EURO HEAT & POWER

www.ehp-magazin.de 6/2021

WÄRME | KÄLTE | KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG

uponor | Moving > Forward

50 JAHRE AGFW

ERNEUERBARE ENERGIEN

Ohne Brennstoff heizen: Abwasserwärmenutzung für kaltes Nahwärmenetz

WÄRMENETZE

Grid Insight: Heat – Fernwärmenetze im Betriebsoptimum betreiben

Belegexemplar
Bitte weiterleiten an:
Andreas Müller

Bitte beachten Sie den Beitrag auf Seite 50-55
ehp-Redaktion

Die hohen Anforderungen an Qualität und Hygiene sowie der Fokus auf CO_2-Emission machen die vorgedämmten Rohrsysteme von LOGSTOR Industry zur perfekten Wahl für die Lebensmittelindustrie.

LOGSTOR

logstor.com

ISSN 0949-1964 D 9790 F

Noch dominieren Hochtemperatursysteme den Fernwärmesektor, doch Niedertemperatursysteme erobern schrittweise das Feld

Quelle: Iván Tamás auf Pixabay

Zukunftsfähige Fernwärmenetze durch niedrige Netztemperaturen

Die europäische Energieversorgung muss in den kommenden 20 bis 30 Jahren auf ein klimaneutrales System umgestellt werden. Für die Fernwärmeversorgung bedeutet dies, dass fossile Brennstoffe durch erneuerbare Alternativen ersetzt werden müssen.

Als alternative Energiequellen kommen üblicherweise betriebliche Abwärme, solar- und geothermische Energie sowie Wärmepumpen infrage. Im Gegensatz zur Wärmeerzeugung in klassischen Heizwerken entfalten diese Energiequellen ihr volles Potenzial erst bei niedrigen Temperaturniveaus, und die Effizienz ihrer Nutzung sinkt mit steigenden Wärmenetztemperaturen substanziell ab. Niedrige Systemtemperaturen sind damit ein notwendiger Parameter, damit Fernwärmenetze auch langfristig in einem CO_2-neutralen Energiesystem ihren Platz einnehmen können.

Im Bereich des Neubaus von Fernwärmenetzen werden seit etwa zehn Jahren Niedertemperaturnetze mit Versorgungstemperaturen bis 70 °C diskutiert und erprobt. Diese Entwicklung ist wichtig und erforderlich; in Gebieten mit bestehender Fernwärmeversorgung ist aber das Potenzial für neue Netze oder Niedertemperaturnetzteile zumeist beschränkt. Darum benötigt es Strategien, Technologien und Geschäftsmodelle, die sich auf die Temperaturreduktion bei bestehenden Wärmenetzen mit bestehenden Gebäuden, Wärmekunden und Verträgen und den damit verbundenen Gestaltungsspielräumen fokussieren. Genau damit setzte sich das österreichische Forschungsprojekt T2LowEx (Transformation von kon-

Projektteam

- Technische Universität Wien
- AEE – Institut für Nachhaltige Technologien
- AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- Allplan Gesellschaft m.b.H.
- Energie AG Oberösterreich Wärme GmbH
- Stadtwerke Gleisdorf GmbH
- Salzburg AG für Energie, Verkehr und Telekommunikation
- Salzburg Wohnbau GmbH
- Technische Universität Graz
- Wien Energie GmbH

ventionellen Wärmenetzen in Richtung Niedertemperaturnetze durch sekundärseitige Maßnahmen) auseinander. Das Projektkonsortium aus wissenschaftlichen Partnern, Wärmeversorgungsunternehmen und Planern bearbeitete die folgenden Themenfelder:

- (automatisches) Erkennen von Fehlern und Optimierungspotenzialen von Kundenanlagen,
- monetäre Bewertung des Effekts reduzierter Netztemperaturen,
- Entwicklung von Geschäftsmodellen, die Anreize für die kundenseitige Optimierung und eine Win-Win-Situation für Kunde und Versorger schaffen.

