

PLANUNG VON FERNWÄRME-ÜBERGABESTATIONEN

Das «Planungshandbuch Fernwärme», das seit 2017 zur Verfügung steht, enthält das aktuelle Fachwissen zur Planung von Fernwärmenetzen. Erfahrungen haben gezeigt, dass die Übergabestationen und deren hydraulische Einbindung in der Sekundärseite die Kosten und Effizienz von Fernwärmenetzen stark beeinflussen und dass ein Informationsbedarf zu deren Auslegung besteht. Mit dem 2020 erschienenen «Leitfaden zur Planung von Fernwärme-Übergabestationen» ist dieser Bedarf nun gedeckt. Darin beschrieben sind Konzeption und Planung von Fernwärme-Übergabestationen.

Stefan Thalmann*, Verenum AG
Thomas Nussbaumer, Verenum AG

RÉSUMÉ

PLANIFICATION DE STATIONS DE TRANSFERT DE CHALEUR À DISTANCE

Disponible depuis 2017, le «Guide de planification Chauffage à distance» décrit les bases de la planification des réseaux de chaleur à distance (CAD) et les exigences en matière de gestion et d'exploitation efficaces et économiques des réseaux de CAD. L'expérience des réseaux déployés a montré que leurs coûts et leur efficacité sont fortement influencés par les stations de transfert et qu'il existe un besoin d'information quant à leur conception. En 2020, un «Guide pour la planification de stations de transfert de CAD» a été publié pour combler ces lacunes et aborder la conception et planification de stations de transfert de manière approfondie. Le public cible comprend des planificateurs de chauffage et des techniciens de bâtiment, des collaborateurs d'entreprises de chauffage, des professionnels de la production et de la distribution de stations de transfert, ainsi que des personnes responsables de l'exploitation et de l'entretien des réseaux de CAD. Les informations contenues dans le guide visent à soutenir une planification optimale et une bonne exploitation et à améliorer la rentabilité et l'efficacité énergétique des réseaux de CAD. Le guide décrit également les normes et les directives essentielles, ainsi que les bases de la planification et de l'exploitation, et fournit des informations sur les exigences minimales et les coûts d'investissement.

EINLEITUNG

Fernwärmenetze übertragen Wärme von der Quelle mit hoher Temperatur (Wärmeerzeuger) zur Senke mit niedriger Temperatur (Wärmebezüger). Die zunehmend an Bedeutung gewinnenden Netze ermöglichen die Nutzung von Abwärme sowie den Einsatz von erneuerbaren Energien [1]. Das seit 2017 erhältliche «Planungshandbuch Fernwärme» [2] gibt eine Einführung in die technischen und betrieblichen Grundlagen zur Realisierung von Fernwärmenetzen und unterstützt Planungsfachleute dabei, Fernwärmenetze optimal auszulegen, damit sie in der Folge effizient und ökonomisch betrieben werden.

FERNWÄRME- UND THERMISCHE NETZE IN DER SCHWEIZ

In der Schweiz werden – abgesehen von industriellen Eigenbedarfsanlagen – keine fossil-thermischen Kraftwerke betrieben, deshalb sind Fernwärmenetze im Vergleich zu Ländern in Osteuropa und Skandinavien erst wenig verbreitet. Dennoch stehen vor allem im städtischen Raum seit mehreren Jahrzehnten gut funktionierende Netze im Einsatz, die im Verbund mit Kehrrechtverbrennungsanlagen (KVA), Holzfeuerungen oder Wärmepumpen realisiert wurden.

* Kontakt: stefan.thalmann@verenum.ch

(© J. Schweitzer/123RF.com)

Während in klassischen Fernwärmenetzen Wärme bei Temperaturen über 60 °C verteilt wird, kommen heute auch niedrigtemperierte Netze als Quelle für dezentrale Wärmepumpen und/oder Kälte zum Einsatz. Zusammen mit Fernwärmenetzen werden sie als thermische Netze bezeichnet, wie im «Faktenblatt Thermische Netze» ausgeführt ist [3]. Heute verfügt die Schweiz über rund 1000 thermische Netze [4], die nach unterschiedlichen Angaben zwischen 6 und 8 TWh Wärme pro Jahr bereitstellen und damit rund 6 bis 8% des Wärmebedarfs decken [5-7]. Die Versorgung der thermischen Netze erfolgt zu rund 36% aus KVA-Abwärme, 27% aus erneuerbaren Energien (Biomasse oder Wärmepumpen), 19% aus Abwärme von Kernkraftwerken, anderen Abwärmequellen und sonstigen erneuerbaren Energien, 17% aus Erdgas sowie 2% aus Geothermie (Fig. 1). Bei einem durchschnittlichen Wärmepreis von 15 Rp./kWh [8] entspricht die verkaufte Wärme einem Umsatz von rund 1,2 Mia. Franken pro Jahr.

POTENZIAL

In Fig. 2 ist das Potenzial der thermischen Netze im Jahr 2050 bei unterschiedlichen Szenarien gemäss den Energieperspektiven 2050+ des Bundes [5] zu sehen. Dabei werden das Szenario «Weiter wie bisher» (WWB) und verschiedene Szenarien zu «Netto-Null» (Zero, was für Netto-Null-Emissionen an CO₂ steht) wie folgt definiert [5]:

- Im Szenario WWB gelten alle bis Ende 2018 in Kraft gesetzten Massnahmen und Instrumente der Energie- und Klimapolitik. Das totalrevidierte CO₂-Gesetz sowie neue Instrumente aus der bevorstehenden Revision des Stromversorgungs- und des Energiegesetzes sind dabei nicht berücksichtigt.
- In der Basisvariante des Netto-Null-Szenarios (Zero Basis) wird die Energieeffizienz rasch und umfassend gesteigert, das Energiesystem stark elektrifiziert und die erneuerbaren Energien signifikant ausgebaut. Die Stromproduktion aus inländischen erneuerbaren Energien wird so ausgebaut, dass die Schweiz bis 2050 ihren Stromverbrauch als Jahresbilanz decken kann.
- Die Variante Zero A weist gegenüber der Basisvariante eine stärkere Elektrifizierung aus, die Variante Zero B eine schwächere mit stattdessen stärkerer Bedeutung von Biogas, synthetischen

Gasen und Wasserstoff. Die Variante Zero C weist eine schwächere Elektrifizierung aus, während Wärmenetze sowie flüssige biogene und synthetische Brenn- und Treibstoffe eine stärkere Rolle spielen.

