die über der Rücklauftemperatur der Heizungsanlage liegt. Ab der Heizgrenze bei ca. 15 °C Außentemperatur bestimmt nur noch der Speicherbetrieb die Rücklauftemperatur, die bei abgesenkter Netztemperatur (Außentemperatur >+8 °C) auf über 60 °C ansteigt. Bei Außentemperaturen <+8 °C bis -15 °C und gleitend ansteigender Fernwärmevorlauftemperatur (max. 120 °C bei -10 °C Außentemperatur) kann die Rücklauftemperatur im Fernwärmenetz bis knapp unter 80 °C ansteigen. Eindeutige Ursache für die hohe Rücklauftemperatur ist einerseits die parallele

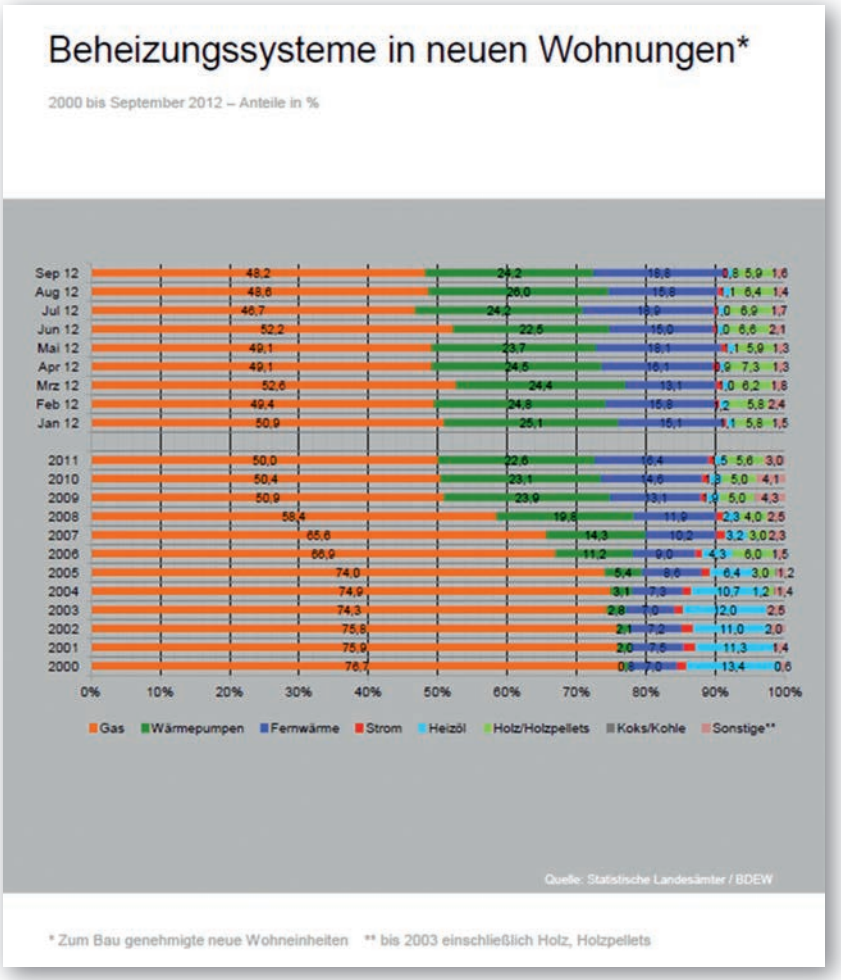

Bild 1 • Beheizungssysteme in neuen Wohnungen
Abb. Statistische Landesämter / BDEW AG-Energiebilanzen

Beheizungsstruktur in %	1996	2000	2005	2010	2011*
Gas	39,7	44,5	47,6	49,0	49,1
Heizöl	33,6	32,6	31,0	29,6	29,3
Fernwärme	12,1	12,3	12,5	12,6	12,7
Strom (einschl. Wärmepumpen)	6,3	5,9	5,8	6,1	6,1
Weitere Brennstoffe	8,3	4,7	3,1	2,7	2,8
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Wohnungsbestand (in Mio.)	35,7	36,9	37,8	38,2	38,3

Bild 2 • Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes
Abb. Statistische Landesämter / BDEW AG-Energiebilanzen

Anordnung von Heizungsanlage und Trinkwassererwärmungsanlage, andererseits auch die Art der Trinkwassererwärmung mit großem Speichervorrat und permanenter Nachladung zur Sicherstellung der nach DVGW Arbeitsblatt W 551 vorgegebenen Mindesttemperatur von 60 °C. Ebenso trägt die hydraulische Einbindung des Zirkulationssystems in den Speicherbetrieb sowie die Vorgabe einer Mindesttemperatur im Zirkulationsrücklauf von 55 °C zur Rücklauftemperaturanhebung bei. Zu den hohen Speichertemperaturen sowie der Art des Speicherbetriebs gibt es aus hygienischen Gründen (siehe DVGW Arbeitsblatt W 551) bei den klassischen Fernwärmeübergabestationen jedoch keine wirtschaftliche Alternative.