Da die Ursachen für hohe Rücklauftemperaturen im Regelfall auf der Kundenseite liegen, z. B. mangelhafte Komponenten oder Regelstrategien, wurden darüber hinaus eine Vielzahl an Kundenanlagen von den beteiligten Wärmeversorgungsunternehmen hinsichtlich ihrer Vorlauftemperaturanforderungen als auch der Auskühlung analysiert, optimiert und die erforderlichen Maßnahmen dokumentiert. Bei ausgewählten Objekten wurde zusätzlich ein umfassendes Monitoring durchgeführt und so wurden die real durch Maßnahmen erzielten Effekte quantifiziert.

Optimierungsbedarf bei Kunden identifizieren

Um die Behebung von erkannten Mängeln zu forcieren, wurden im Projekt die Häufigkeit von Fehlern und der Aufwand zu deren Behebung evaluiert (Bild 1). Auffällig war dabei, dass der Aufwand für die Behebung vieler Fehler gering ist, die Verantwortung dafür aber häufig beim Kunden liegt. Gleichzeitig profitieren Wärmeversorgungsunternehmen meist mehr als die Kunden.

Das technische Optimierungspotenzial von Kundenanlagen äußert sich vor allem in hohen Systemtemperaturen und einer niedrigen Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf. Zusätzlich spielt auch der Anteil des Kunden am Gesamtwärmebedarf eine große Rolle, da große Kunden in der Regel auch einen größeren Einfluss auf das Gesamtnetz haben. Dieser Aspekt kann über eine entsprechende Gewichtung mitberücksichtigt werden.