Bei einem für 2050 prognostizierten Endenergiebedarf für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme von 74 TWh/a [5] liegen die Potenziale für thermische Netze bei gut 10 TWh/a (Zero B) bis 18 TWh/a (Zero C), was rund 14 bis 24% entspricht (Fig. 2). Das «Weissbuch Fernwärme» [9] prognostizierte bereits im

Jahr 2014 für 2050 ein wirtschaftliches Potenzial der thermischen Netze von 17 TWh/a, was zwischen den 2020 prognostizierten Szenarien Zero B und Zero C liegt.

Die Erschliessung des Potenzials thermischer Netze setzt voraus, dass die Anlagen effizient und ökonomisch ausgeführt und betrieben werden. Untersuchungen an bestehenden Netzen haben gezeigt, dass die Übergabestationen eine wichtige Komponente von thermischen Netzen sind und die Wirtschaftlichkeit und Effizienz des ganzen Netzes entscheidend beeinflussen [8].

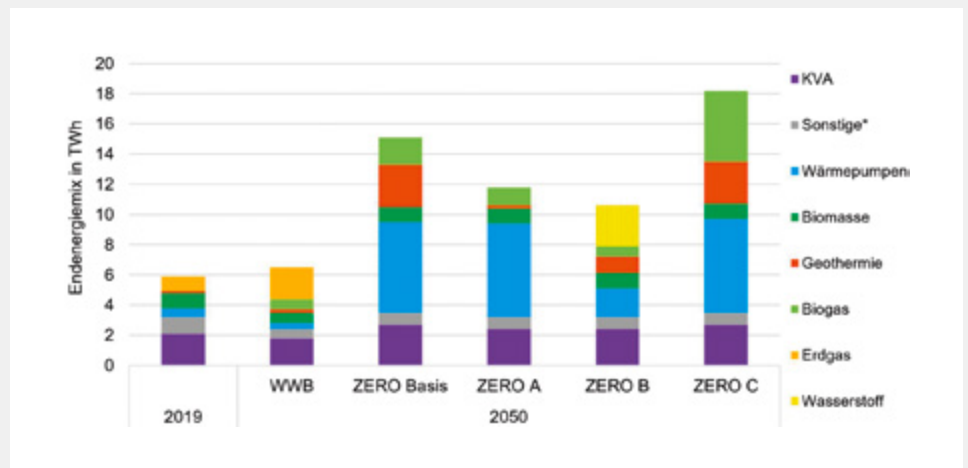


Fig. 1 Endenergiemix zur Versorgung thermischer Netze im Jahr 2019 sowie im Jahr 2050 (inklusive Prozesswärme für CO₂-Sequestrierung) für das Szenario «Weiter wie bisher» (WWB) und die vier Szenarien Zero Basis, Zero A, Zero B und Zero C. *Sonstige: Abwärme von Kernkraftwerken, anderen Abwärmequellen und sonstigen erneuerbaren Energien. (Eigene Grafik nach Daten in [5])

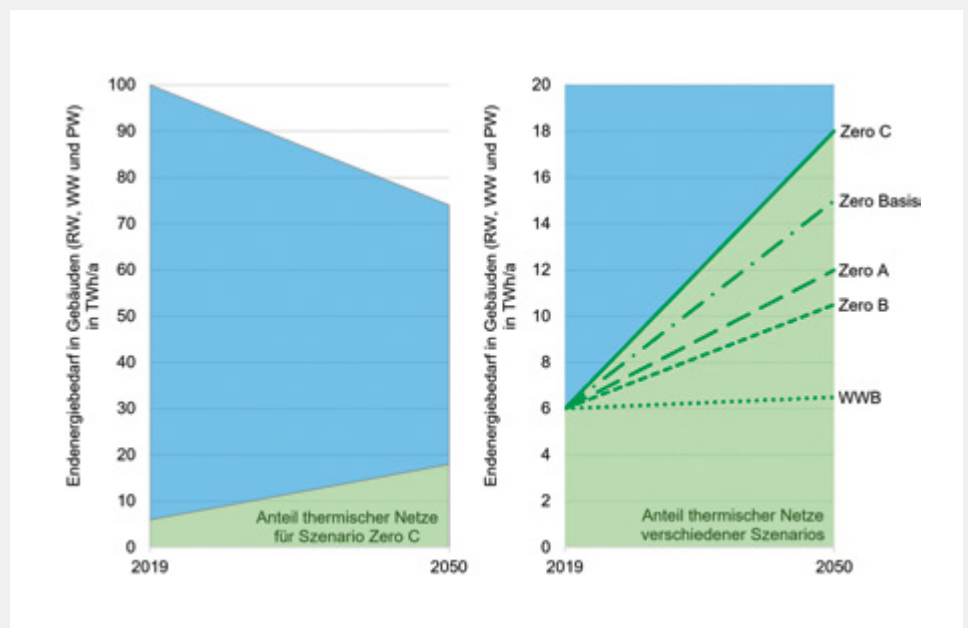


Fig. 2 Links: Anteil thermischer Netze zur Deckung des Endenergieverbrauchs in Gebäuden für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme von 2019 bis 2050 für Szenario Zero C. Rechts: Ausschnitt aus Bild links bis 20 TWh/a mit Anteil thermischer Netze von 2019 bis 2050 nach Szenario WWB, Zero Basis, Zero A, Zero B und Zero C. (Eigene Grafik nach Daten in [5])

LEITFADEN FERNWÄRME-ÜBERGABESTATIONEN

Da geeignete Übergabestationen wichtig sind für die Wirtschaftlichkeit der Fernwärmenetze und ein umfassendes Planungsmittel dazu bis anhin fehlte, wurde im Auftrag des Bundesamts für Energie ein «Leitfaden zur Planung von Fernwärme-Übergabestationen» [10] erarbeitet, der das Fachwissen zur Konzeption und Planung von Übergabestationen vertieft. Der Leitfaden richtet sich an Heizungsplaner und Gebäudetechnikerinnen, technische Mitarbeitende von Heizungsfirmen, an Fachleute in Herstellung und Vertrieb von Fernwärmenetzen und Übergabestationen sowie an Personen, die für den Betrieb von Fernwärmenetzen zuständig sind. Der Leitfaden ergänzt das «Planungshandbuch Fernwärme», das die Grundlagen zu Planung der Netze abdeckt. Die Inhalte des Leitfadens basieren auf den Erfahrungen der Autoren und der Mitglieder der Expertengruppe und Fachverbände.