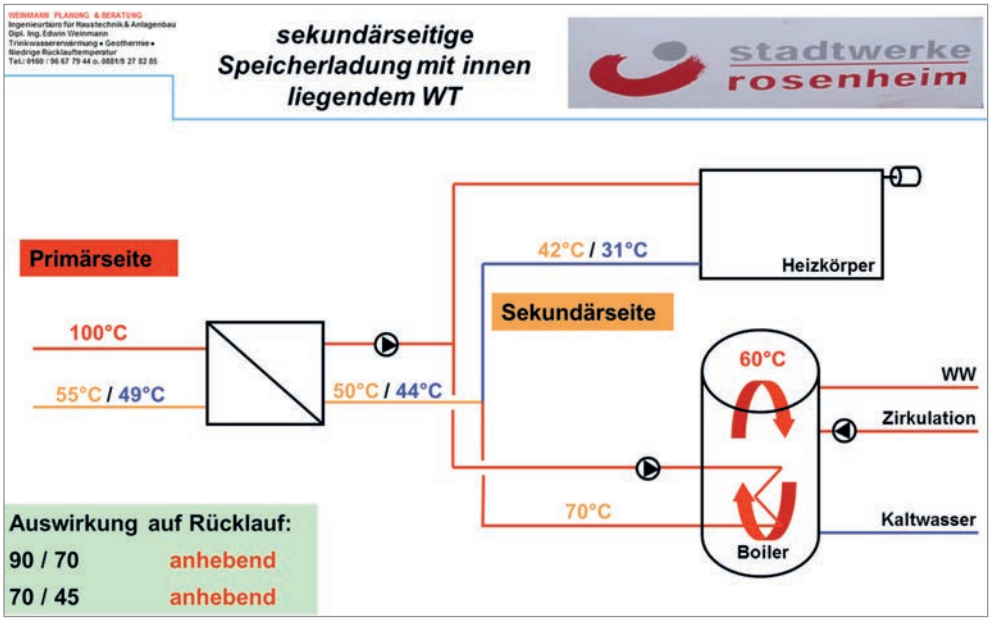

Bild 3 • Konventionelle Fernwärmeübergabestation mit sekundärseitiger Speicherladung über innenliegenden Wärmetauscher. Die Speicherrücklauftemperatur ist dabei die bestimmende Größe für die Aufheizung des Fernwärmerücklaufs

Kaskadierung der Nutzeranlage anstatt Parallelanschlüsse

Ordnet man die Wärmeströme einer fernwärmeversorgten Heizungsanlage nach exergetischen Gesichtspunkten, so drängt sich die Kaskadierung der unterschiedlichen Wärmeabnehmer geradezu auf (Bild 4). Wichtigster Ansatzpunkt ist, die hohe Fernwärmevorlauftemperatur am primärseitigen Übergabepunkt dem Wärmeverbraucher mit dem ganzjährig höchsten Temperaturanspruch zuzuweisen. Es ist also naheliegend, das hohe Temperaturniveau zunächst für den Nacherhitzer der Trinkwassererwärmungsanlage zu nutzen und das niedrigere Temperaturniveau, das heißt, das Wärmeniveau des Rücklaufs aus der Trinkwassererwärmung der Heizungsanlage als Vorlauf zur Verfügung zu stellen. Die Energieexperten der Stadtwerke

Bild 4 • Die dreistufige Kaskadenlösung wurde nach den Vorgaben der Stadtwerke Rosenheim von der italienischen Spezialfirma Amarc DHS gebaut

Bild 5 • Detail der Strahlpumpe mit Stellantrieb. Strahlpumpen zeichnen sich durch schnelle Lastwechsel bei hoher Regelgüte aus

Bild 6 • Spezielle Regler mit Kalkschutzfunktion im Vorlauf des Nacherhitzers Trinkwarmwasser verhindern den Kalkausfall

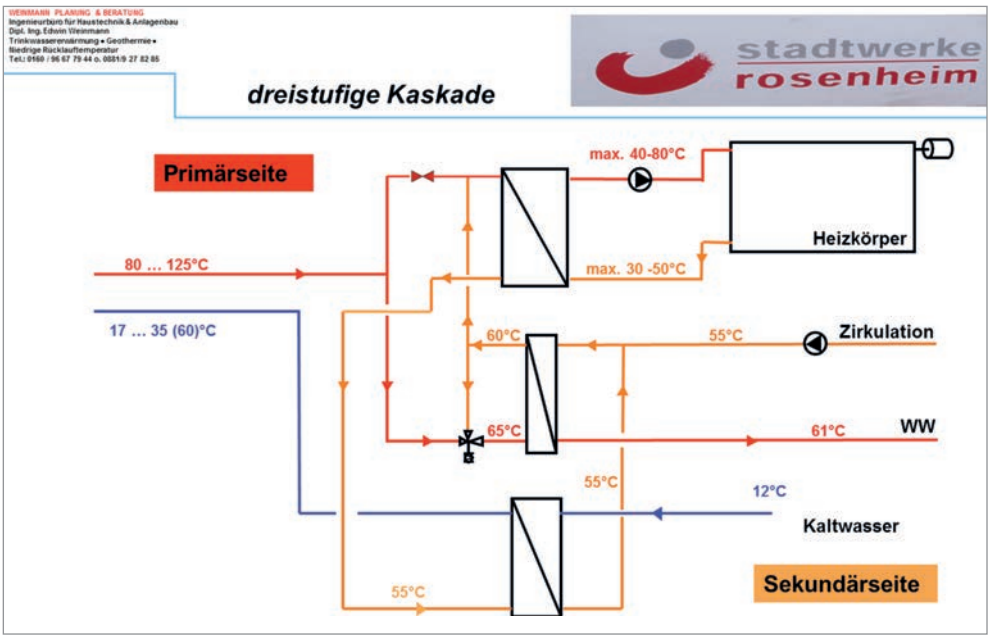

Bild 7a • Dreistufig kaskadierte Fernwärmeübergabestation mit Strahlpumpe. Die Kaskade beginnt beim Wärmeübertrager mit der saisonal höchsten Temperaturanforderung (Zirkulation oder Heizungsanlage); die Vorerwärmung der Trinkwassererwärmung ist nachgeschaltet