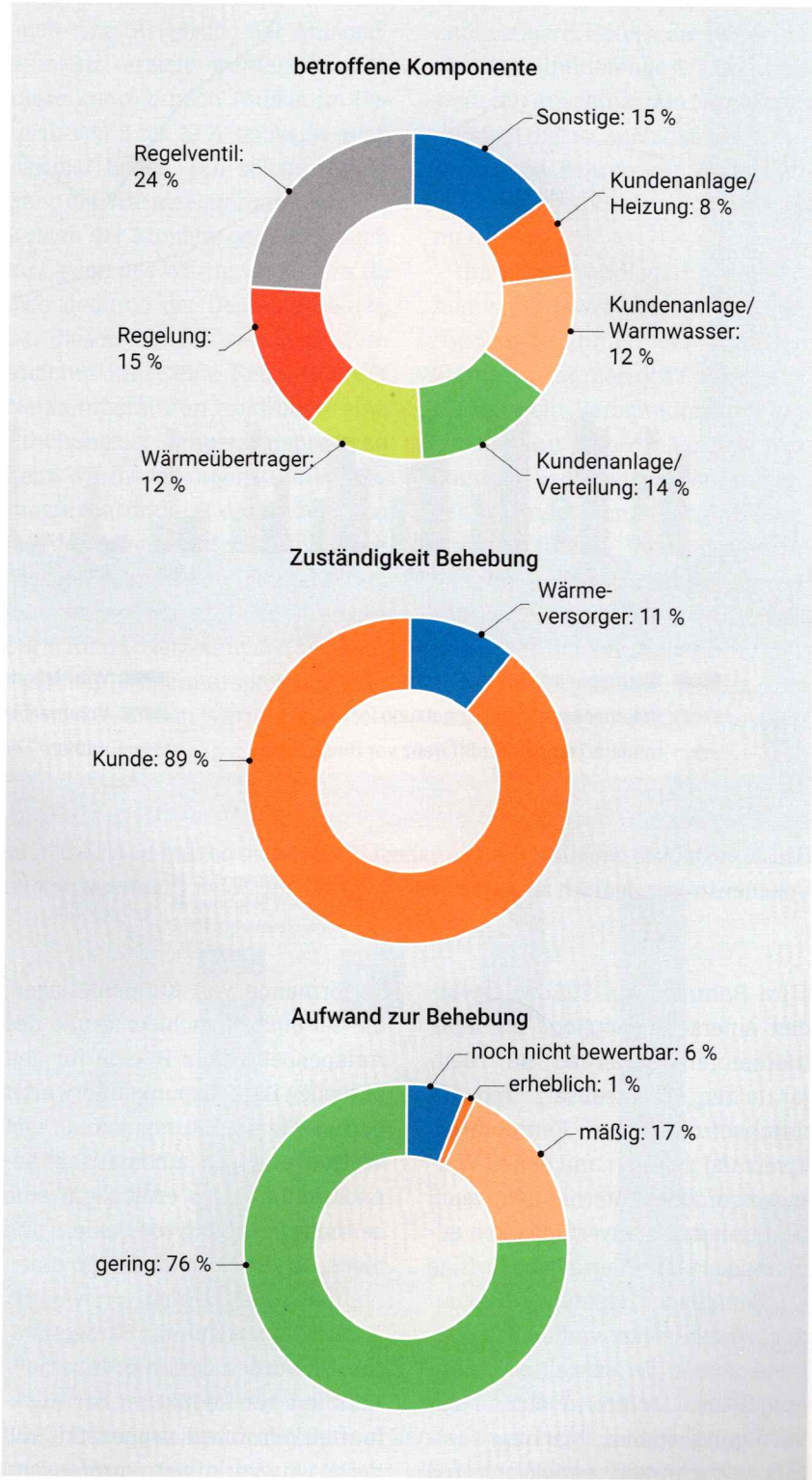


Bild 1. Häufigkeit verschiedener Mängel und Aufwand sowie Zuständigkeit für deren Behebung

Quelle: AEE Intec

Bild 2. Austausch einer Wärmeübergabestation: Neben der um 10 bis 40 °C erhöhten Spreizung ist die Reduktion des Volumenstroms deutlich zu sehen (hellrot: ganzjährig hoher Durchfluss vor der Umsetzung) Quelle: AEE Intec

Im Rahmen von T2LowEx wurden einerseits mögliche einfache Indikatoren basierend auf dem jährlichen Wärmeabsatz und der durchschnittlichen Temperaturspreizung definiert, mit denen Wärmeversorgungsunternehmen auch bei geringer Datenverfügbarkeit automatisiert optimierungsbedürftige Kundenanlagen identifizieren können. Andererseits wurden für Wärmeversorger, denen zeitlich hochaufgelöste Monitoringdaten zur Verfügung stehen, Machine-Learning-Algorithmen entwickelt und getestet. Diese ermöglichen eine automatisierte Überwachung der Performance von Kundenanlagen, die bei einer Verschlechterung des Anlagenbetriebs, z. B. eine für den aktuellen Betriebspunkt unerwartet geringe Temperaturspreizung, den Wärmeversorger automatisch benachrichtigt. Dies ermöglicht eine zeitnahe Behebung von Fehlern und bietet so die Grundlage für einen optimalen Netzbetrieb.

Bei 17 ausgewählten Kundenstationen wurden Optimierungsmaßnahmen zur Reduktion der Rücklauftemperaturen umgesetzt und deren Auswirkungen umfassend messtechnisch erfasst und analysiert. Diese Verbesserungsmaßnahmen betrafen z. B. Optimierung bzw. Tausch der Übergabestation, Spülung oder Tausch des Wärmeübertragers oder den Tausch von Regelungsventilen. Auch die korrekte Einstellung des Heizungsreglers und die Implementierung einer neuen bzw. optimierten Regelung für Speicher, Pumpen und Warmhaltung zählten dazu.

Bild 2 zeigt anhand des Tauschs einer gesamten Wärmeübergabestation exemplarisch die Ergebnisse der durchgeführten Verbesserungsmaßnahmen. Neben der erhöhten Spreizung (je nach Monat um 10 bis 40 °C) ist auch die Reduk-

tion des zirkulierten Volumens deutlich zu sehen (hellrot: ganzjährig hoher Durchfluss vor der Umsetzung). Bezogen auf alle Umsetzungen wurde die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauftemperatur zwischen 3 bis 40 °C, im Mittel um rd. 20 °C erhöht.

Was darf die Optimierung von Kundenanlagen kosten?