AUFBAU

Normen und Richtlinien

Der Leitfaden zur Planung von Fernwärme-Übergabestationen beschreibt im ersten Teil die gültigen Normen und Richtlinien. Er bezieht sich dabei grundsätzlich auf Anwendungen mit primären Vorlauftemperaturen bis zu 110 °C und

Nenndrücken bis PN 25. Da auch Netze mit Vorlauftemperaturen über 110 °C existieren, sind die dafür gültigen Normen und Richtlinien ebenfalls aufgeführt und separat gekennzeichnet.

Anbindung der Gebäudeinstallation

Danach werden die Grundlagen zur Anbindung der Gebäudeinstallation an ein Fernwärmenetz behandelt. Es wird gezeigt, dass grundsätzlich jedes Gebäude an ein Fernwärmenetz angeschlossen werden kann, sofern eine geeignete Gebäudeinstallation für Heizung und gegebenenfalls Warmwasser- oder Lüfterwärmen vorhanden ist oder erstellt wird.

System der Fernwärme-Übergabestationen

Nach den Grundlagen wird das System der Fernwärme-Übergabestationen vorgestellt. Zur besseren Orientierung im breiten Angebot von Herstellern und Lieferanten werden die Übergabestationen in drei Kategorien eingeteilt und beschrieben.

Komponenten und Funktionen

Anschließend werden die einzelnen Komponenten und Funktionen von Übergabestation erläutert, technische Anforderungen festgehalten und deren Auslegung definiert.

Minimalanforderungen

Im darauffolgenden Kapitel werden die Minimalanforderungen an eine indi-

rekte Fernwärme-Übergabestation beschrieben, die notwendig sind, um eine bedienungs-, service- und wartungsfreundliche Anlage zu gewährleisten.

Planung und Betrieb

Im letzten Kapitel sind die wichtigsten Arbeitsschritte zur Planung und zum Betrieb von Fernwärme-Übergabestationen festgehalten.

Anhang

Ein Anhang rundet den Leitfaden mit praktischen Informationen ab. Er enthält einen Fragebogen für potenzielle Wärmekunden und verweist auf eine Bewertungstabelle, die einen Vergleich offerierter Leistungen von Fernwärme-Übergabestationen unterstützt.¹ Ausserdem wird der Ablauf zur Planung einer Fernwärme-Übergabestation anhand eines Fallbeispiels erläutert.

GRUNDLAGEN

Die wichtigsten Begriffe werden anhand von *Figur 3* beschrieben. Gegenüber dem «Planungshandbuch Fernwärme» werden im Leitfaden einzelne Themen vertieft und aktualisiert. So ist bei der Warmwasseraufbereitung die Aktualisierung der SIA 385/1 [11] berücksichtigt. Weiter werden die Zirkulation und deren Einbindung beschrieben sowie die Varianten der Warmwassererwärmung mit Frischwasserstationen, Warmwasserspeicher mit internem und externem Wärmeübertrager und die Vorrangschaltung vertieft.

Da die gelieferte Wärme möglichst effizient genutzt werden soll, besteht aus Sicht des Wärmelieferanten ein Interesse an der technischen Situation der Sekundärseite des Wärmeabnehmers. Entsprechend sind die Anforderungen an die Sekundärseite ein wichtiger Teil der Grundlagen. *Tabelle 1* zeigt dazu einen Auszug der Anforderungen an gebäudetechnische Anlagen, Wärmeverteilung und hydraulische Einbindung im Gebäude.

Die wichtigsten Anforderungen an die Sekundärseite sollten im Wärmeliefervertrag und in den Technischen Anschlussvorschriften (TAV) vertraglich festgehalten werden. Das Ziel der TAV ist, einen minimalen technischen Standard sicherzustellen, die Qualität der Wärmeversorgung zu gewährleisten

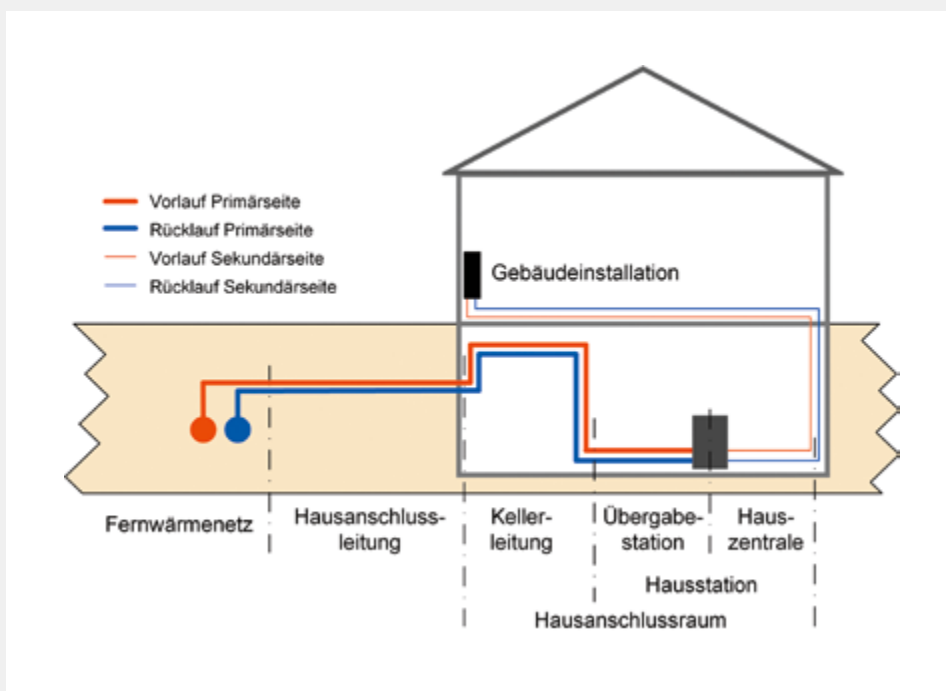


Fig. 3 Übersicht zum Hausanschluss.

