Sonderdruck aus Heft 6 (2014)

Wärmerückgewinnung

Im Rücklauf steckt mehr

Dynamische Rücklauftemperatur-Optimierung in Fern- und Nahwärmenetzen

Nico Petrick, Elsterheide

Es war bei der Energiewende scheinbar niemandem aufgefallen: In Fernwärmenetzen steckt Energie, die bislang ungenutzt bleibt. Der Rücklauf, der im Heizwerk ankommt, ist so heiß, dass er selbst in modernen Systemen noch über den Vorlauftemperaturen einer Gas- oder Ölheizung liegt. 70 °C am Ende der Kette waren jahrzehntelang normal und sind selbst heute keine Seltenheit. Effiziente Wärmenutzung sieht anders aus. 15 bis 45 °C sind das Rücklaufziel, und das ist machbar!

Bild 1

Historische Entwicklung von Fernwärmenetzen. Trend: Fernwärmestationen werden immer kompakter, Rohrquerschnitte und Volumenströme kleiner. Die Netztemperaturen sinken ebenfalls, wobei der Rücklaufauskühlung immer mehr Bedeutung zukommt. Die Optimierung erreicht kritische Temperaturen und darf nie auf Kosten der Trinkwasserhygiene geschehen. Das Durchflussprinzip gewährleistet dabei die größte Sicherheit

Dynamische Rücklauftemperatur-Optimierung DRO[1)] beruht auf der seriellen Abkühlung von hohen Rücklauftemperaturen (z. B. aus Trinkwarmwasserzirkulation, RLT-Kreise, statische Heizkreise) durch Nutzung in Verbrauchern mit niedrigen Vor-/bzw. Rücklauftemperaturen (z. B. Trinkwarmwasservorerwärmung, Fußbodenheizung, Niedertemperaturheizungen). Dynamisch ist das Prinzip aufgrund der saisonal angepassten Regelung, die erhebliche Einspareffekte in allen Betriebszuständen eines Wärmenetzes (Winter/Übergang/Sommer) bringt. Das energieeffiziente System ist übertragbar auf einzelne Gebäude.

Wärmenetze sind, vorsichtig ausgedrückt, oft sehr großzügig ausgelegt. Die Fernwärmeversorger müssen Versorgungssicherheit über weite Strecken und für viele hundert bis etliche tausend Verbraucher sicherstellen (**Bild 1**). Die Dimensionierung der Netze orientiert sich an den maximalen Heizlasten der angeschlossenen Verbraucher. Man muss die Formeln gar nicht anschauen, um zu verstehen, dass danach bemessene Volumenströme und Temperaturauslegungen, den tatsächlichen Bedarf an den meisten Tagen des Jahres übersteigen. Folglich war es lange Zeit legitim, heißes Wasser im Kreis zu pumpen, beinahe nach dem Motto: Viel hilft viel.

Das Ziel der Dynamischen Rücklauftemperatur-Optimierung der PEWO Energietechnik GmbH in Elsterheide ist also, vorhandene Wärmeenergie im Netz möglichst vollständig zu nutzen. Idealerweise ist das dann erreicht, wenn die Rücklauftemperatur das Niveau des Trinkkaltwassers, also 15 °C angenommen hat. Mit DRO gelingen solche Spitzenwerte tatsächlich.

Vorteile in allen Netzabschnitten

Die Lösung liegt im gezielten MSR-technischen Eingriff in den Rücklauf von Nah- und Fernwärmenetzen. Daraus resultieren Vorteile sowohl für den Versorger durch eine verbesserte Verwertung von Wärmeenergie und geringere Volu-