Wurden Kundenanlagen mit Optimierungspotenzial identifiziert, so stellt sich unmittelbar die Frage, welcher finanzielle Aufwand für die Verbesserung der Temperaturspreizung bzw. Reduktion der Temperaturniveaus vertretbar ist. Dazu gilt es, zunächst zwischen einer Mängelbehebung und einer Optimierung zu unterscheiden. Während die technischen Anschlussbedingungen häufig zu einer Behebung von Mängeln verpflichten, sind Anlagenoptimierungen in der Regel als optional zu betrachten. Die Verantwortung für die Umsetzung liegt je nach Ausführung der Wärmelieferverträge und der technischen Anschlussbedingungen entweder beim Wärmeversorger oder beim Kunden.

Im Rahmen des Projekts wurden Interviews mit Wohnbauträgern, gemeinnützigen Wohnungsgesellschaften und Hausverwaltungsgesellschaften zu den typischen Bewohnerrückmeldungen im Bereich der Wärmeversorgung durchgeführt. Diese ergaben das einhellige Bild, dass die Zufriedenheit der Bewohner in diesem Bereich gegeben ist, sofern die Heizung ausreichend Wärme an die Wohnung abgibt. Dies bedeutet, dass sich aus einer reinen Optimierung der Temperaturniveaus der Kundenanlage für die Nutzer von Gebäuden keine unmittelbar wahrgenommenen Vorteile ergeben. Daher werden Kunden nur dann einen Teil der erforderlichen Investitionskosten mittragen, wenn als Ausgleich auch die Kosten für die Wärmebereitstellung sinken.

Für eine solche Kostenreduktion gibt es zwei potenzielle Treiber. Zum einen zeigt die Erfahrung der am Projekt beteiligten Unternehmenspartner, dass im Zuge der Optimierung von Kundenanlagen zumeist auch eine Steigerung der Anlageneffizienz erzielt werden konnte. Diese kann je nach Anlage im Bereich von 5 bis 10 %, teilweise auch darüber liegen. Ein solcher Rückgang der Wärmeabnahme senkt die Kosten der Kunden, geht aber auch zu Lasten des Wärmeversorgers, da sich dadurch der Deckungsbeitrag bei diesen Kunden reduziert. Zum anderen führt eine Reduktion der Netztemperaturen und/oder eine Erhöhung der Temperaturspreizung beim Wärmeversorger zu einer Kosteneinsparung in der Erzeugung und der Verteilung der Wärme. Diese ergeben sich durch eine Reduktion der Netzverluste und des Strombedarfs für die Netzpumpen (bei einer erhöhten Temperaturspreizung). Bei vielen CO_2-armen Wärmebereitstellungstechnologien kommt es zudem zu einer Steigerung der Anlageneffizienz, die Kapazität von Wärmespeichern steigt, und bei Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erhöht sich zumeist die Stromausbeute. Darüber hinaus kann eine Erhöhung der Temperaturspreizung die Netzkapazität steigern. Sofern die Netzkapazität eine limitierende Größe für den weiteren Anschluss von Neukunden darstellt, liefert auch das einen wesentlichen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit von Optimierungsmaßnahmen.

Um eine Grundlage für die ökonomische Bewertung von Optimierungsmaßnahmen zu schaffen, wurde im Rahmen des Forschungsprojekts ein Berechnungstool entwickelt, mit dem die Vorteile ökonomisch bewertet werden, so dass der Wärmeversorger eine Größenordnung für die Investitionen erhält, die in weiterer Folge eine wesentliche Grundlage für die Wirtschaftlichkeitsbewertung darstellt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine allgemein gültige Aussage