¹ http://www.verenum.ch/Dokumente_QMFW.html

Anforderung	Beschreibung
Hydraulik allgemein	<ul style="list-style-type: none"> Das hydraulische Konzept ist mit dem Wärmelieferanten abzusprechen: <ul style="list-style-type: none"> Hydraulische Schaltungen Dimensionierung der Pumpen und Einsatz von drehzahlgeregelten Pumpen prüfen Einsatz von druckunabhängigen Regelventilen (z. B. Kombiventile) Bestehende Sicherheitseinrichtungen überprüfen Regelparameter überprüfen und nachjustieren Keine hydraulischen Kurzschlüsse auf der Primär- und Sekundärseite. Folgende Einrichtungen sind unzulässig: <ul style="list-style-type: none"> Offene Expansionsgefässe Doppelverteiler (Rohr-in-Rohr, Vierkant) Bypässe (auf Verteiler, bei Verbrauchern etc.) Überströmregler und -ventile zwischen Vor- und Rücklauf nur in Ausnahmefällen Einspritzschaltungen mit Dreiwegventilen Umlenkschaltungen mit Dreiwegventilen Vierwegmischer Dynamischer hydraulischer Abgleich der Heizflächen- und Warmwasserzirkulationssysteme zur Sicherstellung korrekter Volumenströme. Einbau und korrektes Einstellen von primärseitigen Rücklauftemperaturbegrenzern.
Heizung	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz von selbsttätig wirkenden Thermostatventilen zur raumweisen Temperaturregelung. Wenn möglich, sind druckunabhängige Thermostatventile mit einer Voreinstellmöglichkeit vorzusehen. Nutzung von hohen Rücklauftemperaturen aus einzelnen Heizkreisen (z. B. Lüftung, statische Heizflächen etc.) zur Versorgung anderer Verbraucher (z. B. Fussboden- oder Wandheizung).
Lüftung	<ul style="list-style-type: none"> Lüftungsanlagen (einzeln oder im Ausnahmefall gruppenweise) mit Regelungseinrichtungen versehen. Als Regelgrösse können Raum-, Zu- und Ablufttemperatur dienen. Mit Aussenluft beaufschlagte Lüftungsanlagen sind mit einer Frostschutzschaltung und gegebenenfalls einer Anfahrtschaltung vorzusehen.
Warmwassererwärmung	<ul style="list-style-type: none"> Eine Überhöhung der vorgeschriebenen Warmwassertemperatur ist zu vermeiden. Bei hartem Wasser (> 15 °fH; mittelhart) sind zur Verhinderung der Verkalkung der Wärmeübertrager diese mit einer Rücklaufbeimischung anzuschliessen. Bei weichem Wasser oder wenn die Fernwärmeverlaufftemperatur immer unter 70 °C liegt, kann auf die Rücklaufbeimischung verzichtet werden (d. h. Pumpe und Rückschlagventil entfallen). Bei hartem Wasser (> 15 °fH; mittelhart) sind zusätzlich Absperrorgane und Spülanschlüsse zur Reinigung des Wärmeübertragers vorzusehen. Bei Wärmeübertragern, insb. Plattenwärmeübertrager < 200 kW, ist für kurzfristigen Ersatz zu sorgen bzw. sind diese vorrätig zu halten (Lagerhaltung beim Betreiber oder Lieferanten). Beim Wärmeübertrager sind zur schnelleren Abkühlung die Anschlüsse für Kaltwasser (sekundärseitig) und Rücklaufwasser (primärseitig) oben anzubringen. Warmwasserzirkulationssysteme sind mit einer temperaturabhängigen Steuerung zu versehen. Bei ausreichender Dimensionierung des Warmwasserspeichers die Position des Temperaturfühlers optimieren – nach oben versetzen. Bei grösseren Warmwasserspeichern (> 500 Liter) um einen zweiten Temperaturfühler erweitern.
Regelung	<ul style="list-style-type: none"> Verwendung von dicht schliessenden Regelorganen und regelungstechnisch korrekte Ansteuerung zur Vermeidung unkontrollierter Konvektion. Vermeidung von Schwingungen in hintereinander geschalteten Regelkreisen (z. B. Fernwärme/Kundenanlage) durch schnellere Reaktionszeit und Arbeitsweise des nachfolgenden Regelkreises. Die hydraulische und regelungstechnische Auslegung (Regelventile, Wärmezähler, Wärmeübertrager etc.) hat entsprechend den Regeln der Technik zu erfolgen. Hydraulische Schaltungen sind so zu konzipieren, dass mengenvariable Teilstrecken entstehen. Dabei sollen druckunabhängige Regelventile eingebaut werden (z. B. Kombiventile).

Tab. 1 Wichtigste Anforderungen an die gebäudetechnischen Anlagen, wie sekundäre Wärmeverteilung und die hydraulische Einbindung im Gebäude für Heizung und Lüftung, Warmwassererwärmung und Regelung (Auszug aus dem Leitfaden).

und grobe Fehler zu verhindern. Für die TAV ist ein Mittelweg zu finden, bei dem so wenig Einschränkungen wie möglich und so viele wie nötig festgehalten werden. Unnötige Anforderungen erhöhen die Kosten, während im umgekehrten Fall die Qualität und die Langlebigkeit

beeinträchtigt werden können. Um die geforderte Qualität sicher zu stellen, ist auch zu kontrollieren, ob die vereinbarten Anforderungen eingehalten werden. Als Basis für die Planung ist eine qualifizierte Ist-Analyse des Wärmeabnehmers notwendig, welche Wärmebedarf,

Leistungsbedarf, Temperaturniveau, Lastprofil und hydraulische Einbindung umfasst. Damit kann (frühzeitig) die bestehende Situation der Sekundärseite beim Wärmeabnehmer bereits in der Planungsphase beurteilt werden.

