

LowEx Fern-/Nahwärme

Neue Schaltung für niedrige Rücklauftemperatur

Niedrige Rücklauftemperaturen sind eine wichtige Voraussetzung für eine optimierte Fernwärmever-sorgung mit hoher energetischer Effizienz und wirtschaftlichem Betrieb. Erreicht werden können niedrige Rücklauftemperaturen durch ein patentiertes Schema, bei dem Heizkreise mit unterschiedlichen Temperaturniveaus hintereinandergeschaltet werden. Die Schaltung liefert bei gegebenen Heizkreisen systembedingt ein maximales ΔT bei minimalen Vor- und Rücklauftemperaturen. Die Schaltung eignet sich besonders für LowEx Fern-/Nahwärmenetze und einen 3-Leiter-Rücklaufanschluss.

In Wohngebäuden werden die Heizkreise für Heizung (HK) und Warmwasserbereitung (WWB) üblicherweise parallel nach *Bild 1* geschaltet. Die Gesamtrücklauf-temperatur ergibt sich aus einer Mischtemperatur dieser beiden Heizkreise; im Beispiel sind es 45 °C. Die neuentwickelte Schaltung nach Schneider schaltet die Heizkreise dagegen hintereinander. Die Gesamtrücklauftemperatur ist das Ergebnis einer zweistufigen Abkühlung, die Rücklauftemperatur reduziert sich im Beispiel nach *Bild 1* auf 40 °C.

Bei der Schneider-Schaltung fördert die Umwälzpumpe des Heizkreises HK das Heizwasser durch beide Heizkreise. Je nach Leistungsbedarf des Heizkreises HK werden unterschiedliche Wassermengen bewegt. Der Maximalwert wird in der Praxis bei der niedrigsten anzunehmenden Außentemperatur $AT = -15\text{ °C}$ benötigt. Die minimale Wassermenge wird benötigt bei minimalem Wärmebedarf des Heizkreises HK, in der Praxis nahe an der Heizgrenze, bei $AT = \text{ca. } +15\text{ °C}$.

Die maximale Wassermenge des Heizkreises HK ist der maßgebliche Wert für die Auslegung des Warmwasserbereiters. Dieser sollte

heizungsseitig so konstruiert sein, dass bei maximaler Wassermenge ein akzeptabler Fließwiderstand herrscht. Hier gibt es eine Vielzahl an Lösungen, auf die im Weiteren eingegangen wird.

Im Sommer ist die Pumpe für den Heizkreis HK i. d. R. komplett abgeschaltet, die Ladepumpe versorgt den Heizkreis WWB. In der Übergangszeit, bei minimaler Wassermenge des Heizkreises HK, wird die Ladepumpe bei Bedarf dazugeschaltet, um den nötigen Wärmebedarf des Heizkreises WWB zu decken. Einschaltbedingung ist das Unterschreiten einer Warmwasser-(WW-) Soll-Temperatur. In diesem Fall überlagern sich die Strömungen beider Pumpen. Die Rücklauftemperatur steigt in diesem Betriebsfall entsprechend an.

Für besondere Anwendungen, z. B. Geothermie, wird der Heizkreis WWB in zwei Kreise zerlegt: in eine Stufe zur WW-Vorwärmung und in eine Stufe zur WW-Nachwärmung/Erhaltung. Die drei Stufen werden während der gesamten Heizperiode nach absteigendem Temperaturniveau hintereinander geschaltet: WW-Nachwärmung/Erhaltung, Heizkreis HK, WW-Vorwärmung.

Bild 2 zeigt das Schema mit WW-Vorwärmung in der Ausführung als Schichtspeicher und mit Plattenwärmeübertrager. Da kein Trinkwasser in der Vorwärmstufe vorhanden ist, entfällt eine tägliche Aufheizpflicht auf 60 °C gemäß Arbeitsblatt DVGW W511. Mit dieser Variante der Schneider-Schaltung werden im Winter Rücklauftemperaturen unter 30 °C erreicht, im Sommer können durchschnittliche Temperaturen um 45 °C erzielt werden.

Die sommerliche Rücklauftemperatur ist entscheidend davon abhängig, wie im jeweiligen Objekt der Energieaufwand für die WW-Erwärmung und für die Zirkulation verteilt ist. Im reinen Zirkulationsbetrieb muss die Rücklauftemperatur zwangsläufig steigen. Vor allem für niedrige Rücklauftemperaturen im Sommer ist darauf zu achten, dass die Zirkulationsverluste möglichst niedrig gehalten werden. Die WW- und die Zirkulationsleitungen sollten auf minimale Länge dimensioniert werden und einen guten Dämmwert aufweisen. Die Zirkulationpumpe sollte auf möglichst lange Betriebspausen eingestellt werden. Dies ist bei Mehrfamilienhäusern organisatorisch allerdings kaum machbar. Zur Erreichung noch niedrigerer Rücklauftemperaturen ist die Vorlauftemperatur im Sommer weiter anzuheben; dieser Punkt korreliert allerdings mit der Kalkproblematik.

Bei Einhaltung des Arbeitsblatts DVGW W551 sind dem Unterschreiten einer durchschnittlichen sommerlichen Rücklauftemperatur unter 45 °C enge physikalische Grenzen gesetzt. Nur bei sehr günstigem Zirkulations-/Zapfverhältnis und der Erhöhung der Vorlauftemperatur sowie idealem Speichervolumen sind selbst theoretisch kaum noch bessere Werte zu erzielen [1].