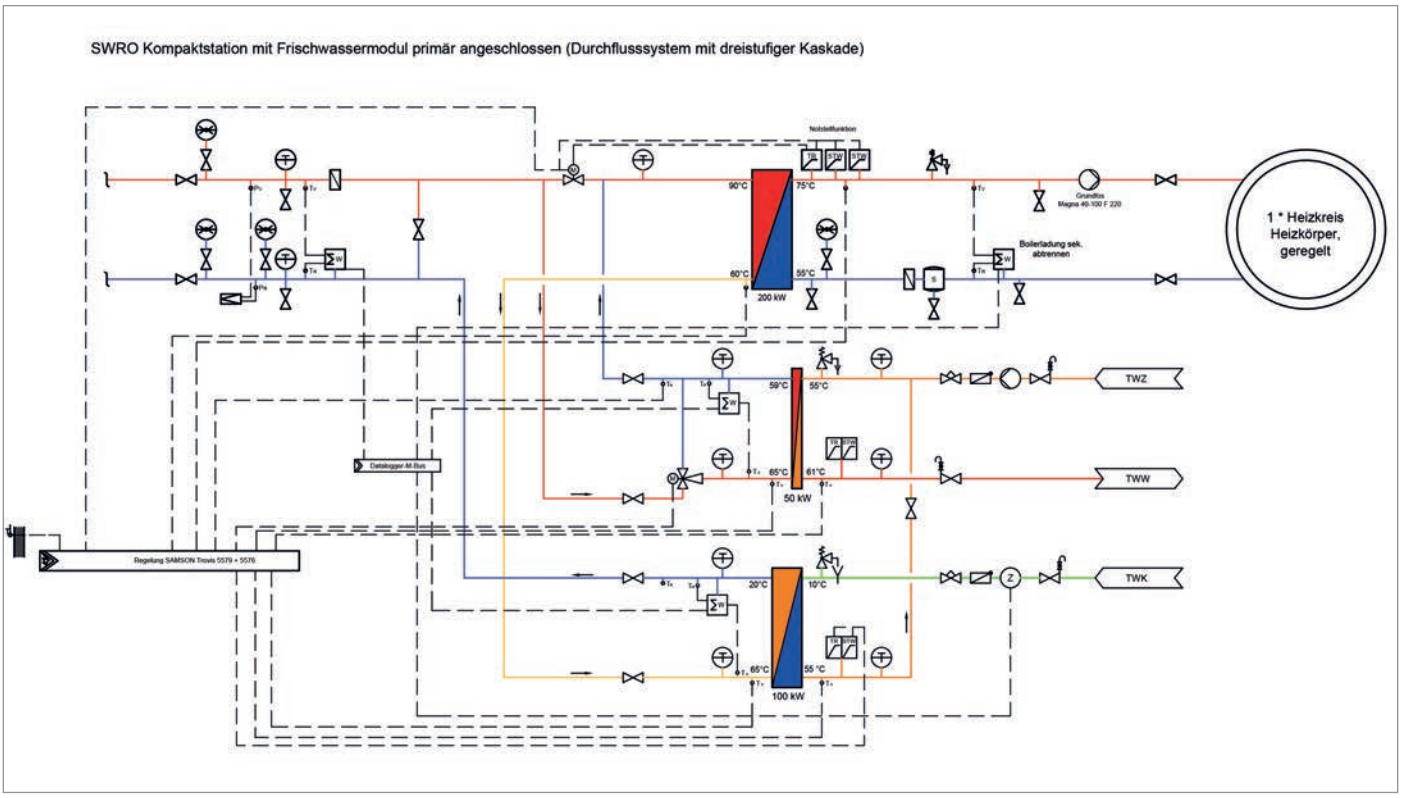

Bild 7b: Schema der dreistufigen Kaskade mit Aktorik und Sensorik. Die Anordnung entspricht der gebauten Kaskade im Pilotprojekt "Pfaffenhofenerstraße"

Rosenheim gingen noch einen Schritt weiter und kamen zu folgender Lösung:

- Die sekundärseitige Warmwasser-Vorratsspeicherung mit großen Warmwasserspeichern wird durch eine primärseitig angeschlossene bedarfsgeführte zweistufige Trinkwassererwärmung im Durchflussprinzip abgelöst. Hierfür wird eine Strahlpumpe als Antrieb und Regelung präferiert. (Bild 5) Vorteil: Regelungsbereich von 0 bis 100 Prozent, schnelle Lastwechsel bei hoher Regelgüte auch bei sehr kleinen Abnahmemengen, keine zusätzliche elektrische Umwälzpumpe auf der Primärseite erforderlich.
- Die Nachheizung der Warmwasserzirkulation erfolgt nicht mehr über das Speicherwasser, sondern über einen separaten Plattenwärmeübertrager auf der Primärseite, der in der Kaskade als erster durchströmt wird.
- Die für Speicher typische Verkalkung der Rohrschlangen durch hohe Vor-