SYSTEME VON FERNWÄRME-ÜBERGABESTATIONEN

Fernwärme-Übergabestationen werden in unterschiedlichen Produktkategorien und Bezeichnungen angeboten, die teilweise herstellerepezifisch sind. Für eine bessere Orientierung werden die Übergabestationen in folgende drei Kategorien eingeteilt; damit wird ein Grossteil der Anwendungsmöglichkeiten abgedeckt und das Vorgehen zur Planung vereinfacht:

- Standard-Übergabestationen
- individuelle Übergabestationen
- Sonderanfertigungen

In der Regel werden alle Komponenten inklusive Elektroinstallation vormontiert, getestet und betriebsfertig ausgeliefert, sodass die Übergabestation vor Ort nur noch an die Fernwärme und die Gebäudeinstallation angeschlossen werden muss. Die Stromversorgung erfolgt in der Regel über einen CEE-Stecker. Ein Aufbau der Übergabestationen vor Ort kommt zum Einsatz, wenn es sich um sehr grosse Anschlussleistungen handelt oder die Einbringung von Baugruppen (Module) möglich ist.

KOMPONENTEN, FUNKTIONEN, AUSLEGUNG

Die einzelnen Komponenten müssen mit der CE-Kennzeichnung versehen sein (falls Kennzeichnungspflicht anwendbar) und den entsprechenden Normen, Richtlinien und Vorschriften entsprechen. Die Hersteller und Lieferanten müssen nachweisen können, dass die Komponenten einfach zu warten und zu ersetzen sind und die vereinbarten Leistungen erbringen. Ersatzteile sollten für mindestens fünf Jahre nach der Lieferung verfügbar sein und die Lebensdauer darf unter normalen Bedingungen nicht weniger als zehn Jahre betragen. Die Dimensionierung muss entsprechend den Anforderungen der Betreiber und Kunden erfolgen ([12] S. 20 ff.). Bei Anlagen im Einsatzbereich über 110 °C ist für die Festigkeitsauslegung und Konformitätserklärung zudem die Druckgeräteverordnung zu beachten [13]. Im Leitfaden werden folgende Kom-

ponenten und Funktionen weiter thematisiert:

- Allgemeines
- Ausrüstung Hausanschlussraum
- Wärmeübertrager
- Regelventil
- Regelungstechnik
- Datenerfassung und Fernüberwachung
- Wärmezähler
- Druck- und Temperaturabsicherung
- Absperrarmaturen
- Entleerung und Entlüftung
- Schmutzfänger
- Temperatur- und Druckanzeigen
- Werkstoffe und Verbindungstechniken
- Wärmedämmung
- Potenzialausgleich

MINIMALANFORDERUNGEN

Fernwärme-Übergabestationen sollten grundsätzlich bedienungs-, service- und wartungsfreundlich aufgebaut und gemäss den TAV ausgeführt sein sowie den einschlägigen Normen und Richtlinien entsprechen. Dazu sind im Leitfadens Minimalanforderungen an eine indirekte Fernwärme-Übergabestation festgehalten. Es werden die Ausrüstungskompo-

ponenten definiert sowie der zu erwartende Druckverlustbereich und die maximale Strömungsgeschwindigkeit in der Übergabestation beschrieben und die Anforderungen an die Dokumentation festgehalten. Abschliessend werden Richtpreise für eine Fernwärme-Übergabestation von 10 bis 200 kW aufgeführt.

Minimale Ausrüstung

Die folgenden Komponenten sind gemäss *Figur 4* bei einer Fernwärme-Übergabestation als minimale Ausrüstung vorzusehen:

- 1 Absperrarmaturen im Vor- und Rücklauf
- 2 Sichtanzeige Temperatur (Thermometer) im Vor- und Rücklauf
- 3 Sichtanzeige Druck (Manometer) im Vor- und Rücklauf
- 4 Entlüftung im Vorlauf (oben) und im Rücklauf (unten)
- 5 Schmutzfänger im Vorlauf vor dem Wärmeübertrager (primärseitig) sowie im Rücklauf vor dem Eintritt Wärmeübertrager (sekundärseitig)
- 6 Wärmeübertrager
- 7 Kombiventil inkl. Antrieb

- 8 Wärmezähler (Volumenmessteil, Temperaturmessung, Rechenwerk, Temperaturfühler im Vor- und Rücklauf)
- 9 Sicherheitsventil federbelastet
- 10 Expansions- oder Ausdehnungsgefäss
- 11 Regelgerät für Vorlauftemperatur Sekundärseite
- a. Temperaturfühler im Vorlauf sekundärseitig
- b. Temperaturfühler im Rücklauf primärseitig
- c. Temperaturfühler für Aussentemperatur (wenn witterungsgeführt)
- d. Verbindung zum Kombiventil
- 12 Aussentemperaturfühler

Druckverlust

Der Druckverlust der Übergabestation setzt sich aus den Druckverlusten folgender Komponenten zwischen den Absperrarmaturen im Vorlauf und im Rücklauf zusammen: Schmutzfänger, Wärmeübertrager, Bögen und Armaturen. Der Druckverlust einer Übergabestation liegt im Bereich zwischen 50 bis 100 kPa (0,5 bis 1,0 bar) und ist in der *Tabelle 2* für die einzelnen Komponenten aufgeführt.