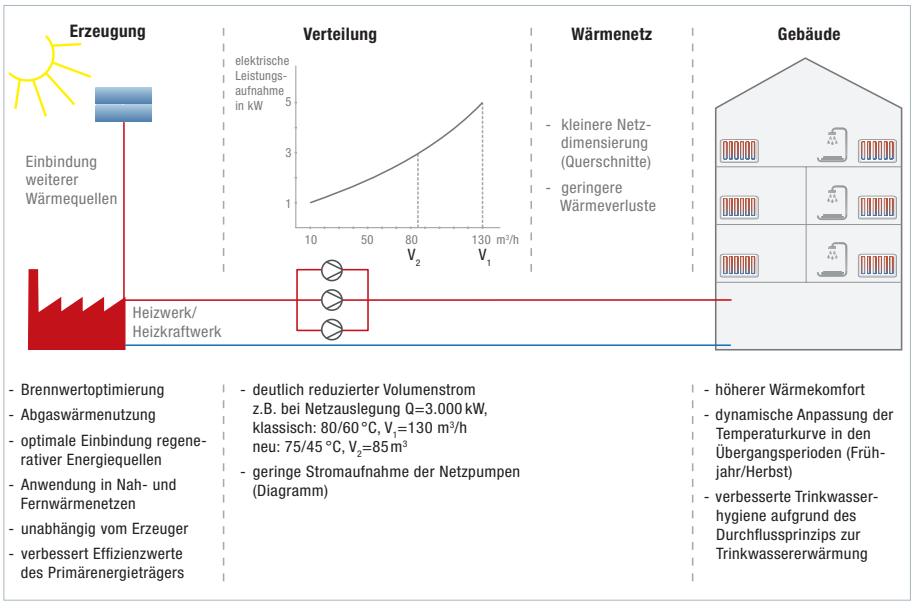
Autor

Nico Petrick ist Mitglied der Geschäftsleitung der PEWO Energietechnik GmbH, Elsterheide. Er studierte an der Akademie für neue Medien in München Softwareentwicklung und Datenbankdesign und konzipiert seit zehn Jahren Lösungen für Nah- und Fernwärmenetze, Wärmepumpen und Solarprojekte.

[1)] DRO® ist ein eingetragenes Warenzeichen der PEWO Energietechnik GmbH.

Bild 2

Dynamische Rücklauftemperatur-Optimierung (DRO) hat Vorteile im gesamten Nah- und Fernwärmenetz



menströme, als auch den Wärmekunden durch Optimierung des Anschlusswertes (**Bild 2**). Vorzugsweise wird in einem DRO-System Trinkwasser im Durchflussprinzip erwärmt. Dies garantiert Hygiene und minimiert den Platzbedarf durch den Wegfall eines Trinkwarmwasserspeichers.

Am Volumenstrom wird deutlich, wie dramatisch eine gezielte Rücklaufauskühlung das Gesamtsystem beeinflusst. Die dargestellten Beispielrechnungen beruhen auf Felddaten eines Nahwärmenetzes in Berlin mit knapp 800 Wohneinheiten. Man findet sie in gleicher Weise in allen Skalierungen und unabhängig vom Primärenergieträger überall. Die Vorteile im Gebäude sind bei 20 Wohneinheiten ebenso darstellbar wie bei 200. Das dargestellte System ist ein städtisches Netz, das bei der energetischen Sanierung auf Gas-Brennwerttechnik umgestellt wurde. Hier ergibt sich die Notwendigkeit niedriger Rücklauftemperaturen schon allein dadurch, dass die Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf Voraussetzung für die Kondensationseffekte im Kessel ist, den wichtigsten physikalischen Effekt der Brennwerttechnologie. Dass die DRO-Lösung im Zusammenspiel mit weiteren Optimierungen im konkreten Fall eine Abgasvollstrom-Kondensation ermöglicht, sei hier nur am Rande erwähnt.

Ein klassisches Fernwärmenetz hat bei einer Leistung von 3 000 kW und einer durchschnittlichen Temperaturspreizung von 20 K bei 80/60 °C einen Volumenstrom von ca. 130 m³/h. Eine effektive Brennwertnutzung ist in einem solchen Milieu nahezu ausgeschlossen. Die Herausforderung besteht in der jahreszeitlich und im Tagesverlauf unterschiedlichen Verbrauchssituation, die nur über dynamische Systeme wärmetechnisch optimiert werden kann.

Mit Hilfe von DRO sind Auslegungen von Fernwärmenetzen machbar, die bei 3 000 kW Leistung mit 75/45 °C Vorlauf/Rücklauf und einem Volumenstrom von 85 m³/h auskommen. Das sind fast 35 % weniger Wassermenge, die durch Netzpumpen bewegt werden müssen. Es lässt sich mehr Leistung über ein viel kleineres Rohr übertragen. Die Stromaufnahme vorhandener Netzpumpen sinkt entsprechend der Pumpenkennlinien. Vom Rohrquerschnitt über die Pumpenleistung bis zur tatsächlichen Stromaufnahme reduziert sich der Aufwand für die Wärmeverteilung.