Faktor Rücklauftemperatur bei Geothermie und in Fern- und Nahwärmenetzen

Bei der Geothermie ist die Rücklauf-temperatur die maßgebliche Größe für die Energieeffizienz. *Bild 3* zeigt die Effizienzgewinne im Unterschied



Dipl.Ing.(FH)
Franz Schneider,
Ingenieurbüro Schneider,
München

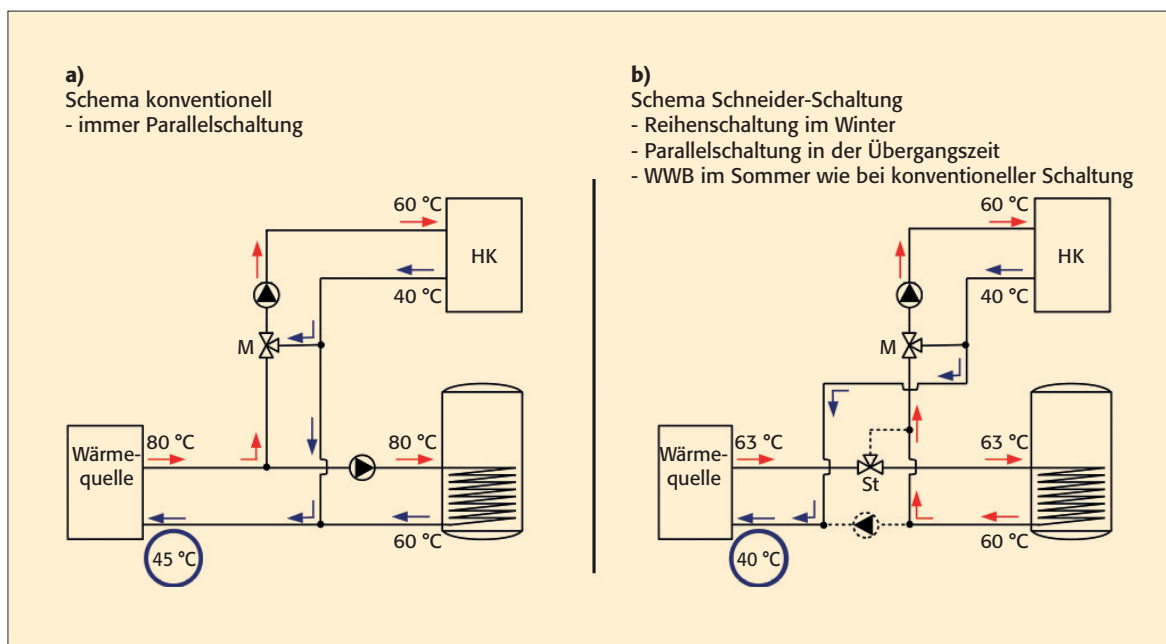


Bild 1. Gegenüberstellung einer a) konventionellen Schaltung und b) der Schneider-Schaltung

zu herkömmlichen Anschlüssen. Schon die Hintereinanderschaltung der Heizkreise HK und WWB bringt in der Praxis bei der Rücklauftemperatur eine Verminderung um rd. 5 K, der Effizienzgewinn liegt bei rd. 12 %. Bei Verwendung einer WW-Vorwärmung sinkt die Rücklauftemperatur um weitere rd. 3 K, der Effizienzgewinn steigt auf rd. 20 %.

Eine höhere Rücklauftemperatur führt in Fern- und Nahwärmenetzen zu einer schlechteren Ausnutzung des transportierten Heizwassers, die Netzpumpe muss mehr Heizwasser fördern, der Stromverbrauch steigt in dritter Potenz zum Massestrom [2]. Auch im Kraftwerksbereich, bei Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen oder beim Heizkraftwerk, gilt die grundsätzliche Tendenz: je niedriger die Rücklauftemperatur, desto effizienter arbeiten die Systeme [2].

Im Winter treten weitaus höhere Wärmeumsätze auf als im Sommer. Der Unterschied im Wärmeumsatz zwischen einem Sommer- und einem Wintertag liegt in der Nähe des Faktors 10. Die Anstrengungen, eine niedrige Rücklauftemperatur zu erreichen, sollten sich also auf den Winter konzentrieren, im Sommer ist die niedrige Rücklauftemperatur vergleichsweise nur »nice to have«.

Die Förderpumpe einer Geothermieanlage kann aus hydraulischen

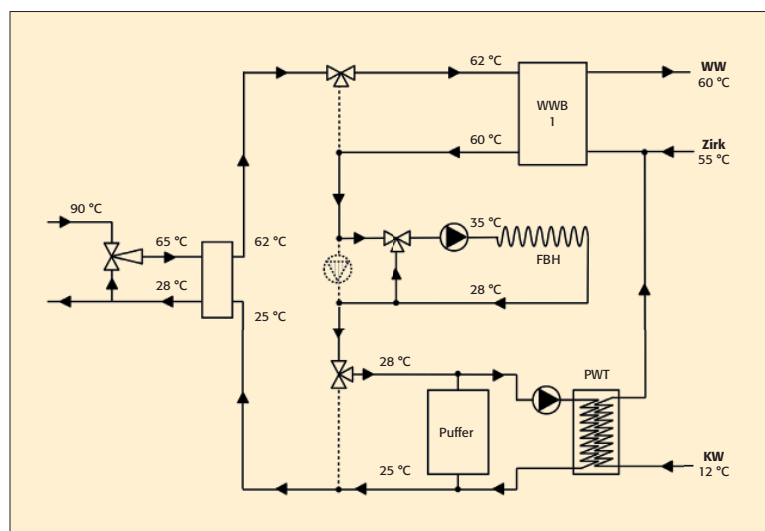


Bild 2. Schneider-Schaltung in der Variante Warmwasser-Vorwärmung als Puffer mit Plattenwärmeübertrager

Gründen nicht beliebig abgesenkt werden; sie muss dauerhaft mit einer relativ hohen Minimaldrehzahl laufen. Dies führt in den meisten Anlagen dazu, dass im Sommer sogar ein Wärmeüberangebot vorhanden ist.