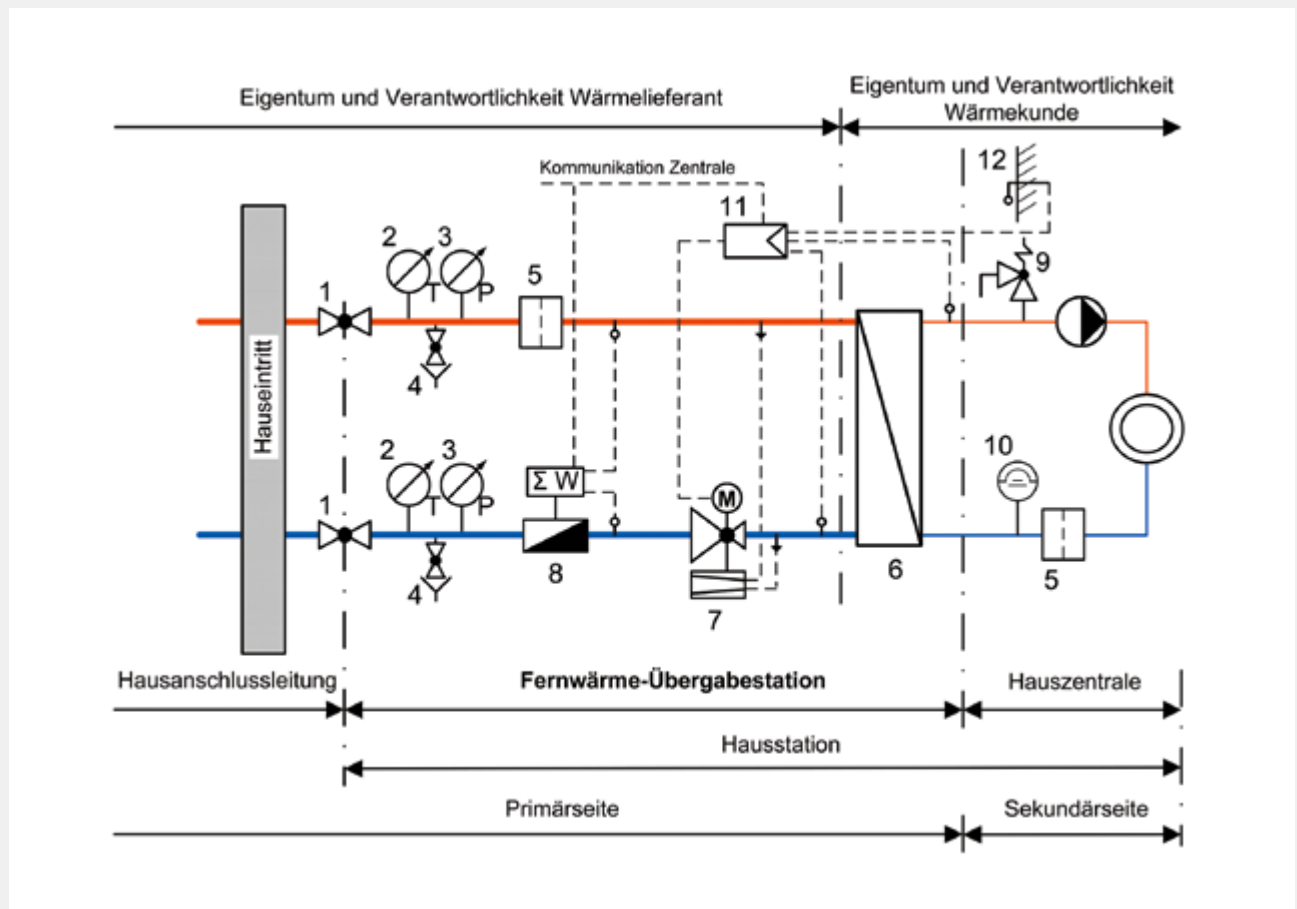


Fig. 4 Minimalanforderung Fernwärme-Übergabestation mit exemplarischer Darstellung von Eigentum und Verantwortlichkeit zwischen Wärmelieferant und Wärmekunde.

Komponente	Druckverlustbereich in kPa	
	untere Grenze	obere Grenze
Schmutzfänger	2	5
Wärmeübertrager	10	25
Kombiventil	30	45
Wärmezähler	5	20
Leitungen	3	5
Total	50	100

Tab. 2 Zusammensetzung des Druckverlustes einer Fernwärme-Übergabestation.

Nennweite	Hausanschlussleitung m/s	Übergabestation m/s
DN 20	0,5	1,2
DN 25	0,6	1,2
DN 32	0,8	1,2
DN 40	1,0	1,2
DN 50	1,2	1,2
DN > 50	1,2	1,2

Tab. 3 Maximale Strömungsgeschwindigkeiten in Hausanschlussleitungen und Übergabestationen.

Max. Strömungsgeschwindigkeiten

Um störende Geräusche zu vermeiden sowie die Funktion und Langlebigkeit zu gewährleisten, sind in Hausanschlussleitungen und Übergabestationen maximale Strömungsgeschwindigkeiten nach *Tabelle 3* zu berücksichtigen.

Dokumentation

Um einen sicheren Betrieb und Unterhalt zu gewährleisten, ist eine ausführliche Dokumentation zu verfassen und aktuell zu halten. Für die Dokumentation wird ein Aufbau mit folgenden fünf Teilen empfohlen: Allgemeiner Teil, Montageanleitung, Bedienungsanleitung, Wartungsanleitung und sonstige Unterlagen ([14] S. 15 ff).

Investitionskosten

Auf Basis der definierten Minimalanforderungen an eine Fernwärme-Übergabestation sind die Investitionskosten für Anschlussleistungen von 10 kW, 25 kW, 50 kW, 100 kW und 200 kW von fünf Firmen erhoben worden (Stand März 2020). Die Investitionskosten setzen sich wie folgt zusammen:

- Komponenten gemäss Auflistung der minimalen Ausrüstung (ohne sekundärseitige Komponenten wie Sicherheitsventil [9], Expansion [10] und Schmutzfänger [5])
- geprüft, geliefert und montiert
- ohne Elektroinstallationen und Verrohrung an Primär- und Sekundärnetz
- inkl. Inbetriebnahme

Anforderungen

Neben der definierten Minimalanforderung an die Ausrüstung entsprechen die Anforderungen den Technischen Anschlussvorschriften aus dem im Leitfaden im Anhang aufgeführten Fallbeispiel und sind folgendermassen definiert:

- Nenndruck PN 16
- Maximale Betriebstemperatur: 110 °C

- Vorlauftemperatur Winter: 80 °C
- Vorlauftemperatur Sommer: 70 °C
- Maximale primäre Rücklauftemperatur im Heizbetrieb: 50 °C
- Maximale Rücklauf-Grädigkeit im Heizbetrieb: 3 K
- Maximaler Druckabfall Übergabestation: 80 kPa
- Maximaler Differenzdruck im Netz: 500 kPa (5 bar)

Wesentliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Fabriken betreffen die Ausführung (Wandmontage im Kasten oder offen auf Gestell) sowie die Ausführung einzelner Komponenten (Regler, Aussentemperaturfühler etc.). Die angegebenen Investitionskosten sind Richtpreise (Bruttopreise) für eine erste Abschätzung, während effektive Kosten je nach Situation und Anforderung abweichen können.