Zu hohe Anschlusswerte verhindern Energieeffizienz

Der richtigen Dimensionierung von Netzen kommt heute mehr Bedeutung denn je zu. Verteilstationen und Pumpensysteme müssen perfekt aufeinander abgestimmt sein. Denn nicht zuletzt sinkt seit Jahren der Wärmebedarf pro Abnehmer. Wenn Wohnsiedlungen mit Fernwärmeanschluss den Anforderungen an die Wärmedämmung der Gebäude entsprechen, verbrauchen sie deutlich weniger Heizenergie. In Bestandsnetzen aber auch bei der Planung neuer Nah- und Fernwärmekomplexe ist deshalb eine Tendenz zur Überdimensionierung zu beobachten. Die Planungslogik stammt noch aus jener Zeit, als Fernwärme mit dampfenden Überlandrohren und kochend heißen Speicherkesseln gleich zu setzen war. „Darf's noch etwas mehr sein?", kann im Wärmegeschäft nicht das Motto sein.

Besonders nachteilig ist der Effekt bei älteren Fernwärmenetzen, die mit modernen oder sanierten Wohnsiedlungen verbunden sind. Ihre Rohrquerschnitte und Pumpenleistungen wurden auf Heiztemperaturen und Volumenströme der 70er oder 80er Jahre berechnet, in denen kaum gedämmte Fassaden zu hohen Heizlasten führten. Heute wird die vorhandene Wärmeenergie aber in Gebäude eingespeist, die längst vollständig wärmegedämmt sind. Die energetische Erneuerung der Netz- und Verteilsysteme im Zusammenspiel mit intelligenten Monitoring- und Regelsystemen bildet im Umkehrschluss das derzeit größte Energieeinsparpotenzial in der Gebäudetechnik. Auch dafür ist der hier besprochene Fall ein Beleg: denn aufgrund denkmalpflegerischer Auflagen musste im gesamten Wohnungsbestand auf die Wärmedämmung der Fassade verzichtet werden. Nicht zuletzt mit Hilfe der DRO wurden nach Berechnungen des projektierenden Berliner Ingenieurbüros Lang (Dipl.-Ing. *Jürgen Lang*) Einsparungen bei der Primärenergie von mehr als 30 % realisiert. Zu hohe Anschlusswerte, die nach DIN verlangt werden, führen dagegen zu einer Auslegung von Anlagen, die schon bei der Anschaffung gewaltige Kostennachteile bringt.

Für eine sinnvolle Rücklauftemperatur-Optimierung müssen MSR-seitig viele Variablen berücksichtigt werden: Welche Temperaturen und Volumenströme liegen an? Welche Heizungen und wie viele davon sind im System vorhanden? Wie werden sie geregelt? Wird das Trinkwasser in der Wohnung oder in einer zentralen Übergabestation erwärmt? Wie ist demzufolge die Zirkulation eingestellt? Die eine DRO-Schaltung gibt es also nicht.

Das Netz ist der Speicher

Betrachtet man allein das Volumen des Wassers, das im Fern- oder Nahwärmenetz bewegt wird, ist schnell klar, dass es alle klassischen Speicher im System übertrifft. Also, warum nicht das Netz selbst zum Speicher bzw. zum Puffer für unterschiedliche Zustände ma-

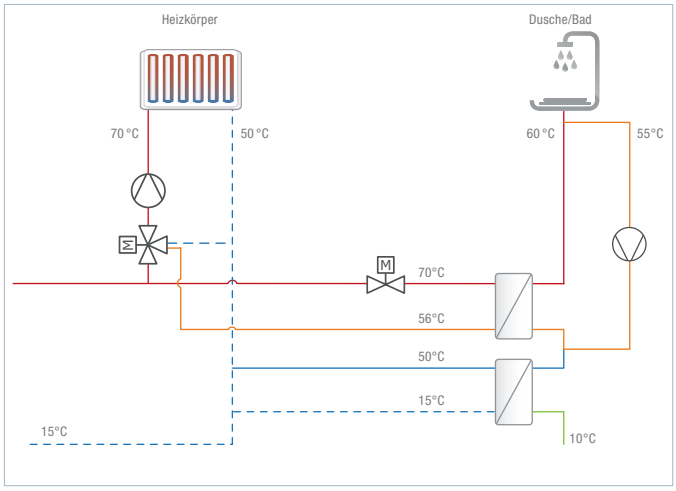


Bild 3

Anlagenhydraulik eines DRO-Systems mit 100 Wohneinheiten. Bei der Dynamischen Rücklauftemperatur-Optimierung unterstützen Heizungs- und Zirkulationsrückläufe die Trinkwassererwärmung über Wärmetauscher (Temperaturangaben sind Maximalwerte)