Entsprechendes gilt beispielsweise bei Müllheizkraftwerken, bei industrieller Abwärme oder auch bei Solarthermieanlagen. Bei all diesen Wärmequellen ist eine Reduzierung der sommerlichen Rücklauftempe-

ratur in den Kundenanlagen weitgehend sinnvoll.

Auch der Massestrom in Fern- und Nahwärmeleitungen und damit der Stromverbrauch der Netzpumpe ist im Sommer sehr viel geringer; die Einspareffekte im Sommer sind unwesentlich. Die Investitionen in eine Absenkung der sommerlichen Rücklauftemperatur lohnen sich vielfach nicht. Im Winter hingegen muss die Spitzenlast dieser Anlagen meist mit

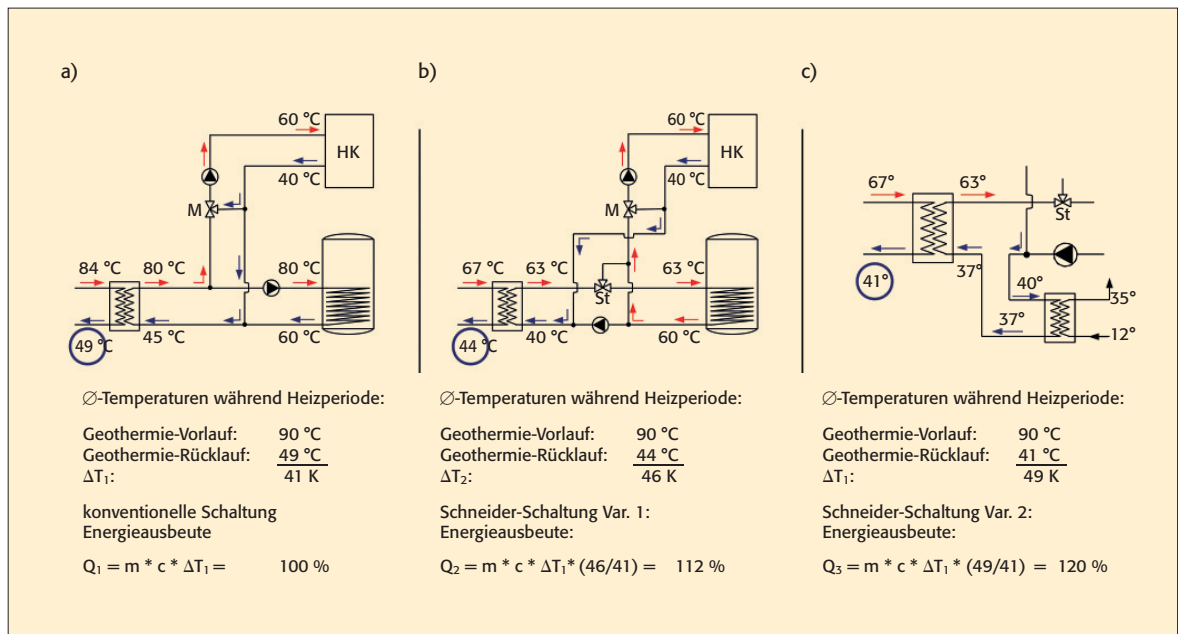


Bild 3. Effizienzsteigerung bei Geothermie: a) konventionelle Schaltung, b) Schneider-Schaltung ohne Warmwasser-Vorwärmung, c) Schneider-Schaltung mit sekundärseitiger Warmwasser-Vorwärmung

viel Energie gedeckt werden. Einsparungen dieser Zusatzenergie sollten das Ziel sein.

Üblicherweise gibt der Netzbetreiber in den Technischen Anschlussbedingungen (TAB) einen ganzjährigen starren Fixwert für die Rücklauftemperatur vor. Manche Netzbetreiber nennen inzwischen einen zweiten, höheren Wert für die reine Warmwasserbereitung

im Sommer, um die Trinkwasserhygiene nicht zu gefährden. Um die TAB durchzusetzen, müsste die Kundenanlage überwacht und der Kunde bei Verstößen gemäßigert werden. Sinnvoller wäre es jedoch, den Kunden zu belohnen, wenn dieser einen Beitrag leistet, die Energieeffizienz des Gesamtsystems zu steigern. »Möglichst niedrig« sollte das Ziel heißen und nicht »TAB-Wert

einhalten«. Eine Belohnung könnte aus den Vorteilen der Effizienzsteigerung finanziert werden.

Es ist zulässig, die Anschlusskosten und/oder die Grundgebühr nicht nach Anschlussleistung und Normspreizung, sondern nach einem maximalen Durchfluss zu berechnen. Damit würde ein klarer Anreiz gesetzt, eine effizientere Wärmeausnutzung des gelieferten Heizwassers zu erreichen.

Gesetzlich zulässig sind ferner Gutschriften auf den Arbeitspreis, wenn der Verbrauch in bestimmten Temperaturbereichen stattfindet. Zielführend ist besonders, wenn diese Gutschriften an den Investor zurückfließen und nicht an die Letztverbraucher über die Wärmeabrechnung verteilt werden.

