Die optimale Strategie zur Senkung der Rücklauftemperaturen verbindet die Optimierung des eigenen Netzbetriebes mit gezielten Optimierungsanreizen für die Kunden

Strategien zur Senkung der Rücklauftemperaturen

Die Rücklauftemperaturen seiner Netze weitestmöglich abzusenken, ist der Wunsch jedes Fernwärmeversorgers. Am schnellsten ans Ziel führt eine Doppelstrategie: Primärseitig sind Digitalisierung und vorausschauende Steuerung auf Prognosebasis sinnvoll, sekundärseitig helfen motivierende Abrechnungstarife, die den Endkunden zur Optimierung der eigenen Anlage bewegen sollen.

Viele Fernwärmeversorger kämpfen mit dem Problem, dass die Rücklauftemperaturen ihrer Netze zu hoch sind. Die gewünschte Temperaturspreizung (ΔT) wird oft nicht erreicht, was Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit des Netzbetriebs beeinträchtigt. Verursacher dieser Schwierigkeiten sind häufig die Abnehmer: Überdimensionierte Übergabestationen sowie Altanlagen ohne korrekten hydraulischen Abgleich sind einer optimalen Wärmeübertragung abträglich und verhindern die angestrebte Temperaturabsenkung. Das macht es für die Versorger oft unmöglich, die im Netz umlaufenden Volumenströme zu verringern und so die gewünschte Wärme mit geringstmöglichem Aufwand zu erzeugen und zu verteilen.

Das hat gleich mehrere Nachteile: Erstens muss – bezogen auf den einzelnen Verbraucher – mehr Wärmeenergie erzeugt und Pumpleistung investiert werden als vorgesehen (und in den Lieferverträgen einkalkuliert). Zweitens lässt sich die Kapazität der Kraftwerke und anderer Wärmequellen nicht optimal nutzen, da mit Maximalkapazität weniger Verbraucher versorgt werden können, als bei besserer Wärmeübertragung möglich wäre. Drittens verursachen größere Volumenströme und höhere Rücklauftemperaturen unnötige Wärmeverluste. Viertens leidet die Effizienz der Wärmeerzeugung, da hohe Rücklauftemperaturen den Kühleffekt von Abgaswärmeübertragern und Heizkondensatoren reduzieren. Kommen dann auf Seiten der Versorger noch Defizite im Netzbetrieb selbst hinzu, fällt die ökologische und ökonomische Bilanz eines Fernwärmenetzes schnell schlechter aus als erwartet.

Schon kleine Verbesserungen bringen relevante Effekte

Vor diesem Hintergrund sind heute alle Fernwärmeversorgungsunternehmen bestrebt, die Rücklauftemperaturen ihrer Netze zu senken. Tatsächlich lassen sich bereits

Wärmeverluste im Netz		Kondensation in der Erzeugung		Pumpenstrom	
Hohe Rücklauftemperaturen führen zu hohen Temperaturdifferenzen zwischen Rohrleitung und Umgebung und damit zu höheren Wärmeverlusten. $A_{Rohrnetz} = \pi \left(\frac{d}{2}\right) 1$; $\dot{Q}_{Verlust} = A \cdot k \cdot (T_{Rücklauf} - T_{Umgebung})$		Niedrigere Rücklauftemperaturen ermöglichen eine effizientere/höhere Kondensation, sowohl in Rauchgaskondensatoren als auch in Heizkondensatoren.		Niedrige Spreizung (ΔT) führt zu großen Volumenströmen im Netz um die Leistung für den Verbraucher konstant zu halten. $P = \dot{m} \cdot c \cdot (T_{Vorlauf} - T_{Rücklauf})$	
ΔT Erhöhung [°C]	Wärmeverlust-reduzierung [%]	ΔT Erhöhung [°C]	Kondensations-erhöhung [%]	ΔT Erhöhung [°C]	Pumpenstrom Reduzierung [%]
1	0,9	1	/	1	1,6
2	1,8	2	0,4	2	11,1
3	2,8	3	2,9	3	19,4
4	3,7	4	5,1	4	26,7
5	4,6	5	7,0	5	33,1
6	5,5	6	8,7	6	38,8
7	6,5	7	10,0	7	43,9
8	7,4	8	11,2	8	48,4
9	8,3	9	12,0	9	52,4
10	9,2	10	12,6	10	56,1