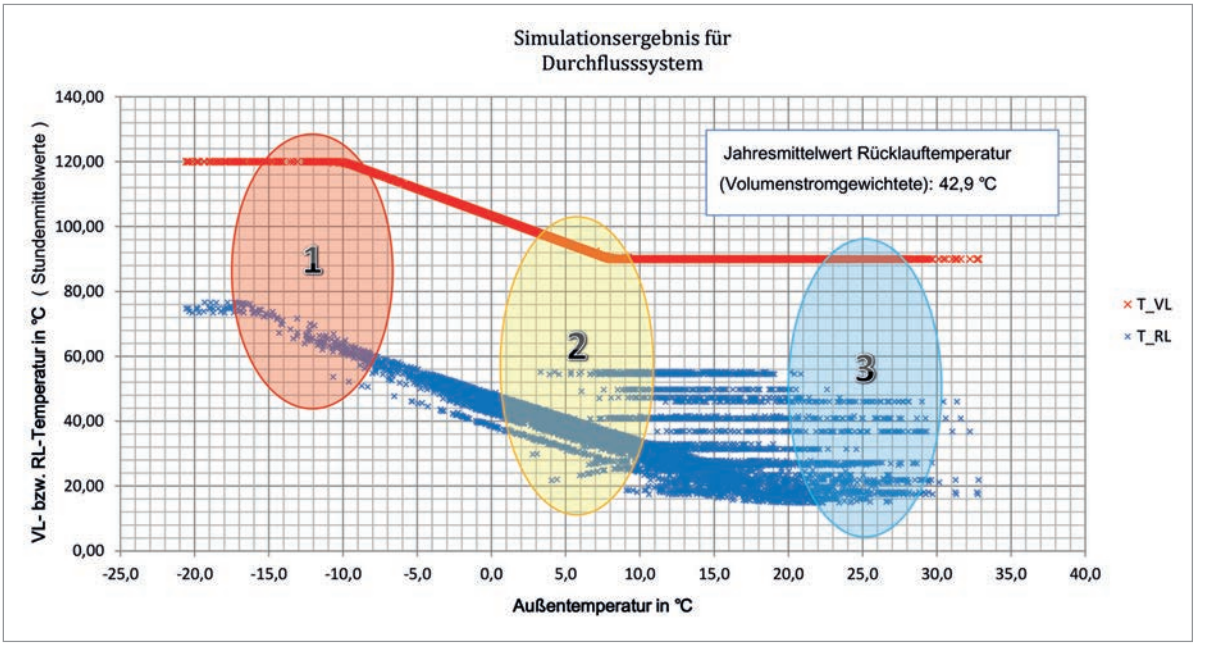

Bild 8 • Im Vorfeld der Umsetzung wurde die Hocheffizienz-Fernwärmeübergabestation bei drei jahreszeitlich typischen Betriebsbedingungen auf Basis des AGFW-Mustergebäudes simuliert

lauftemperaturen des Heizmediums wird bei den Plattenwärmeübertragern durch eine spezielle Kalkvermeidungsstrategie (Abregelung bei 65 °C) mit Hilfe der Strahlpumpe minimiert. (Bild 6)

- Eine thermische Desinfektion des Warmwassers nach DVGW Arbeitsblatt W 551 ist nur noch notwendig, wenn Gefahr im Verzug ist. Die Vorkehrungen dazu müssen jedoch auch Anlagen mit Plattenwärmeübertragern vorhanden sein (Bild 7).

Die Stadtwerke Rosenheim beließen es nicht bei den theoretischen Überlegungen und setzten die Erkenntnisse in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Weinmann Planung & Beratung, München/Wielenbach, und der Herstellerfirma Amarc DHS, Besana in Brianza/Italien, auch praktisch um.
Um sicher zu gehen, dass alle Betriebsbedingungen berücksichtigt sind, wurde die Hocheffizienz-Fernwärmestation im Vorfeld der Umsetzung bei drei jahreszeitlich typischen Betriebsbedingungen für das AGFW-Mustergebäude mit 27 Wohneinheiten simuliert. (Bild 8) Annahme: Auf der Primärseite variiert die Vorlauftemperatur zwischen 125 und 80 °C, die Auslegungstemperatur für den Rücklauf liegt bei maximal 60 °C.

Betriebsbedingung 1: sehr niedrige Außentemperatur

Bei Außentemperaturen zwischen -7 °C und -18 °C sind die Vor- und Rücklauftemperaturen des Heizkreises sehr hoch (120°C/60 °C bei Auslegungsbedingungen). Sobald die Rücklauftemperatur des Heizkreises 55 °C übersteigt, erfolgt die Abkühlung des Fernwärmerücklaufs auf unter 60 °C ausschließlich durch den Betrieb des Trinkwassererwärmers. Allgemein gilt: Je höher die Warmwasserentnahme, desto stärker wird der Fernwärmerücklauf abgekühlt. Im Tagesdurchschnitt wird eine FW-Rücklauftemperatur von 57,5 °C erreicht. Bei Spitzenzapfungen im Warmwassernetz kann die FW-Rücklauftemperatur auf 40 °C absinken (Bild 9).

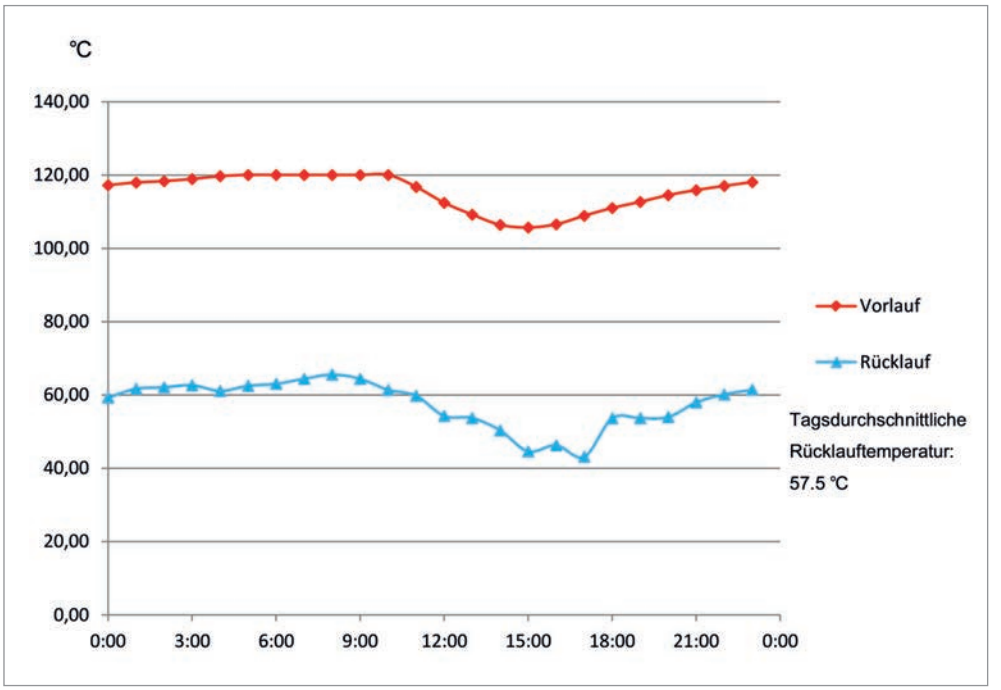

Bild 9 • Betriebsbedingung 1: Niedrige Außentemperaturen; Vor- und Rücklauftemperaturen sind sehr hoch; der Fernwärmerücklauf wird nur vom Trinkwassererwärmer weiter abgekühlt