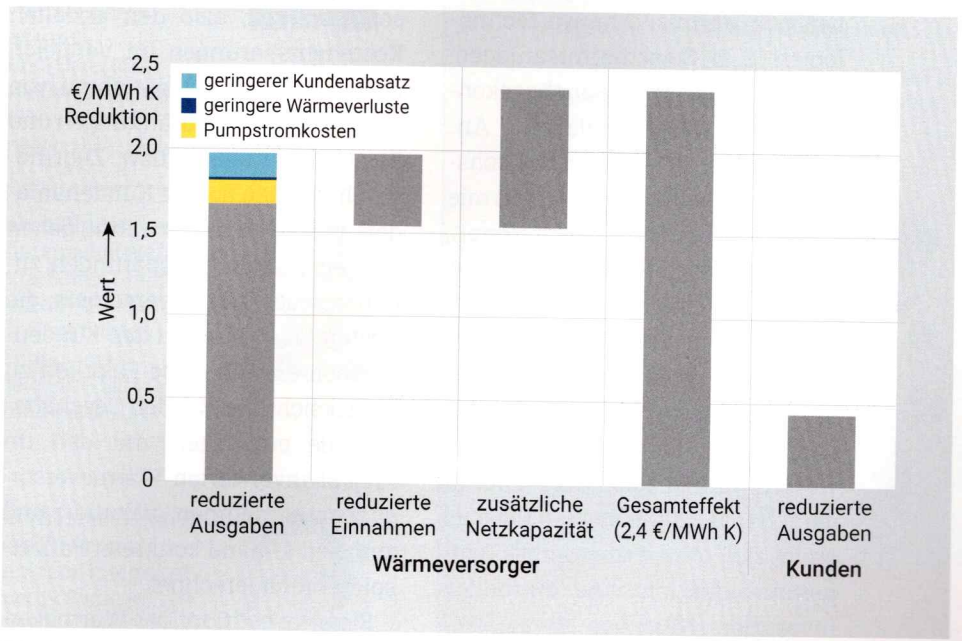


Bild 3. Dekomposition der Effekte auf Versorgungs- und Kundenseite am Beispiel eines mit geothermischer Wärme versorgten Netzes (Brennstoffpreis Spitzenlastkessel 45 €/MWh, Effizienzsteigerung Kundenanlage 10 %, Fernwärmepreis 65 €/MWh)

Quelle: TU Wien

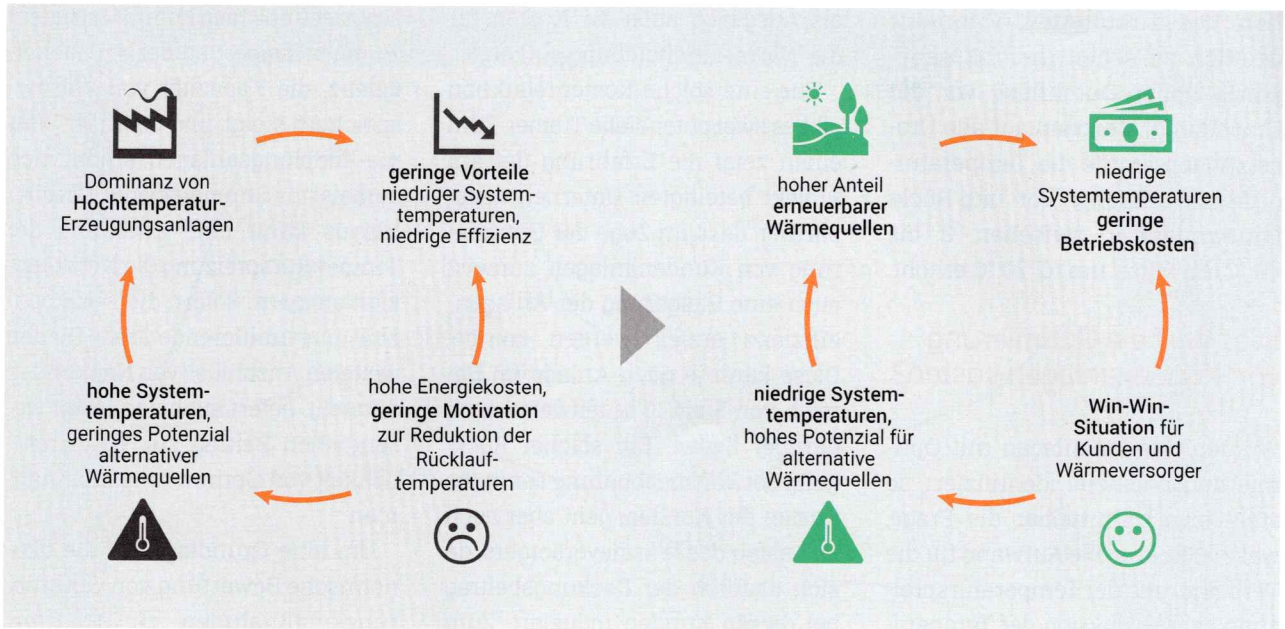


Bild 4. Teufelskreis hoher Systemtemperaturen (l.) versus Mehrwert niedriger Systemtemperaturen (r.) Quelle: AIT