3-Leiter-Rücklaufanschluss

Eine interessante Anwendung liegt in der Kombination von 3-Leiter-Rücklaufanschluss, Strahlpumpe und Schneider-Schaltung. Damit wird die Energie im Netzzücklauf nutzbar gemacht. Die Lage im Netz ist dabei nicht relevant, die Druckverhältnisse im Rücklauf spielen keine Rolle, die Strahlpumpe gleicht unterschiedliche Druckverhältnisse aus.

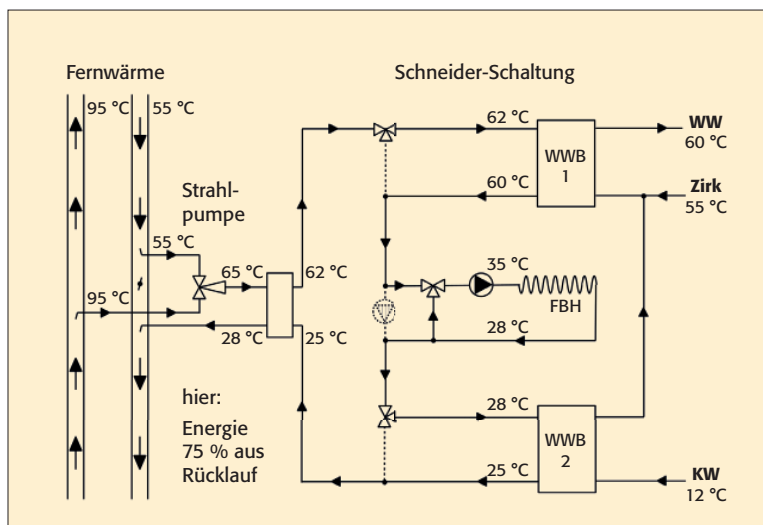


Bild 4. Kombination aus 3-Leiter-Rücklaufanschluss, Strahlpumpe und Schneider-Schaltung

Bild 4 zeigt anhand typischer Temperaturwerte die Bilanz dieser Anordnung. Die Strahlpumpe wird über den Vorlauf mit einem Teil Heizwasser zu 95 °C angetrieben, sie saugt aus dem ersten Anschluss des Rücklaufs drei Teile Heizwasser mit 55 °C dazu, im Ergebnis werden vier Teile Heizwasser zu 65 °C geliefert und gehen mit 28 °C in den zweiten Rücklauf zurück, oder anders formuliert: 75 % der Energie werden dem Rücklauf entnommen.

Die Vorteile: Es werden keine doppelten Systeme benötigt, der Planungsaufwand ist minimal, es gibt keine teure primärseitige Pumpe und keinen erhöhten Stromverbrauch.

Die einmaligen Mehrkosten liegen letztlich in einer zusätzlichen Leitung, dem erforderlichen Zubehör und einer zusätzlichen Messeinrichtung.

Zusätzliche Vorteile der Schneider-Schaltung

Das Warmwasser im Nachwärmer wird ständig auf Solltemperatur von 60 °C gehalten. Die maximal erforderliche Heiztemperatur liegt im Winter nur geringfügig über der Solltemperatur, Praxiswert max. 63 °C.

Durch die permanente Beheizung treten keine Lastspitzen auf. Im Bereich Fernwärme kann damit der Anschlusswert gering gehalten werden. Bei Feuerungsanlagen sind lange Brennerlaufzeiten zu vermeiden, unnötige Brennerstarts werden vermieden, in der Folge sinken Schadstoffausstoß und Energieverbrauch.

Die wichtigste positive Folge aus Kundensicht ist eine geringe Verkalkung durch die relativ geringen Heiztemperaturen. Vielfach kann komplett auf eine Wasserbehandlung verzichtet werden, was wiederum zu Kosteneinsparungen und zu Risikominimierungen führt.

Bei der Schneider-Schaltung ist eine sichere Systemtrennung nach DIN 1717 gegeben. Nach Empfehlung des DVGW dürfte eine Trinkwassererwärmungsanlage ohne Zwischenzone nur dann eingesetzt werden, wenn der Fernwärmeversorger die Flüssigkeitskategorie 3 (Heizungswasser ohne Additive) garantiert. Derzeit ist jedoch festzustellen, dass zunehmend Trink-

wassererwärmungsanlagen ohne Systemtrennung eingesetzt werden, ohne dass eine verlässliche Garantie des Netzbetreibers vorliegt.

Generell bietet die zentrale Warmwasserbereitung einen hohen Komfortanspruch. Das Warmwasser steht jederzeit mit konstanter Temperatur und ohne Druckschwankungen zur Verfügung.

Auslegung Warmwasserbereiter

Wie bereits erwähnt, müssen die Warmwasserbereiter dafür ausgelegt sein, die maximale Wassermenge des Heizkreises HK bei $AT = -15\text{ °C}$ aufzunehmen. Üblicherweise sind am Markt Warmwasserspeicher mit bis zu 1¼-Zoll Heizschleife erhältlich. Diese können bei akzeptablem Druckverlust mit einer maximalen Wassermenge von rd. 5 m³/h betrieben werden, was bei einer Fußbodenheizung mit einer Temperaturspreizung von 10 K einer Übertragungsleistung von rd. 60 kW entspricht, bei Radiatorenheizung mit 15 K sind es rd. 100 kW. Bis zu diesen Leistungswerten ist die Verwendung von marktüblichen Speichern kein Problem. Bei höheren Übertragungsleistungen können mehrere dieser Warmwasserbereiter parallel nebeneinander gestellt werden; die maximale Leistung wird entsprechend vervielfacht.

Zusätzlich bietet die Schaltung in einer weiteren Variante eine elegante Lösung unter Verwendung einer hydraulischen Weiche. Mit dieser Variante wird die maximale Übertragungsleistung vervielfacht, ohne zusätzliche Speicher aufstellen zu müssen.