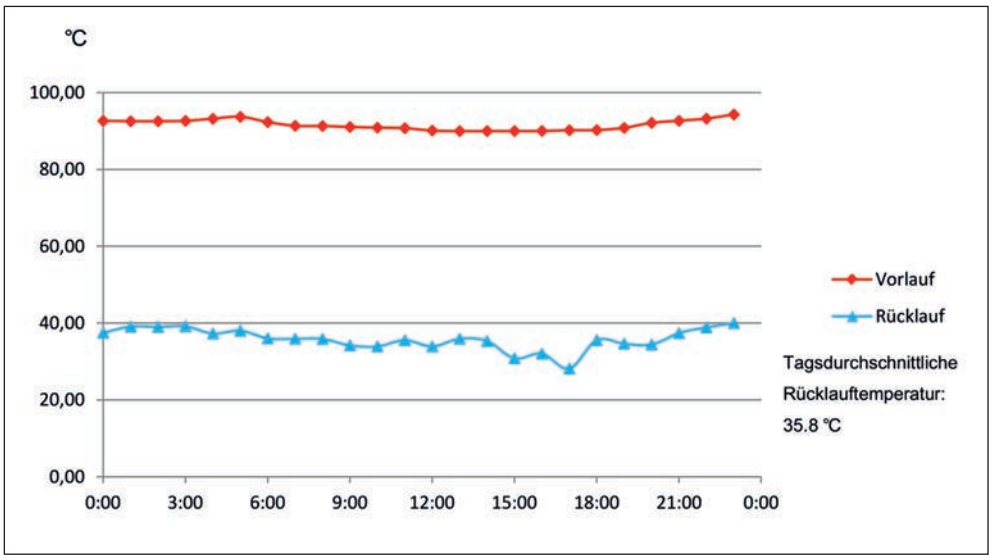

Bild 10 • Betriebsbedingung 2: Milde Außentemperaturen; Heizwasser-Rücklauftemperatur kann unter 55 °C absinken. Heizwasser trägt zur Abkühlung des Fernwärmerücklaufs bei

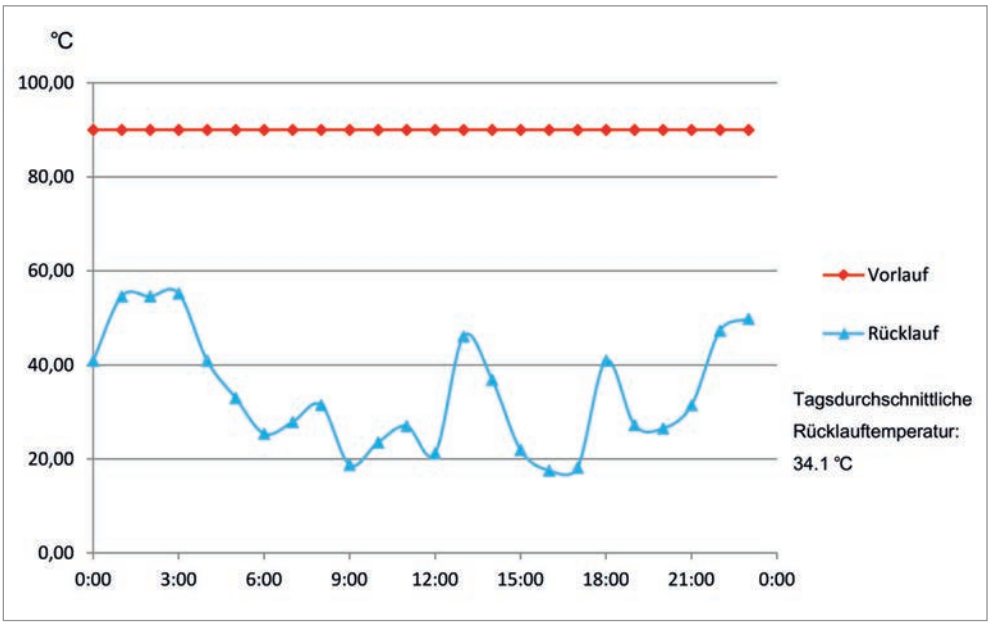

Bild 11 • Betriebsbedingung 3: Heizfreie Zeit; der Fernwärmerücklauf wird ausschließlich durch den Trinkwassererwärmer gekühlt

Betriebsbedingung 2: Übergangszeit

Bei Außentemperaturen zwischen +1 °C und 11 °C (FW-Vorlauftemperatur ca. 95 °C) sinkt die Heizungsrücklauftemperatur auf unter 55 °C ab. In diesem Fall trägt der Heizungsrücklauf zur Abkühlung des Fernwärmerücklaufs bei. Durch die Spitzenzapfung bei der Trinkwassererwärmung am Abend kann es zeitweise zu einer FW-Rücklauftemperatur von unter 30 °C kommen. Im Tagesdurchschnitt liegt die Rücklauftemperatur stabil bei 35,8 °C (Bild 10).

Betriebsbedingung 3: heizfreie Zeit

Bei ausgeschalteter Heizungsanlage wird die Temperatur des Fernwärmerücklaufs ausschließlich durch die Trinkwassererwärmung bestimmt. Ja nach Zapfmenge variiert die Rücklauftemperatur zwischen 55 °C (geringe / keine Abnahme) und unter 20 °C (maximale Zapfmenge). Im Tagesdurchschnitt stellt sich eine FW-Rücklauftemperatur von 34,1 °C ein (Bild 11).

Vergleicht man die Ergebnisse aus der Simulation der konventionellen Fernwärmeübergabestation mit den Simulationsergebnissen der Kaskadenlösung, sinkt durch die Kaskade der Jahresmittelwert der Fernwärmerücklauftemperatur theoretisch von 57,5 °C auf 42,9 °C. Durch die höhere Spreizung im Fernwärmenetz wird gleichzeitig der Volumenstrom der Musteranlage von 6.715,8 m^3/Jahr auf 4.842,2 m^3/Jahr gesenkt. Umgerechnet auf die Pumpenleistung ergibt sich aus der Temperaturabsenkung von 15 Kelvin eine Stromeinsparung von 27 Prozent (Bild 12).