Bild 1. Schon durch kleine Verbesserungen bei der Temperaturspreizung (ΔT) lassen sich relevante Erfolge erzielen.
Quelle Danfoss GmbH; Datenquelle: Roger Sallent Cuadrado (2009), Return Temperature Influence of a District Heating Network on the CHP Plant Production Costs. Master's Thesis in Energy Systems, University of Gävle/Sweden.

durch kleine Verbesserungen relevante Erfolge erzielen. Das zeigt eine 2009 veröffentlichte Studie von Roger Sallent Cuadrado (Universität Gävle/Schweden), die die Auswirkungen von Rücklauftemperaturen in Fernwärmenetzen untersucht (Bild 1). Schon bei einer Erhöhung der Temperaturspreizung (ΔT) um nur 3 °C sinkt der Pumpenstromverbrauch um 11,1 % und nehmen die Wärmeverluste um 2,8 % ab, während die Effizienz von Rauchgas- und Heizkondensatoren um 2,9 % steigt. Bei einer ΔT-Erhöhung von 5 °C wird der Pumpenstromverbrauch bereits um ein Drittel (33,1 %) reduziert, die Wärmeverluste sinken um 4,6 % und die Effizienz der Kondensatoren erhöht sich um 7 %. Gelingt es gar, die Spreizung um 10 °C zu steigern, ist bei Pumpenstromverbrauch und Wärmeverlusten eine Reduktion von 56,1 bzw. 9,2 % zu verzeichnen, und die Kondensatoreffizienz nimmt um 12,6 % zu. Über Maßnahmen zur Senkung der Rücklauftemperatur nachzudenken und in entsprechende Lösungen zu investieren, ist für Fernwärmeversorger also in jeder Hinsicht lohnend.

Doch was können Versorgungsunternehmen tun, um zu niedrigeren Rücklauftemperaturen zu gelangen? Rein technisch betrachtet führt kein Weg daran vorbei, das Fernwärmenetz sowohl primärseitig (Versorger) als auch sekundärseitig (Kunden) zu optimieren. Eine unmittelbare technische Handhabe besitzen Versorgungsunternehmen freilich nur auf der Primärseite, da sie einzig hier über alle Maßnahmen selbst entscheiden können. Schon die Möglichkeiten, die sich auf dieser Seite bieten, reichen allerdings aus, um nennenswerte Verbesserungen zu erreichen. Darüber hinaus gibt es durchaus Mittel und Wege, auch auf die Sekundärseite Einfluss zu nehmen – hier spielen vor allem vertriebliche Maßnahmen eine Rolle, namentlich die Preisgestaltung.

Anpassung der Vorlauftemperatur an den tatsächlichen Bedarf

Der wichtigste technische Stellhebel, den Fernwärmeversorger aus eigener Kraft bedienen können, ist die Anpassung der Vorlauftemperatur an den tatsächlichen Bedarf. Gelingt es, Überversorgungen zu vermeiden, kann die aktuelle Temperaturspreizung optimal genutzt und die Rücklauftemperatur so weit wie möglich abgesenkt werden. Zudem werden auch Wärmeverluste im Vorlauf deutlich reduziert, und es lässt sich u. a. die Lebensdauer des Rohrnetzes verlängern.

Beste Voraussetzungen für das Erreichen dieser Ziele liefert eine umfassende Digitalisierung des Netzbetriebs. Sie setzt idealerweise bereits bei der Hardware an und erhöht etwa durch die Verbindung von Differenzdruckreglern mit intelligenten Stellantrieben wie Danfoss iSet (Bild 2) die Regelgüte von

großen Übergabestationen. Antriebe wie Danfoss iNet ermöglichen sogar einen webbasierten Fernabgleich von ganzen Netzbereichen oder Kundenanlagen. Darüber hinaus sind auch vernetzbare Fernwärmeregler, z. B. aus der ECL-Serie von Danfoss, mit integrierten Kommunikationsmodulen verfügbar.

Weitere Vorteile bringt die Ausstattung von Übergabestationen mit selbstlernenden intelligenten Optimierungssystemen wie Leanheat, die die sekundäre Gebäudecharakteristik erfassen und anhand dieser sowohl Lastspitzen reduzieren als auch wertvolle Daten für ein zentralisiertes Netzmanagement liefern können. Ein solches Management sollte Herzstück jedes digitalisierten Fernwärmenetzes sein, da nur damit alle Teilkomponenten aufeinander abgestimmt und so bestmöglich zur Temperaturregelung und Effizienzsteigerung eingesetzt werden können.