Ferner wurde eine Sonderkonstruktion eines Speichers mit sehr viel niedrigerem heizungsseitigen Widerstand entwickelt. Diese Sonderkonstruktion ist bei Bedarf lieferbar.

Bei größeren Leistungen, z. B. Mehrfamilienhäusern mit 300 Wohneinheiten und einer Heizleistung von 1 000 kW, bietet es sich an, mehrere Heizkreise zu bilden und nur das Heizwasser eines Heizkreises über die Warmwasservor- und -nachwärmung zu pumpen. Die Gesamtrücklauftemperatur verschlechtert sich dabei nur unwesentlich und auch nur während der Übergangszeit.

Bei der Verwendung eines Plattenwärmeübertragers zur Vorwärmung kann in der Praxis jede gewünschte Leistung bedient werden. Der Fließwiderstand vermindert sich mit zunehmender Anzahl an Platten.

Patenterteilung und Pilotanlage

Das Patent für die Schneider-Schaltung wurde unter der Nummer DE102013005691B4 erteilt, der Veröffentlichungstag der Patenterteilung war am 15.03.2018. Seit 1. Januar 2018 ist die Schaltung als Pilotanlage erfolgreich in einem Mehrfamilienhaus in Betrieb. Betriebsfertige Übergabestationen für Nah- und Fernwärme aller Leistungsklassen mit der Schneider-Schaltung sind bei W. Bälz & Sohn GmbH & Co., Heilbronn, und Stolz Fernwärmeservice GmbH, Tübingen, erhältlich.

Literatur

- [1] Spannig, J.: Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben LowEx-Fernwärme-Systeme. Stadtwerke München, 30.12.2014, S. 355 – 358.
- [2] Wirths, A.: Einfluss der Netzrücklauftemperatur auf die Effizienz von Fernwärmesystemen. 13. Dresdner Fernwärmekolloquium 23. – 24.09.2008. ■

schneider@schneider-muenchen.de

www.schneider-schaltung.de

Niedrige Rücklauftemperaturen durch LowEx-Übergabestationen

Ein Hintereinanderschalten von Heizkreisen nach absteigendem Temperaturniveau führt zu einer maximalen Temperaturspreizung. Durch Wärmepumpen oder neuartige Druckluftspeicher kann das erzielte ΔT weiter vergrößert werden. Dies gelingt bis zur kältetechnischen Nachnutzung. Zudem eröffnet sich dadurch eine neue Möglichkeit, durch die Sektorkopplung von Strom, Wärme und Kälte Energie zu speichern.

In der Ausgabe 10/2018 der Euro-Heat&Power [1] wurde eine damals neue und patentierte Anordnung zur Hintereinanderschaltung von Heizkreisen vorgestellt. Diese Schaltung bildet die Basis für eine erneute Patentanmeldung. Die Basisschaltung wird hier noch einmal kurz erläutert: In Gebäuden mit Warmwasserbereitung und Fußbodenheizung lassen sich während der gesamten Heizperiode Rücklauftemperaturen von rd. 25 °C erzielen. Bei Radiatorenheizungen sind 35 °C erreichbar. Dabei reicht eine relativ geringe Vorlauftemperatur knapp über Warmwasser-Soll (üblich 60 °C) aus. Die Warmwasserbereitung wird getrennt in eine Vor- und eine Nachwärmung. Das Heizwasser wird stufenweise in absteigender Reihenfolge abgekühlt: Warmwasser-Nachwärmung, Heizkreis (HK), Warmwasser-Vorwärmung.

Mit Einrechnung einer Grätigkeit von 3 K an den kundenseitigen Wärmeübertragern von Nah- und Fernwärmenetzen und einschließ- lich eines Sicherheitszuschlags für den Netzbetreiber sind neue Netze mit 70/30 °C bzw. 70/40 °C oder auch 90/30 °C bzw. 90/40 °C praxistauglich und preiswert herzustellen.

In Bestandsnetzen können ungeeignete Übergabestationen durch Verwendung der Schaltung verbessert werden. Die Physik dahinter ist einfach: Bisher werden Heizkreise parallel geschaltet. Parallelschaltungen liefern im Rücklauf eine

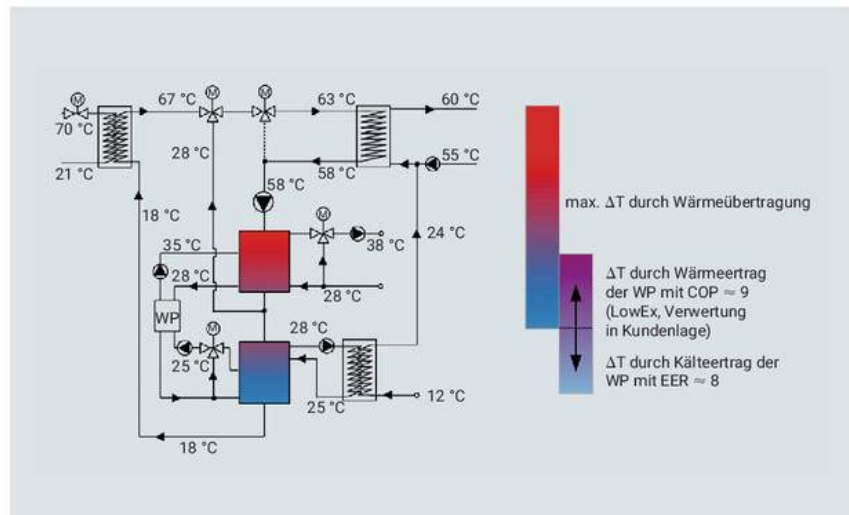


Bild 1. Hintereinanderschaltung von drei Heizkreisen mit Wärmepumpe (WP)