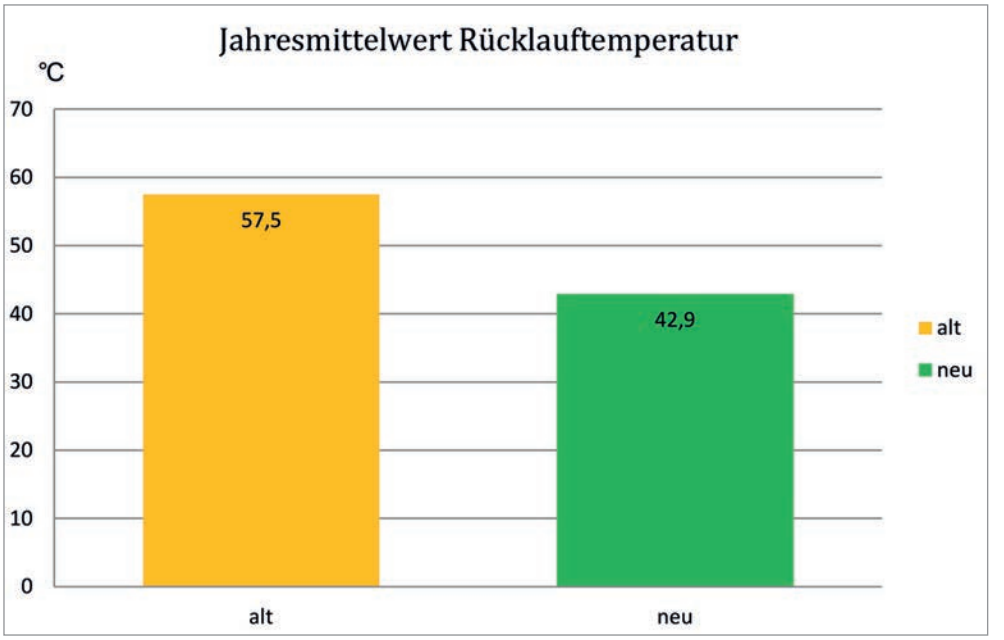

Bild 12 • Rücklauftemperatur (Jahresmittel) bei konventioneller (links) und Kaskadierter Fernwärmeübergabestation (rechts). Durch die mittlere Temperaturabsenkung von 15 Kelvin werden rund 27 Prozent an Pumpenstrom eingespart

Kaskade für niedrige Rücklauftemperaturen

SW Rosenheim entwickeln Hocheffizienz-Fernwärmeübergabestation (Teil 2)

DR. GÖTZ BRÜHL, REINHARD BIELMEIER, HORST NEUGEBAUER, EDWIN WEINMANN*

Die Zukunft der Fernwärme wird von den beteiligten Branchen teilweise sehr kontrovers eingeschätzt. Während die klassischen Fernwärmeunternehmen alles daran setzen, ihre Netze für die Zukunft fit zu machen, steht die klassische Heizungsbranche dem Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen eher skeptisch bis ablehnend gegenüber. Realität ist, dass die bestehenden Netze und deren Peripherie derzeit in hohem Tempo modernisiert werden. Dabei geht es unter anderem darum, die Rücklauftemperaturen primär- und sekundärseitig abzusenken.

Bild 13 • Das Mehrfamilienhaus „Pfaffenhofener Straße" in Rosenheim ist das Pilotprojekt für die dreistufige Hocheffizienz-Fernwärmeübergabestation (40 Wohneinheiten, 160 kW Heizwärmebedarf, Trinkwassererwärmung 140 kW, 2 Personen je WE, 75 Liter/Tag und Person)

Mut zum Downsizing bei der Trinkwassererwärmung

Die wichtigste Erkenntnis aus der Analyse bestehender Anlage und den Ergebnissen der Simulationsberechnungen ist zweifellos die: konventionelle Trinkwassererwärmungsanlagen (Speicher) tragen maßgeblich zu den ansteigenden Rücklauftemperaturen in Fernwärmenetzen bei. Das hängt unter anderem damit zusammen, dass Warmwasser-Vorratsspeicher durchweg überdimensioniert sind. Meist wurden Leistungseinbußen durch Verkalkung der Rohrschlangen bzw. der Wärmeübertrager schon bei der Planung durch großzügige Zuschläge einkalkuliert. Durch Stagnation sowie geringe Strömungsgeschwindigkeiten in den Rohrleitungen sind solche Systeme jedoch anfällig für Legionellen. Beim Einsatz von Frischwasserstationen mit Plattenwärmeübertragern muss der Planer radikal umdenken. Wer hier normgerecht auslegt, riskiert eine schnelle Verkalkung der Wärmetauscherflächen. Selbst die Empfehlungen des sogenannten „Gleichzeitigkeitskata-

*Dr.-Ing. Götz Brühl, Geschäftsführer Stadtwerke Rosenheim; Reinhard Bielmeier, Bereichsleiter Versorgungstechnik Stadtwerke Rosenheim, Horst Neugebauer, Abteilungsleiter Fernwärme, Stadtwerke Rosenheim; Edwin Weinmann, Planungsbüro Weinmann, München/Wielenbach

logs“ nach den Messungen der TU-Dresden gelten nach den Erfahrungen der Stadtwerke Rosenheim als zu großzügig bemessen. Um den Kalkansatz in den Plattenwärmeübertragern sicher zu verhindern, werden im Rosenheimer Fernwärmenetz die Frischwasserstationen rund 30 Prozent unter der Empfehlung der TU Dresden ausgelegt. (TU Dresden: durchschnittliche Zapfleistung pro Wohnung 14 Liter/Minute oder 30 kW mit 45 °C). Dies führt zu höheren Fließgeschwindigkeiten im Plattenwärmeübertrager mit dem Effekt, dass die Kalkablagerung an den Wärmeübertragerflächen wirksam verhindert wird. Auch bei der Auslegung des primärseitigen Regelventils auf der Heizungsseite tendieren die Energieexperten der Stadtwerke zu eher kleineren kvs-Werten, um das Regelverhalten zu optimieren. Hier setzen allerdings Schallentwicklungen sowie die Gefahr der Kavitation Grenzen beim Downsizing. Die Ergebnisse der Simulationsberechnungen decken sich weitgehend mit den praktischen Erfahrungen mit der ersten dreistufigen Fernwärmeübergabestation der Stadtwerke Rosenheim im Pilotprojekt Pfaffenhofenerstraße (Bild 13). Im Gegensatz zum so genannten AGFW-Musterhaus (27 Wohneinheiten, 160 kW Anschlussleistung) handelt es sich hier um ein Bestandsgebäude aus den 1980er Jahren mit 40 Wohneinheiten und 160 kW Anschlussleistung.