Die zentrale Überwachung und Steuerung eines gesamten Fernwärmenetzes ermöglichen heute hochprofessionelle Management-Tools wie die webbasierte Scada-Software-Anwendung (Supervisory Control And Data Acquisition) Danfoss Enspire. Sie wird mit allen im Netz verteilten Reglern und untergeordneten Steuerungssystemen sowie den angeschlossenen Temperaturfühlern und Wärmemengenzählern verbunden und ermöglicht so eine zentralisierte Verwaltung. Der Versorger kann dann zum einen alle Daten auslesen und auswerten, die im Fernwärmenetz ermittelt werden. Zum anderen kann er alle Parametereinstellungen der Regler und Steuerungssysteme kontrollieren und gegebenenfalls anpassen und so optimal auf alle Entwicklungen reagieren – bei entsprechender Programmierung auch automatisch.

Bild 2. Durch die Verbindung von Differenzdruckreglern mit intelligenten Stellantrieben wie Danfoss Virtus mit iSet lässt sich die Regelgüte von großen Übergabestationen erhöhen

Die Anwendung ist herstellerneutral und lässt sich problemlos auf bestehende Regelsysteme aufsetzen. Durch die zentrale Überwachung und Regelung aller Netzpunkte kann der Betreiber die benötigte Vorlauftemperatur präzise ermitteln und die passenden Einstellungen vornehmen.

Vorausschauende Steuerung anhand von Lastprognosen

Um eine optimale Vorlauftemperaturregelung zu erreichen, genügt es nicht, wenn der Versorger immer nur auf aktuelle Entwicklungen reagiert. Denn die Reaktionsträgheit des Netzes bedingt selbst bei kurzer Reaktionszeit der Techniker und Steuerungen immer einen verzögerten Wirkungseintritt. Deutlich effektiver ist daher eine vorausschauende Steuerung auf der Grundlage permanenter Lastabschätzungen, wofür es heute sehr gute technische Hilfsmittel gibt. Prognosetools wie die Software Danfoss Mentor Planner kombinieren Scada-Echtzeitdaten, Online-Wettervorhersagen und historische Daten und ermöglichen es Versorgern dadurch, die Last ihres Fernwärmenetzes über einen Zeitraum von sechs Tagen mit einer Genauigkeit von 95 % vorherzusagen (Bild 3). Basierend auf dieser langfristigen Lastprognose können die Vorlauftemperaturen frühzeitig kalkuliert und transportbedingte Wärmeverluste um etwa 5 bis 10 % reduziert werden.

Darüber hinaus profitiert auch die Energieproduktion, und das gleich in zweifacher Hinsicht: Zum einen lässt sich anhand der Vorlauftemperaturplanung die Wärmeerzeugung bedarfsgerechter steuern und eine ineffiziente Überproduktion vermeiden. Zum anderen kann die Planungssoftware anhand der Lastprognose den kostengünstigsten Energiemix errechnen. Die teure Spitzenproduktion in Hauptlastzeiten wird dann so weit wie möglich auf regenerative Energiequellen verlagert und der Einsatz von Kohle, Gas und Öl auf das erforderliche Minimum beschränkt. Bei den Brennstoffkosten lassen sich so Einsparungen bis zu 3 % erreichen.

Motivierende Abrechnungstarife nach dänischem Vorbild

Auch wenn der Versorger die technischen Möglichkeiten zur Optimierung seines eigenen Netzbetriebs ausgeschöpft hat, bleibt freilich immer noch die Sekundär-