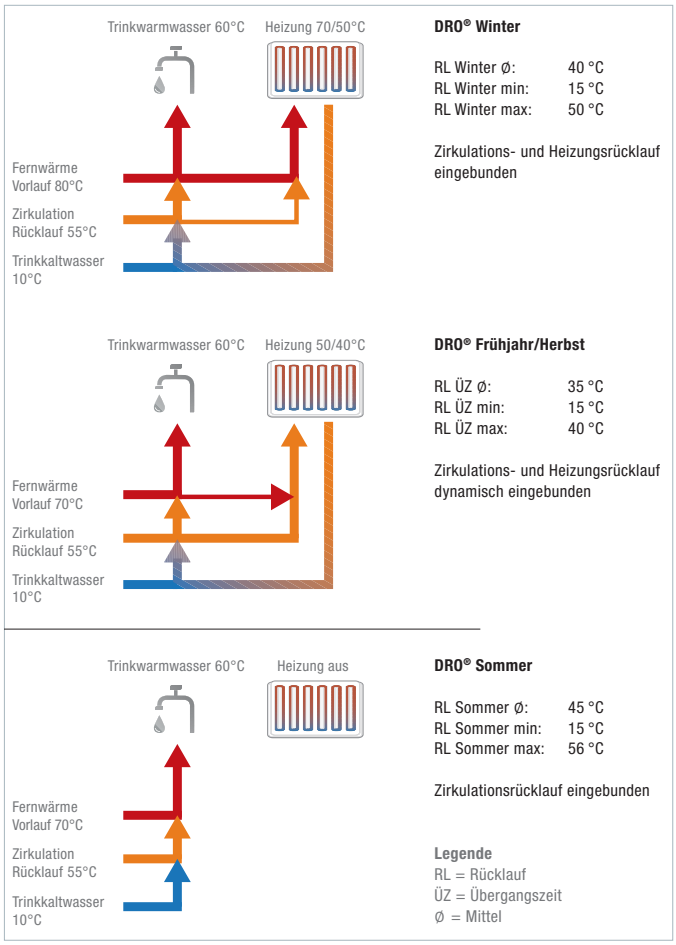


Bild 4

Temperaturverteilung mit DRO im jahreszeitlichen Verlauf. Die Stärke der Dynamischen Rücklauftemperatur-Optimierung liegt in der Übergangszeit, wenn die Regelung Zirkulations- und Heizungsrücklauf dynamisch einbindet. Die vorhandene Wärme im System wird verbrauchsabhängig zur Trinkwasser(vor)erwärmung oder/und zur Heizunterstützung genutzt

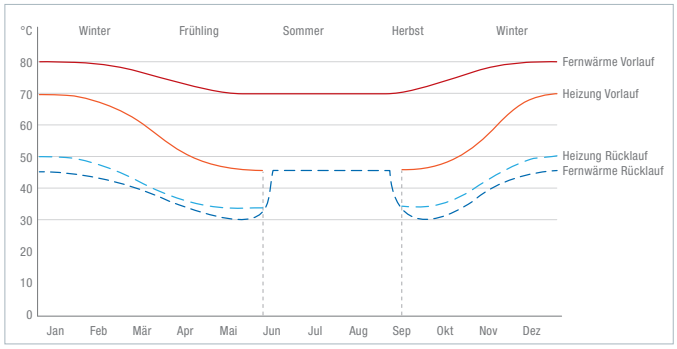


Bild 5

Temperaturverlauf einer Beispielanwendung mit 100 Wohneinheiten. Altbau, 100 WE, Heizkörper 70/50 °C, Einrohrheizung
Zustände:
Winter: Heizungsvorlauf 60-70 °C, Heizungsrücklauf 45-50 °C, Trinkwassererwärmung 60 °C, Zirkulation 24 h mit 55 °C
Frühling/Herbst: Heizungsvorlauf 45-60 °C, Heizungsrücklauf 35-45 °C, Trinkwassererwärmung 60 °C, Zirkulation 24 h mit 55 °C
Sommer: Heizung AUS, Trinkwassererwärmung 60 °C, Zirkulation 24 h mit 55 °C

chen? Die grundlegende Schaltung einer Dynamischen Rücklauftemperatur-Optimierung nutzt die thermische (Rest)leistung von Heizungsrücklauf und Zirkulationsrücklauf gezielt aus (**Bild 3**).