Leistungsreserven bei Heizkörpern für Rücklauftemperaturabsenkung nutzen

Bei der nachträglichen Berechnung der Heizlast in bestehenden Wohngebäuden kann der Planer in vielen Fällen mit stillen Reserven rechnen. Der Grund sind Sicherheitszuschläge und Aufrundungen bei der Festlegung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert, früher K-Wert) von Außenwänden, Fenstern, Decken und Dächern. Hinzu kommen nachträgliche energetische Sanierungen der Gebäudehülle und eine Verminderung der Lüftungswärmeverluste, beispielsweise durch neue Fenster oder Fugenabdichtungen, die zur Minderung der Heizlast beitragen. Diese Überdimensionierungen bieten bei Sanierungen, Modernisierungen und Energieoptimierungen von Heizungsanlagen das Potenzial, die ursprünglich für Heizkreistemperaturen von 90/70 °C ausgelegte Heizkörper mit niedrigeren Heiztemperaturen oder höheren Temperaturspreizungen zwischen Vor- und Rücklauf zu betreiben.

Nach dem erfolgreichen Einsatz der kaskadierten Fernwärmeübergabestation im Pilotprojekt „Pfaffenhofener Straße“ wird jetzt untersucht, in wieweit die Rücklauftemperatur im Sekundärheizsystem aufgrund von Leistungsreserven abgesenkt und damit auch die Rücklauftemperatur der primärseitigen Fernwärmeübergabestation ganzjährig auf möglichst niedrigem Niveau gehalten werden kann. Die Begutachtung wurde im Auftrag der Stadtwerke Rosenheim durch die Duschl Ingenieure, Beratende Ingenieure für Technische Ausrüstung und Energietechnik, Rosenheim, durchgeführt.
Eingebaut ist eine 90/70 °C-Zweirohrheizung mit Wohnungsverteilern, an welche die einzelnen Heizkörper der jeweiligen Wohnung mit jeweils separater Vorlauf- und Rücklaufleitung angeschlossen sind („Spaghetti-Heizung“).
Eine exemplarische Nachrechnung einer Erdgeschosswohnung führte zu folgenden Ergebnissen:

- Berechnung der Heizlast nach DIN 12831: 4 kW
- Wärmeleistung der installierten Heizkörper unter Normbedingungen: 8,4 kW

Ergo: Die Wärmeleistung der Heizkörper unter Normbedingungen nach DIN EN 442 (europäische Heizkörpernorm) übersteigt die Summenheizlast der Referenzwohnung um den Faktor 2. Ein Abgleich der rechnerischen Heizlast von 4 kW mit den tatsächlichen Heizkörperleistungen bei unterschiedlichen Vor- bzw. Rücklauftemperaturen ergab folgende Ergebnisse:

- Bei einer Vorlauftemperatur von 90 °C und einer Rücklauftemperatur von 30 °C kann die Wohnung ausreichend auf 20 °C gehalten werden
- Bei einer Vorlauftemperatur von 80 °C und einer Rücklauftemperatur von 35 °C ist eine ausreichende Beheizung der Wohnung gewährleistet.

Allerdings ergeben sich durch die hohe Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf sehr kleine Massenströme, so dass eine raumweise Betrachtung der Heizkörperleistungen bzw. des Massenstromes im jeweiligen Heizkörper notwendig ist.

Rücklauftemperaturbegrenzer versus Feinregulierventil

Die einfachste und sicherste Art der Rücklauftemperaturbegrenzung ist aus Sicht der Duschl Ingenieure die Nachrüstung von Rücklauftemperaturbegrenzungsventilen an jedem Heizkörper. In

Bild 14 • Die über den Primärdruck angetriebene Strahlpumpe ersetzt sowohl ein Umschalt-/Regelventil als auch die Ladepumpe für den Trinkwassererwärmer.
Bild: Stadtwerke Rosenheim/Weinmann

diesem Fall könnte die Raumtemperaturregelung wie bisher über die vorhandenen Thermostatventile erfolgen. Diese theoretisch optimale Lösung ist jedoch bei bestehenden Anlagen oft nur mit viel Aufwand realisierbar. Eine weitaus wirtschaftlichere Lösung ist die Drosselung der Massenströme in den Heizkörpern durch den Austausch der Ventileinsätze in den Kompakt-Heizkörpern (Fabrikat Kermi). Da vom untersuchten Gebäude weder Installationspläne noch eine Rohrnetzberechnung vorliegen, wurde von ei-

Bild 15 • Wohnungsverteiler in der Referenzwohnung. Diese Art der Verteilung wird auch als Spaghetti-Heizung bezeichnet.
Bild: Duschl

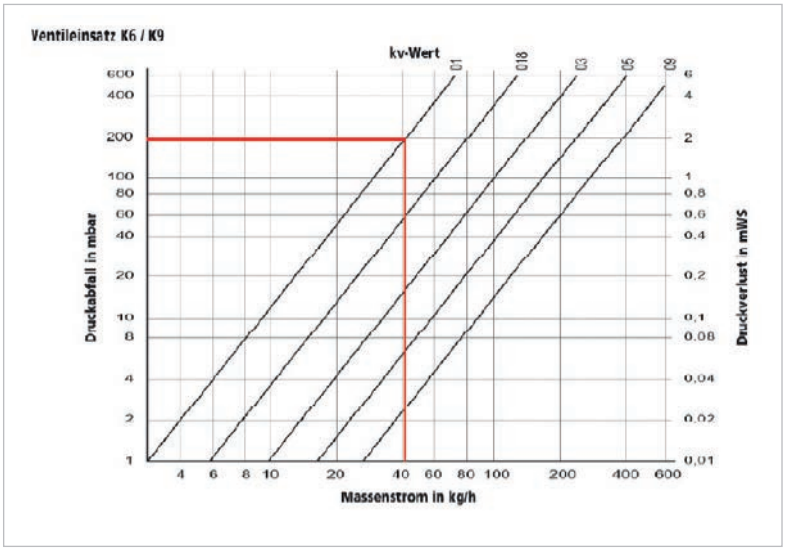

Bild 16 • Ventilkennlinie Kermi K6/K9 der bestehenden Heizkörper. Der minimal mögliche Massenstrom liegt bei 40 kg/h; gefordert sind 10 bis 23 kg/h.
Bild: Kermi