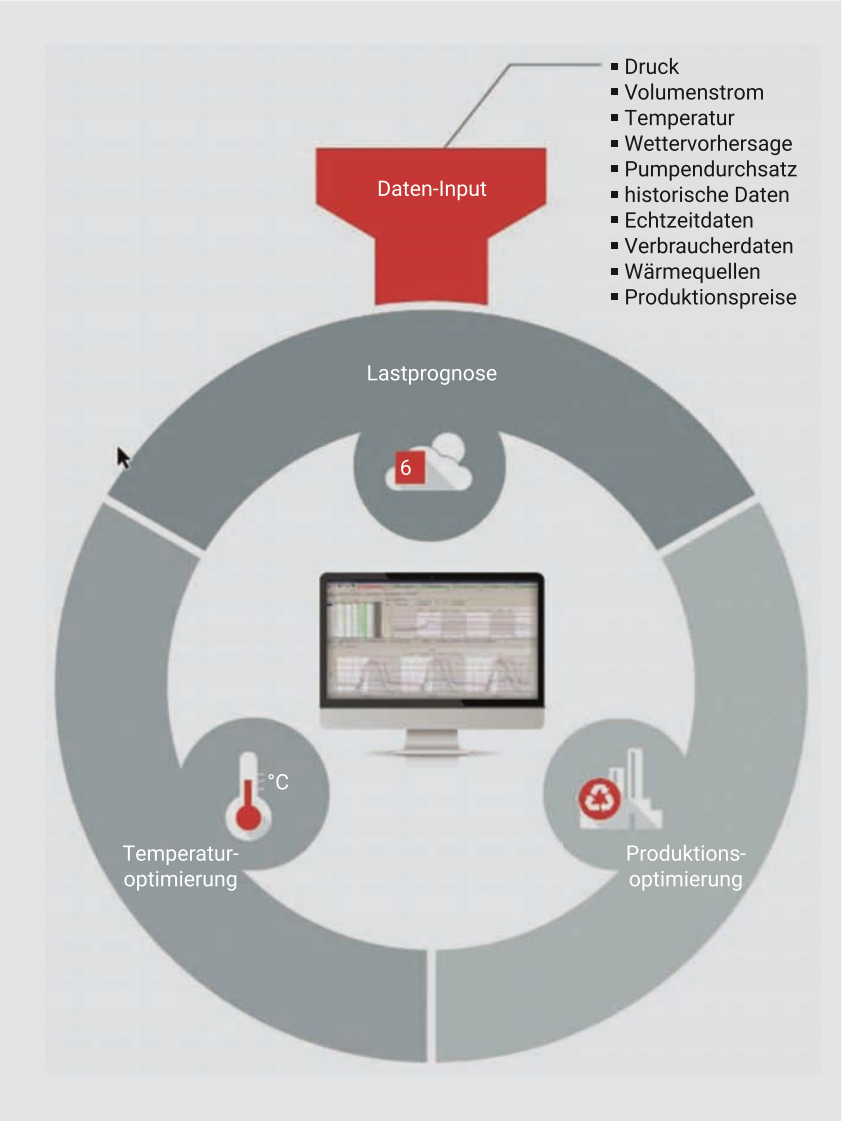

Bild 3. Prognosetools wie die Software Danfoss Mentor Planner kombinieren Scada-Echtzeitdaten, Online-Wettervorhersagen und historische Daten. Dadurch ist es Versorgern möglich, die Last ihres Fernwärmenetzes über einen Zeitraum von sechs Tagen mit einer Genauigkeit von 95 % vorherzusagen

seite. Hier gibt es logischerweise keinen direkten Durchgriff, da der Kunde über den Zustand seiner Anlage und seiner Übergabestation gewöhnlich selbst entscheidet.

Auf dem Umweg über eine kluge Tarifgestaltung lässt sich jedoch indirekt auch auf diese Seite Einfluss nehmen. Das zeigt das Beispiel Dänemark, wo sich schon seit Jahren auf breiter Front die Idee motivierender Abrechnungstarife immer weiter durchsetzt. Ziel ist dabei, die Kunden über die Preisgestaltung zur Optimierung ihrer Heizanlagen und Übergabestationen zu bewegen. Dies könnte eventuell auch zu einer Reduktion der Anschlussleistung führen und damit bereits eine Kostenreduktion bedeuten.

Wie das funktioniert, zeigt exemplarisch das Abrechnungsmodell eines Fernwärmeversorgers in Viborg. Hier wurde zunächst ein Zielkorridor definiert: Erreicht ein Kunde im Jahresmittel die geplante Rücklauftemperatur oder liegt er um maximal 6 °C darüber, gilt er als normaler Verbraucher mit einer herkömmlichen funktionsfähigen Heizungsinstallation, und sein Tarif bleibt unverändert. Unterschreitet er hingegen – auch hier im Jahresmittel gerechnet – den Zielkorridor, wird er für jedes Grad unterhalb der kalkulierten Rücklauftemperatur mit einem jährlichen Preisnachlass von 1 % belohnt. Wird der Zielkorridor jedoch im Jahresmittel überschritten, da die Anlage alt und sanierungsbedürftig ist, greift die umgekehrte Regelung, und der Kunde muss für jedes Grad oberhalb des Korridors jährlich einen Preisaufschlag von 1 % bezahlen. Sanierungsstau wird also bestraft, Sanierung dagegen belohnt.