Der Zirkulationsrücklauf des Trinkwarmwassersystems stellt jederzeit 55 °C zur Verfügung. Besonders in der Übergangszeit oder an weniger kalten Wintertagen reicht diese Temperatur aus, um die Heizung damit zu versorgen (**Bild 4**). Die statistische Auswertung von Felddaten aus dem online-gestützten Netzmonitoring pewoLive zeigt, dass die am häufigsten vorkommende Heizkreisvorlauftemperatur genau im Bereich der 55 °C liegt.

DRO reagiert jederzeit auf die veränderte Situation im Trinkwarmwasserkreis. Das geht nur mit hydraulisch und thermisch sinnvoll geregelten Systemen. Die Dynamik liegt in der zustandsabhängigen Richtungsänderung, mit der in fast allen Betriebszuständen Rücklaufoptimierungen mit einem Delta von 10 bis 50 oder sogar 60 K möglich sind. In der Feldanwendung zeigt sich, dass gezieltes Monitoring und computergestützte Anpassungen von Temperaturkurven weitere Feinjustierungen erlauben (**Bild 5**). Die praktische Fahrweise von DRO-Systemen liegt noch einmal weit unterhalb dessen, was bei der Planung vorher berechenbar ist.

Außerhalb der Heizperiode, reduziert sich die Logik auf einen anderen nicht zu unterschätzenden, aber immer vorhandenen Effekt: Sicheres Trinkwarmwasser durch den Verzicht auf Trinkwarmwasserspeicher. Um Spitzenlasten abzufangen bzw. eine Versorgungsreserve zu schaffen, kann je nach Auslegung des Netzes auf Pufferspeicher im Heizkreis zurück gegriffen werden, die thermisch eingebunden aber hydraulisch entkoppelt vom Trinkwasser 100 % hygienisch arbeiten.

Zusammenfassung

Die Dynamische Rücklauftemperatur-Optimierung DRO ermöglicht in Kombination mit intelligenten Monitoring- und Regelungssystemen wie pewoLive und pewoControl Rücklauftemperaturen bei Spitzenzapfungen von bis zu 15 °C. Der jahreszeitliche Durchschnitt liegt bei 42 °C. Das System beruht auf einer dynamischen, also zustandsabhängigen Schaltung von Komponenten, mit denen Heiz- und Zirkulationsrücklauf gezielt ausgekühlt, also thermisch genutzt werden.

© Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf 2014

KOMPAKT.

Das neue Konstruktionsprinzip von PEWO

TAB-konforme Fernwärme-Kompaktstation

universelle Anschlussvarianten

DRO®-fähig

EnEV-konform

skalierbare Leistung

platzsparend

anschlussfertig und betriebsbereit

Wärme. Gewinn. PEWO.

PEWO Wärmeverteilanlagen sind Systemlösungen für Städte, Hotels, Kliniken, Schwimmbäder, Wohnhäuser und die Industrie in ganz Europa. Das inhabergeführte Industrieunternehmen aus Sachsen entwickelt und fertigt objektbezogene Anlagen vom Trinkwasser-Erwärmer bis zur Sonderanlage mit mehreren Megawatt Leistung zur Versorgung ganzer Stadtteile. Mehr als 15.000 individuelle Kundenanlagen pro Jahr liefern den Beweis: Energieeffizienz entsteht durch intelligente Planung und präzise Regelung. Diesem Prinzip haben sich Firmengründer Egbert Petrick und 250 Mitarbeiter verschrieben. PEWO bindet Fernwärme, Solarthermie, Erdwärme, Erdgas, Prozesswärme sogar Wärmerückgewinnung aus Abwasser in seine Systeme ein.

PEWO Energietechnik GmbH Geierswalder Straße 13, 02979 Elsterheide
Telefon +49 3571 4898-0 | **Telefax** +49 3571 4898-28 | **Email** info@pewo.de | **www.pewo.de**