Bild 17 • Ventil-Plattenheizkörper von Kermi mit bestehendem konventionellen Ventileinsatz und blauer Markierung für die Voreinstellung.
Bild: Duschl

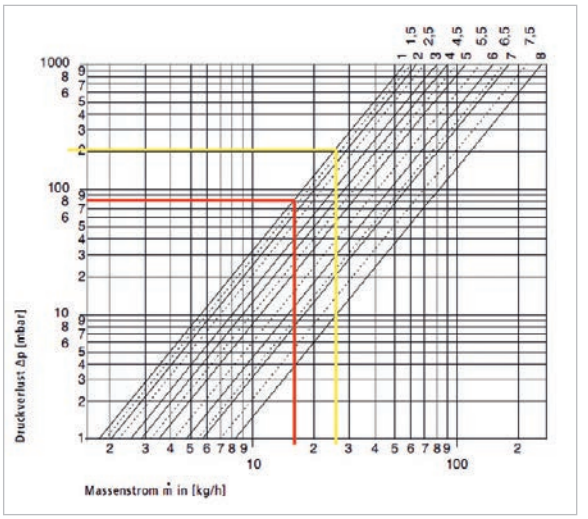

Bild 18 • Kennlinie des Feinregulierventils Kermi V3K. Mit der niedrigsten Voreinstellung können Massenströme zwischen 18 und 25 kg/h erreicht werden.
Bild: Kermi

nem pauschalen Differenzdruck am Heizkörper von 0,2 bar ausgegangen. Mit den aktuell eingebauten Ventileinsätzen in den Plattenheizkörpern würde der kleinste realisierbare Massenstrom 40 kg/h betragen. Für die Auslegung auf Heizkreistemperaturen von 80/35 °C sind jedoch Massenströme zwischen 10 kg/h und 23 kg/h erforderlich. Eine Versuchsmessung an einem Heizkörper im Wohnzimmer der Erdgeschosswohnung (ohne Thermostatkopf, Ventil voll geöffnet, maximale Voreinstellung) ergab aufgrund der gemessenen Temperaturen am Vor- und Rücklauf einen Massenstrom von ca. 240 kg/h. Notwendig wäre aber eine Drosselung des Durchflusses auf 28 kg/h, was nach den Unterlagen des Heizkörperherstellers zu einem Druckverlust von 0,08 bar im Ventileinsatz führen würde. Damit war klar, dass die für die hohe Temperaturspreizung ermittelten kleinen Massenströme (10 kg/h bzw. 24 kg/h) mit dem installierten Ventil (Kermi K 9) nicht realisiert werden können. Um den Nachrüstungsaufwand niedrig zu halten, schlagen die Duschl-Ingenieure den Austausch des Standardventils durch das Thermostatventil V3K (Feinregulierventil) der Fa. Kermi vor. Mit diesem Ventil sind – je nach Druckverlust am Heizkörper (0,08 bis 0,2 bar) bei niedrigster Voreinstellung – Massenströme zwischen 18 und 25 kg/h erreichbar. Bei einem angenommenen Differenzdruck am Heizkörper von 0,08 bar ergibt sich unter Nennbedingungen eine Mischrücklauftemperatur für die Erdgeschosswohnung im Auslegungsfall (VL = 80 °C) von 39 °C, bei einer Annahme von 0,2 bar Differenzdruck eine Rücklauftemperatur von 45,8 °C. Da bei Warmwasserheizungsanlagen der Teillastfall überwiegt und die Vorlauftemperatur in Abhängigkeit der Außentemperatur im Gebäude zentral abgesenkt wird, liegen im realen Betrieb niedrigere Rücklauftemperaturen vor. Ein Nachteil der kleinen Ventilöffnung von Feinregulierventilen ist der lang andauernde Aufheizvorgang nach Abschaltzeiten. Auch sollte die Anlage vor Einbau der neuen Ventile intensiv gespült werden, da sich sonst Verschmutzungen an den kleinen Ventilöffnungen absetzen können. Überzeugend sind jedoch die Kosten für den Ventilaustausch, die bei etwa 50 Euro je Heizkörper (netto, inklusive Ventileinsatz) liegen. Zudem lassen sich durch die starke Reduzierung der umzuwälzenden Heizwasservolumenströme erhebliche Kosten durch Einsparung der Pumpenenergie erzielen.

Fazit

Die kaskadierte Hocheffizienz-Fernwärmeübergabestation führt zu kalkulierbar niedrigeren Fernwärmerücklauftemperaturen. Wichtig ist, auch sekundärseitige Maßnahmen zur Senkung der Rücklauftemperatur durchzuführen. Dabei bedarf es einer genauen Analyse der bestehenden Anlage, deren Hydraulik (Einrohr-/Zweirohrheizung) sowie der Leistungsreserven durch Überdimensionierungen. Durch die bekannt hohen Leistungsreserven älterer Heizungsanlagen kann in der Regel von einem hohen Potenzial zur Absenkung der Rücklauftemperatur ausgegangen werden. Vielfach reicht es aus, die bestehenden Ventile bzw. Ventileinsätze durch Feinregulierventile auszutauschen.

Horst Neugebauer
Abteilungsleiter Betrieb Fernwärme-Netz
Stadtwerke Rosenheim Netze GmbH
Bayerstraße 5
83022 Rosenheim
eMail: horst.neugebauer@swro.de
Webseite: www.swro-netze.de