Quelle: Ingenieurbüro Schneider

Mischtemperatur. Werden die Heizkreise dagegen stufenweise in Reihe geschaltet, liefert der Rücklauf eine Minimaltemperatur. Die Sorge, dass hierbei unlösbare hydraulische Probleme auftreten, ist unbegründet.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Schaltung gut dafür geeignet ist, in Bestandsnetzen einen erheblichen Teil der Energie aus dem Fernwärmerücklauf zu entnehmen. Auch hierbei muss das bisherige Denkschema zur Hydraulik überwunden werden. Es wird primärseitig lediglich eine Strahlpumpe benötigt; es gibt keinen relevanten Stromverbrauch. Zudem ist der Einbau an jeder Stelle des Netzes möglich. Dreileiteranschlüsse können damit wirtschaftlich gewinnbringend eingesetzt werden.

Neue Patentanmeldung

In der neuen Patentanmeldung gemäß Bild 1 wird das Heizwasser aus der Basisschaltung in einem warmen Puffer gespeichert, woraus Nutzwärme für die Warmwasserbereitung und/oder für die Gebäudebeheizung gespeist wird. Ferner wird der stufenweise abgekühlte Rücklauf in einem zweiten Puffer gesammelt. Zwischen diesen beiden Puffern ist eine Wärmepumpe angeordnet. Die Wärmepumpe kühlt den kalten Puffer noch weiter ab und transportiert die Energie in den warmen Puffer.

Im Ergebnis vergrößert sich das ΔT der Übergabestation. Bei Versorgung mit Tiefengeothermie führt die Vergrößerung von ΔT in direkter Folge zu einer Effizienz-

steigerung am Bohrloch. Die Wärmepumpen heben die Temperatur ausgehend von rd. 25 auf rd. 35 °C. Damit laufen die Wärmepumpen nahe der optimalen Betriebspunkte bei $COP \approx 9$ bzw. $EER \approx 8$ (Bild 2).

Die Bilanz: Mit dem Einsatz von 1 kWh Strom werden zusätzlich 8 kWh Wärme aus der Erde geholt, wobei dem Kunden 9 kWh Wärme verkauft werden können.

Kältetechnische Nachnutzung

Zur kältetechnischen Nachnutzung wird das Schaltbild nach Bild 3 verwendet. Im Sommer wird üblicherweise das Maximum der Kälteleistung benötigt. Die Abwärme geht in die Warmwasserbereitung und nicht wie üblich ungenutzt in die Umwelt. Die Temperatur im kalten Puffer wird für eine kältetechnische Nachnutzung beispielsweise auf 4 °C abgekühlt. In diesem Fall liegen die Faktoren immer noch sehr günstig bei $COP > 6$ und $EER > 5$ (vgl. Kennlinie nach Bild 2).

Power-to-Heat, Power-to-Cool

Ein Netz mit vielen Unterstationen mit jeweils einer Wärmepumpe, jeweils einem warmen Puffer und jeweils einem kalten Puffer kann über zentrale Leittechnik als Schwarm-speicherwerk zusammengeschaltet und gesteuert werden (Bild 4). Es besteht die Möglichkeit, Überschussstrom als Wärme oder Kälte zu speichern oder vorausschauend Spitzen aus Wärme oder Kälte auszugleichen. Zur kältetechnischen Nachnutzung in einem Netz wird eine zweite sehr kalte Rücklaufleitung gelegt. Aus dieser zweiten Rücklaufleitung kann Kälte zentral ausgekoppelt werden oder es werden Kälteabnehmer direkt an diese Leitung im Kältevorlauf angeschlossen.