Auf den ersten Blick scheint dieses Modell aufgrund der Sanktionen nicht so recht ins liberale Skandinavien zu passen. Bei näherem Hinsehen erzeugt es aber eine Win-Win-Situation, da am Ende nicht nur die Versorger, sondern auch die Kunden profitieren. Denn die Investition in die Optimierung der Anlage wird schnell hereingeholt – zum einen durch niedrigere Arbeitspreise und zum anderen durch die höhere Energieeffizienz einer sanierten Anlage. Mittelfristig sinken die Heizkosten dann deutlich, hinzu kommt ein verbesserter Wohnkomfort.

Die Versorger wiederum müssen zwar im ersten Moment mit einem Einnahmeausfall planen, auch dieses Investment aber rechnet sich schnell durch die gesteigerte Effizienz des Netzes. Abhängig von der Größenordnung der erzielten Rücklauftemperatur-Senkung und der damit eingesparten Kapazität kann der Versorger Neuanschlüsse oder gar Netzerweiterungen planen, ohne Investitionen in zusätzliche Erzeugungskapazitäten tätigen zu müssen. Dadurch kann sich eine

weitere enorme Einsparung ergeben.

In Viborg stand aufs Jahr gesehen einem Einnahmeausfall von 270 000 € eine Ersparnis von 670 000 € gegenüber – erreicht durch verminderte Wärmeverluste. Das Unternehmen konnte seine Kosten also um jährlich 400 000 € reduzieren. Hintergrund dieser enormen Verbesserung ist eine deutliche Senkung der Netztemperaturen. Von 2002 bis 2016 sanken sie im Vorlauf von 80 auf 68 °C, im Rücklauf von 50 auf 40 °C.

Doppelstrategie als sinnvoller Ansatz

Das Konzept motivierender Abrechnungstarife bringt Fernwärmeversorgern also letztlich ganz erhebliche Fortschritte im Hinblick auf das Ziel der Senkung der Rücklauftemperaturen und der Netztemperaturen allgemein. Wird dieser Ansatz mit den beschriebenen Digitalisierungsmaßnahmen verbunden, lassen sich insgesamt enorme Effizienzsteigerungen erzielen.

Tatsächlich unterstützt eine ausgefeilte Digitalisierungsstrategie sogar die Umsetzung des motivierenden Abrechnungsmodells. Über Regler und Wärmemengenzähler mit offenen Kommunikationsschnittstellen lassen sich die Kundenanlagen und Stationen in die übergeordnete Steuerung des Fernwärmenetzes einbinden und so die individuellen Daten zur Rücklauftemperatur zentral erfassen. Das Scada-System errechnet dann letztlich auch die individuellen Tarife anhand originaler, vom Verbraucher direkt übermittelter Daten. Preisgestaltung und Digitalisierung gehen somit Hand in Hand. Die optimale Strategie zur Senkung der Rücklauftemperaturen setzt an beiden Hebeln an und verbindet die Optimierung des eigenen Netzbetriebs mit gezielten Optimierungsanreizen für die Kunden.

Andre Kunigk,
Head of District Energy Vertical and Portfolio Management, Danfoss GmbH, Offenbach
andre.kunigk@danfoss.com
www.heating.danfoss.de

Anzeige

bdew
Energie. Wasser. Leben.

BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

Informationstag Energie/Wasser
Umgang mit mangelhaften Kundenanlagen
Rechte und Pflichten der Netzbetreiber Strom I Gas I Wasser
30. Oktober 2019, Berlin

Mit Lösungen aus der Praxis

- **Errichtung und Betrieb:** Rechtliche Vorgaben
- Mangelhafte Kundenanlagen – **Wer ist zuständig?**
- **Haftungs- und Kostenfragen** aus Sicht des Netzbetreibers
- **Sicherheitstechnische Beurteilung** nach TRGI, TRWI und TREI
- Praxisbeispiel: **Mängeldokumentation**

Besuchen Sie uns unter: www.ew-online.de/kundenanlagen2019