zum Wert der Temperaturreduktion kaum zu tätigen ist. Sofern die Wärme mit konventionellen, verbrennungsbasierten Technologien mit einer geringen Temperaturabhängigkeit oder mit einem günstigen Brennstoff bereitgestellt wird, sind die erwartbaren Kostenreduktionen gering.

Höhere Kostenreduktionen ergeben sich, wenn alternative Technologien, z. B. Solarthermieanlagen, Wärmepumpen oder Rauchgaskondensationsanlagen, relevante Anteile der Wärme liefern. Die höchsten Effekte werden bei Geothermie oder Abwärmeanlagen erzielt, wenn eine erhöhte Nutzung der zur Verfügung stehenden Wärme durch die Energiemenge, die zwischen der Rücklauftemperatur und dem Temperaturniveau der Wärmequelle vom Wärmenetz aufgenommen werden kann, beschränkt wird. In dem in Bild 3 dargestellten Beispiel ergibt sich für die angesetzte Temperaturreduktion eine einmalige Investition (NPV) von etwa 350 €/MWh verkaufter Jahreswärmemenge für Kunden, bei denen eine Optimierung durchgeführt wird. Diese setzt sich aus etwa 300 €/MWh für das Wärmeversorgungsunternehmen und etwa 50 €/MWh für den Kunden zusammen.

Geschäftsmodelle als Anreiz zur Temperaturreduktion

Die Umsetzbarkeit von Maßnahmen zur Reduktion von Rücklauftemperaturen hängt neben deren Wirtschaftlichkeit, also den erzielten Kosteneinsparungen im Vergleich zu den Kosten der Maßnahme, von technischen Einschränkungen und Besitzverhältnissen bzw. Zugriffsmöglichkeiten auf die Kundenanlagen ab. Wie bereits erwähnt, gehen im Regelfall die Einsparungen zugunsten des Wärmeversorgers, die Kosten fallen aber bei den Kundenanlagen an. Um diese Faktoren zu berücksichtigen wurden Geschäftsmodelle entwickelt, mit den im Projekt involvierten Wärmeversorgungsunternehmen diskutiert und zum Teil anhand konkreter Fallbeispiele durchgerechnet:

- Eigeninvestition: Der Wärmeversorger übernimmt die Investition und führt die rücklaufsenkenden Maßnahmen beim Kunden durch; die „Rückzahlung" der Investitionen wird durch Einsparungen in den Betriebskosten realisiert.
- Kundenmotivation: Der Kunde übernimmt die Investition bzw. führt die Maßnahmen selbst durch; „Rückzahlung" der Investitionen geschieht durch einen Bonus abhängig von der Rücklauftemperatur.
- Darlehen z. B. Crowdfunding: externe Investoren übernehmen die Investition, die Rückzahlung einschließlich Zinsen wird über eine vereinbarte Zeit vorgenommen.
- Contracting: Ein externer Contractor setzt die Maßnahme beim Kunden um. Die Maßnahmen können ausgeschrieben und nach Bestbieterprinzip vergeben werden; die Rückzahlung der Investitionen kann durch Aufteilung der realen Einsparungen geschehen.

Es zeigte sich, dass die betrachteten Wärmenetze bezüglich der erzielten Einsparungen sehr unterschiedlich sind. Besonders bei Wärmenetzen mit hohen Anteilen erneuerbarer Wärmequellen, z. B. Geothermie, lassen sich für rücklaufsenkende Maßnahmen sinnvolle Geschäftsmodelle finden. Hierbei werden vor allem die ersten

beiden Geschäftsmodelle als realistisch angesehen. Es ist jedoch anzumerken, dass die Effekte reduzierter Rücklauftemperaturen bei großen Wärmenetzen nur indirekt messbar sind, so dass Einsparungen aufgrund von Einzelmaßnahmen nur rechnerisch bewertet werden können.