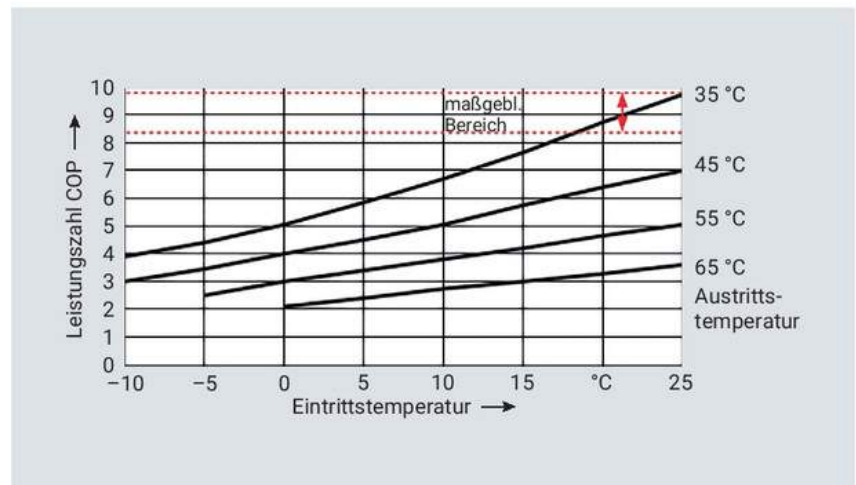


Bild 2. Typische Kennlinie von Wasser-Wasser-Wärmepumpen

Quelle: Ingenieurbüro Schneider

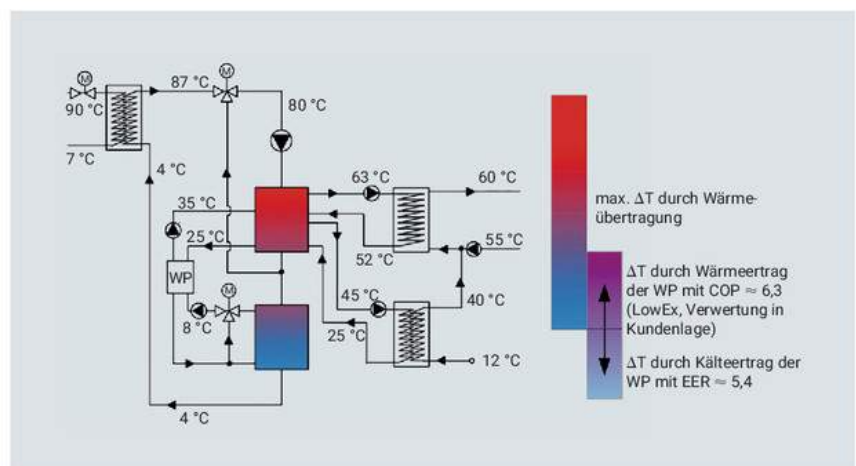


Bild 3. Wärmepumpe (WP) zur Warmwasserbereitung und kältetechnischer Nachnutzung

Quelle: Ingenieurbüro Schneider

Hydraulische Druckluftspeicher anstelle von Wärmepumpen

Das Unternehmen 2-4-Energy hat ein völlig neues Konzept entwickelt und zum Patent angemeldet, um Strom in Form von Druckluft zu speichern und aus Druckluft wieder Strom zu erzeugen [2]. Durch das neue Konzept wird die Speicherdichte von Druckluftspeichern nahezu mit der von Lithium-Batteriespeichern vergleichbar. Bei Aspekten wie Nachhaltigkeit, Ladegeschwindigkeit und Langzeitspeicherung ist die neue Drucklufttechnik klar im Vorteil.

Die Luft wird nicht wie bisher üblich mit Schraubenkompressoren verpresst, sondern über Hydraulikzylinder. Diese Art der Verpressung liefert erheblich weniger Wärmeverluste.

Auch die Entspannung der Pressluft wird nicht wie bisher üblich vorgenommen. Bei den bisherigen Verfahren wird die Luft über Düsen auf Druckluftmotoren geleitet. Nachteilig dabei ist, dass die Luft zuvor erhitzt werden muss, um eine Eisbildung an den Düsen vorzubeugen. 2-4-Energy leitet die ausströmende Pressluft in parallel und in Kaskaden angeordnete Hydraulikzylinder und trifft damit auf eine

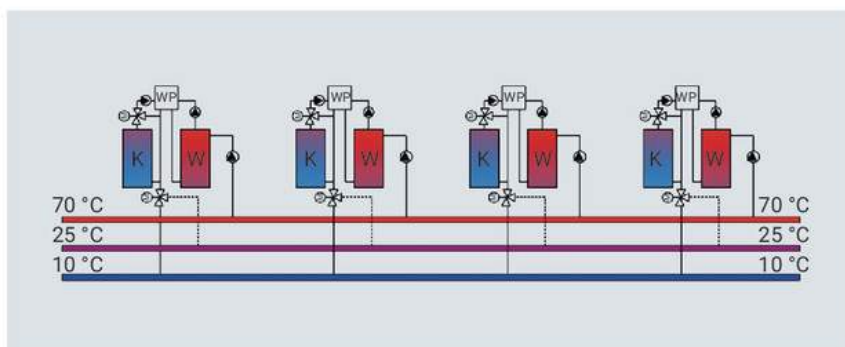


Bild 4. Power-to-Heat, Power-to-Cool mit Wärmepumpen und Schwarmwärmespeicher
Quelle: Ingenieurbüro Schneider

relativ große Fläche, was einer Eisbildung entgegenwirkt. Die Hydraulikzylinder pressen in der Folge Öl durch einen Hydraulikmotor, der wiederum einen Generator zur Stromerzeugung antreibt.

In der Gesamtbetrachtung arbeitet der hydraulisch/pneumatische

Druckluftspeicher wie eine Wärmepumpe. Wenn Luft verpresst wird, entsteht Wärme, wenn die Luft entspannt, entsteht Kälte.

Hydraulische Druckluftspeicher können damit anstelle von Wärmepumpen in den Fernwärmeübergabestationen eingesetzt werden.

Dies eröffnet für die Sektorkopplung und Energiespeicherung vielfältige Chancen und Möglichkeiten. Der hydraulisch/pneumatische Druckluftspeicher ist als Pilotanlage bereits erfolgreich im Praxisbetrieb.

Power-to-Heat, Power-to-Cool, Power-to-Pressure, Pressure-to-Power

Bei Verwendung des hydraulisch/pneumatischen Druckluftspeichers anstelle der Wärmepumpe wird die Schwarmwärmespeicherfunktion sehr wertvoll erweitert. Immer wenn Strom in Druckluftenergie gespeichert wird, fällt Wärme an. Diese Wärme kann im warmen Puffer gespeichert oder bei Bedarf als Wärme im Haus verbraucht werden.

Anzeige

Global Player

Knowledge for Cogeneration, District Heating, District Cooling

- Generation
- Storage
- DHC Networks
- Consumer Installations
- Heat Substations
- Heat/Cold Metering



www.ehp-magazine.com



✓ Print ✓ E-Magazine ✓ Newsletter energie.de

Subscribe Now!