Figur 5 zeigt die Investitionskosten in Abhängigkeit zur Anschlussleistung mit Minimal-, Maximal- und Mittelwerten der erhobenen Daten.

Figur 6 zeigt die spezifischen Investitionskosten in Abhängigkeit zur Anschlussleistung. In dieser Darstellung ist der Skaleneffekt (*Economies-of-scale*) gut erkennbar.

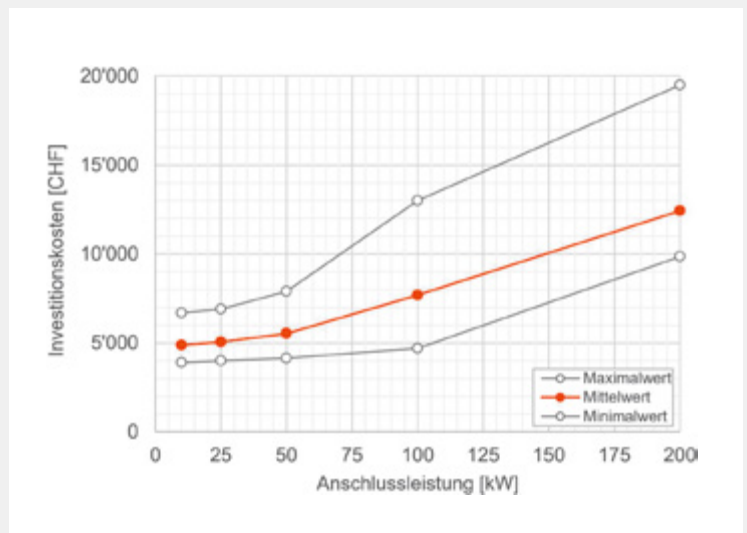


Fig. 5 Investitionskosten in Abhängigkeit zur Anschlussleistung für eine Fernwärme-Übergabestation.

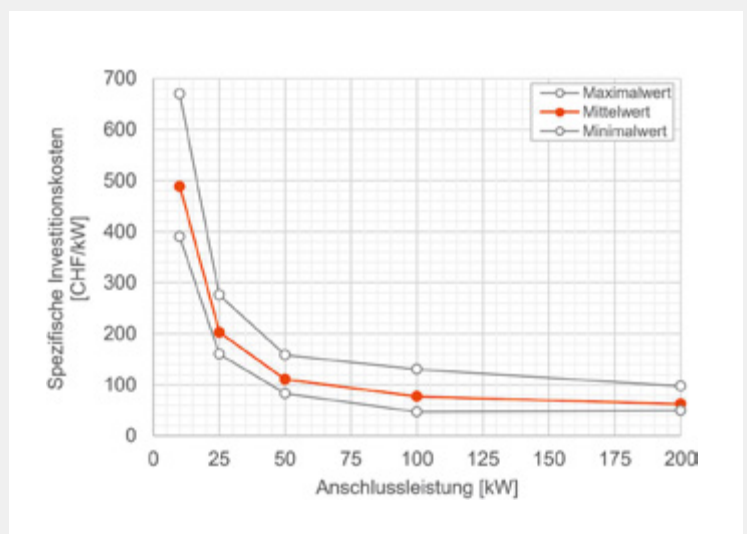


Fig. 6 Spezifische Investitionskosten in Abhängigkeit zur Anschlussleistung für eine Fernwärme-Übergabestation.

PROJEKTABLAUF

Planung und Betrieb eines Fernwärmenetzes richten sich nach dem im «Planungshandbuch Fernwärme» empfohlenen Ablauf ([2], S. 102 ff.). Dabei wird zwischen der Planungsphase und der Betriebsphase unterschieden. Die Planung und der Betrieb von Fernwärme-Übergabestationen werden im Leitfaden vertieft. Zu beachten ist, dass die einzelnen Arbeitsschritte vielfach nicht von einer Person oder einem einzelnen Unternehmen durchgeführt werden. Aus diesem Grund sind eine übergeordnete Koordination, fortlaufende Dokumentation und gute Kommunikation wichtig.

In der Planungsphase ist auf eine qualifizierte Ist-Analyse der Wärmeabnehmer zu achten (Erfassen des Wärmebedarfs, des Leistungsbedarfs und der hydraulischen Einbindung). Daraus können auf Basis der Technischen Anschlussvorschriften die individuellen Anforderungen und Ausschreibungsunterlagen für die Übergabestationen verfasst werden. Die Betriebsphase ist als fortlaufender Prozess zu betrachten und startet nach der Abnahme durch den Wärmeabnehmer, Bauherr, Betreiber und/oder deren Vertreter. Folgende Punkte sind besonders zu beachten:

1. Nachregulierung und Optimierung

Die Nachregulierung bzw. Optimierung der Übergabestation erfolgt am Anfang, während der Heizperiode und wenn mög-

lich periodisch oder permanent über die Auswertung der wichtigsten Parameter z. B. über ein übergeordnetes Leitsystem.

- a. Soll-Ist-Vergleich mit Referenzwerten (Einstellen von Sollwerten und Regelparametern wie Temperatur, Druck etc.)
- b. Feststellen und Interpretieren von Abweichungen (Fehler- und Schadensdiagnose)
- c. Optimierungspotenziale ermitteln

2. Service und Unterhalt

- a. Eichpflicht der Wärmezähler umsetzen
- b. Periodische Kontrollen
- c. Sicherheitseinrichtungen
- d. Wasserqualität
- e. Entschlammung
- f. Funktion Entgaser
- g. Leckage

3. Fakturierung der bezogenen Wärmemenge**FAZIT**

Der Leitfaden zur Planung von Fernwärme-Übergabestationen dient als Basis zur Planung der Übergabestationen als wichtige Komponente von thermischen Netzen. Er unterstützt zusammen mit bereits vorliegenden Unterlagen (Planungshandbuch von QM Fernwärme sowie Dokumente vom Verband Fernwärme Schweiz [VFS], vom SVGW und von weiteren Verbänden) eine optimale Planung und einen guten Praxisbetrieb der Übergabestationen und trägt dazu bei, die Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz von Fernwärmenetzen zu verbessern.