Niedrige Temperaturen als Schlüssel zum langfristen Erfolg

Niedrige Temperaturniveaus sind eine wesentliche Voraussetzung, um die Rolle der Fernwärme auch in einem zukünftigen CO_2-neutralen Energiesystem zu stärken (Bild 4). Die größte Herausforderung ist die derzeitige Dominanz von Hochtemperaturerzeugern und dass die Optimierung der kundenseitigen Anlagen häufig im Verantwortungsbereich der Kunden liegt. Die im Projekt T2LowEx entwickelten und getesteten Methoden und Konzepte können Wärmeversorgungsunternehmen darin unterstützen, Temperaturreduktionspotenziale bei Kundenobjekten zu identifizieren, wirtschaftlich zu bewerten, zum Nutzen der Kunden und des Energieversorgers umzusetzen und damit die Weichen für ein zukunftsfähiges Fernwärmenetz zu stellen.

Förderhinweis

Dieser Fachaufsatz ist das Ergebnis des Projekts T2LowEx (Projekt-Nr. 858747) im Rahmen der 3. Ausschreibung des Energieforschungsprogramms des Klima- und Energiefonds.

Literatur

[1] Hamilton-Jones, M.; Schrammel, H.: District Heating Fault Detection using Clustering Algorithms. 14th SDEWES Conference, Dubrovnik/Kroatien 2019.

[2] Leoni, P.; Geyer, R.; Schmidt, R.-R.: Developing innovative business models for reducing return temperatures in district heating systems: Approach and first results. Energy, Vol. 195, 2020.

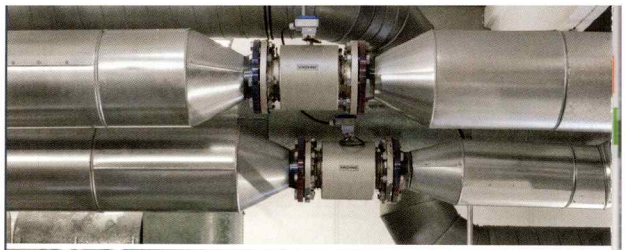
[3] Müller, A.: How much to invest? Balancing investment costs and economic benefits of reducing the temperature levels in existing district heating networks. 6th International Conference on Smart Energy Systems, Aalborg/Dänemark, 6. – 7. Oktober 2020.

[4] Geyer, R.; Krail, J.; Leitner, B.; Schmidt, R.-R.; Leoni, P.: Energy-economic assessment of reduced district heating system temperatures. Smart Energy, Vol. 2, 2021, https://doi.org/10.1016/j.segy.2021.100011.

Andreas Müller
Senior Researcher, Energy Economics Group, TU Wien, Geschäftsführer E-think Energy Research, Wien/Österreich
mueller@eeg.tuwien.ac.at
www.eeg.tuwien.ac.at
www.e-think.ac.at

Jakob Binder
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Städte & Netze, AEE – Institut für Nachhaltige Technologien, Gleisdorf/Österreich
j.binder@aee.at
www.aee-intec.at

Ralf-Roman Schmidt
Senior Research Engineer, Integrated Energy Systems, AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Wien/Österreich
ralf-roman.schmidt@ait.ac.at
www.ait.ac.at



Energieeffizienz erhöhen durch verlustfreie Messung von Energieströmen

KROHNE – Prozessmesstechnik für das Energiemanagement

- Messung von Energieträgern wie Dampf, Heißwasser, Druckluft, Erdgas, (Wärmeträger-)Öl oder Kühlmedien
- Brutto- und Nettowärmemengen-Berechnung für Heißwasser und Dampf
- Wirkungsgradüberwachung von Druckluftsystemen (FAD) oder Gasbrennern
- MID MI-004 Wärmemengenmessung, Unterstützung von Energiemanagementsystemen nach ISO 50001

krohne.com/de/produkte

KROHNE
measure the facts

products solutions services