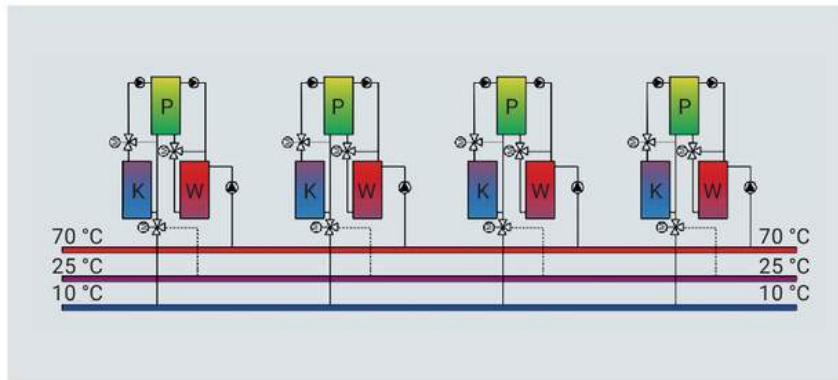


Bild 5. Power-to-Pressure, Pressure-to-Power, Power-to-Heat, Power-to-Cool mit Druckluftspeicher und Schwarm-speicher Quelle: Ingenieurbüro Schneider

Immer wenn Strom aus Druckluftenergie erzeugt wird, fällt Kälte an. Diese Kälte kann im kalten Puffer gespeichert werden und führt bei Bedarf zur Vergrößerung des ΔT und damit zur Effizienzsteigerung bei der Geothermie. Ebenso kann die Kälte zur kältetechnischen Nachnutzung über eine zweite sehr kalte Rücklaufleitung geleitet werden.

Übergabestationen mit hydraulisch/pneumatischem Druckluftspeicher wirken als Schwarm-speicher für Power-to-Heat, Power-to-Cool, Power-to-Pressure und für Pressure-to-Power (Bild 5).

Vorschläge

Sowohl Fernwärmekunden als auch Netzbetreiber können grundsätzlich als Investoren für Wärmepumpen oder Druckluftspeicher auftreten. Prinzipiell sind beide Modelle möglich; die derzeitige Rechtslage hat dafür noch keine Regelungen geschaffen.

Derzeit darf in Deutschland die Wärme nur nach der gelieferten Wärmemenge abgerechnet werden. Das Temperaturniveau der Wärmeabgabe spielt dafür keine Rolle. Die heute verfügbare Messtechnik könnte sinnvollere Abrechnungsmodelle unterstützen. Das Eichrecht und die AVBFernwärmeV sehen das jedoch nicht vor.

Hinzu kommt, dass die meisten Netzbetreiber in Deutschland in ihren Technischen Anschlussbedingungen einen Maximalwert für die Rücklauftemperatur festlegen. Die Kunden werden aufgefordert, diesen Maximalwert zu jeder Zeit einzuhalten. Das Potenzial für eine noch höhere Energieeffizienz wird noch nicht gesehen. Sehr geringe Rücklauftemperaturen sollten honoriert werden, sonst werden Low-Ex-Projekte und damit die Wärmewende keinen Erfolg haben.

Die Rücklauftemperaturen liegen in deutschen Fernwärmenetzen durchschnittlich über 60 °C [3]. Für die Kunden müssten Anreize geschaffen werden, die gelieferte Wassermenge jederzeit möglichst weit abzukühlen. Es wird die Einführung eines Effizienzfaktors vorgeschlagen, der über einen bestimmten Zeitraum die Energieausbeute aus einer gelieferten Wassermenge bemisst. Zur Gleichbehandlung aller Fernwärmekunden sollte die Abweichung von der Nenn-Vorlauftemperatur über einen Korrekturfaktor ermittelt und eingerechnet werden. Effizienz- und Korrekturfaktor könnten in Zukunft standardmäßig ins Programm der Zähler aufgenommen werden. Der Effizienzfaktor kann aber bereits heute an jedem Wärmemengenzähler per Stichtag abgelesen werden: $\text{Effizienzfaktor} = (\text{gelieferte Wärme-}$

$\text{menge [kWh]} / (\text{gelieferte Wassermenge [m}^3\text{)} \cdot \text{Korrekturfaktor}$.

Dieser Effizienzfaktor könnte verwendet werden für Rückvergütungen an Investoren, für die Grundpreisberechnung und auch für die Arbeitspreisberechnung. Dieser Wert sollte in allen Nah- und Fernwärmenetzen, vor allem in LowEx-Netzen und ganz besonders bei Geothermienetzen Verwendung finden.

Stand der Produktentwicklung:

Die Basisschaltung wurde am 15.03.2018 patentiert. Seit 01.01.2018 ist die Basisschaltung in einem Mehrfamilienhaus in Augsburg erfolgreich im Praxisbetrieb.

Die neue Patentanmeldung wurde technisch noch nicht realisiert. Hier werden Netzbetreiber oder Partner aus der Wohnungswirtschaft für ein Pilotprojekt gesucht. Auch 2-4-Energy, Eurasburg, sucht nach Partnern, die eine Serienfertigung voranbringen.

Literatur

- [1] Schneider, F.: Neue Schaltung für niedrige Rücklauftemperatur. EuroHeat&Power 47. Jg. (2018), H. 10, S. 32 – 35.
- [2] Schwarzbürger, H.: Ökostrom aus 300 bar. Photovoltaikmagazin, 07-08/2019, S. 70 – 74.
- [3] SWM Infrastruktur GmbH & Co. KG: Wie kann das bislang zur Verteilung von KWK-Wärme genutzte Fernwärmenetz der SWM tauglich gemacht werden für die zukünftige Einspeisung aus Geothermieanlagen. 28.11.16, S. 19.

Dipl.-Ing. (FH)
Franz Schneider
Ingenieurbüro
Schneider, München
schneider@schneider-
muenchen.de
www.schneider-
schaltung.de