Der Leitfaden und zugehörige Begleitinformationen wie ein Fragebogen für einen Fernwärmeanschluss sowie ein Tool zur Bewertung offerierter Leistungen von Fernwärme-Übergabestationen stehen auf der Website von QM Fernwärme zur Verfügung.² Bis zum Sommer 2021 sollte zudem die französische Version zum Download vorliegen.

² http://www.verenum.ch/Dokumente_QMFW.html

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Frederiksen, S.; Werner, S. (2013): *District Heating and Cooling*, Studentlitteratur AB, Lund (S), ISBN 978-91-44-08530-2
- [2] ARGE QM Fernwärme (2018): *Planungshandbuch Fernwärme*, Verenum AG, Version 1.2, Zürich, ISBN 3-908705-30-4. http://www.verenum.ch/Dokumente_QMFW.html
- [3] Nussbaumer, T. et al. (2021): *Faktenblatt Thermische Netze*, Verenum AG, Zürich. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/energieeffizienz/fernwaerme.html>
- [4] Schweizerische Eidgenossenschaft (2019): *Geodaten Thermische Netze*, geo.admin.ch, Bern. Link aufgesucht am 4. März 2021: <https://s.geo.admin.ch/86066fef19>
- [5] Kirchner, A. et al. (2020): *Energieperspektiven 2050+ - Kurzbericht*, Prognos AG, INFRAS AG, TEP Energy GmbH und EcoPlan AG i.A. des Bundesamts für Energie BFE, Zürich und Bern
- [6] Jakob, M. et al. (2020): *Erneuerbare- und CO₂-freie Wärmeversorgung Schweiz*, TEP Energy GmbH und ECOPLAN, Zürich und Bern
- [7] Verband Fernwärme Schweiz (2020): *Jahresbericht 2019 & Ergänzungen von A. Hurni*, Verband Fernwärme Schweiz VFS, Bern
- [8] Thalmann, S.; Nussbaumer, T. (2014): *Ist-Analyse von Fernwärmenetzen*, 13. Holzenergie-Symposium, ETH Zürich 12.09.14, Verenum Zürich
- [9] Sres, A. (2014): *Weissbuch Fernwärme - VFS-Strategie, Schlussbericht Phase 2*, VFS, Bern
- [10] Nussbaumer, T. et al. (2020): *Leitfaden zur Planung von Fernwärme-Übergabestationen*, Verenum AG, Version 1.0, Zürich, ISBN 3-908705-37-1. http://www.verenum.ch/Dokumente_QMFW.html
- [11] SIA 385/1:2020: *Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden - Grundlagen und Anforderungen*, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich
- [12] European Committee for Standardization CEN (2015): *Eco-efficient Substations for District Heating CWA 16975*, Brüssel
- [13] 930.114 (2016): *Verordnung über die Sicherheit von Druckgeräten (Druckgeräteverordnung, DGV)*, vom 25. November 2015 (Stand am 19. Juli 2016)
- [14] Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft AGFW e.V. (2019): *AGFW FW 509 - Anforderungen an Hausstationen zum Anschluss an Heizwasser-Fernwärmenetze (Entwurfsversion als Ersatz für Ausgabe von 1998)*

VERDANKUNG

Der Leitfaden entstand mit Unterstützung von EnergieSchweiz des Bundesamts für Energie BFE. Zum Inhalt beigetragen haben nebst dem Autorenteam die Mitglieder der Expertengruppe und die an der Vernehmlassung beteiligten Experten, Verbände und Behörden, die im Leitfaden [10] aufgeführt sind und deren Mitarbeit verdankt wird.



Zerstörungsfreie Inspektion von Gussleitungen

Kämpft Ihre Wasserversorgung mit Leitungsbrüchen? Die Zeiten sind vorbei!
Die **Cooperation SWG & EMPIT** ermöglicht die Inspektion von Gussleitungen.

- Die Inspektion erfolgt kontaktlos
→ Es wird kein direkter Zugang zu oder in die Leitung benötigt
- Keine Vorbereitungen nötig
→ Keine, bzw. nur geringe Bindung interner Ressourcen
- Kein Einfluss auf den Produktfluss
→ Das Abstellen des Wassers beim Endkunden ist nicht notwendig
- Prüftechnik ist zerstörungsfrei
→ Ihnen entstehen keine Folgekosten

Zu den üblichen detektierten Schadensursachen zählen Holzsäure, Lehmrückstände auf der Leitung, Korrosion aufgrund von Erdung sowie Lochkorrosion.

Für Fragen stehen wir Ihnen gerne unter info@swg-empit.ch zur Verfügung.



COOPERATION



EMPIT
INSPECT THE UNPIGGABLE

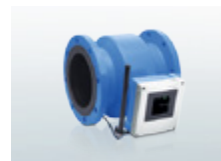
Ihr Ziel ist es, sowohl die Effizienz Ihrer Anlage zu steigern als auch gesetzliche Normen einzuhalten.

+ EINHALTEN HAUSHALTEN

Wir unterstützen Sie dabei, Vorgaben einzuhalten und die Kosten zu verringern, um so die Ressource Wasser zu schützen.



Proline Promag W 800: Das batteriebetriebene magnetisch-induktive Durchflussmessgerät für den flexiblen und dezentralen Einsatz in der Wasserindustrie



- Vielfältige Möglichkeiten: vom reinen Batteriebetrieb mit lokaler Anzeige bis zur Vollintegration in die Cloud mittels Mobilfunk
- Robuster, vollständig verschweißter Messaufnehmer für direkten Einbau oder permanenten Einsatz unter Wasser
- Heartbeat Technology zur integrierten Geräteverifizierung ohne Ausbau und Prozessunterbrechung
- Kabellose Gerätebedienung mit der SmartBlue-App per Tablet oder Smartphone – unabhängig von der Montagesituation



Möchten Sie sich mit Experten im Bereich Abwasser und Trinkwasser austauschen?
Dann folgen Sie unserem Blog:
www.eh.digital/blue_water_ch

Erfahren Sie mehr unter:
www.ch.endress.com/5W8B

Endress+Hauser 
People for Process Automation