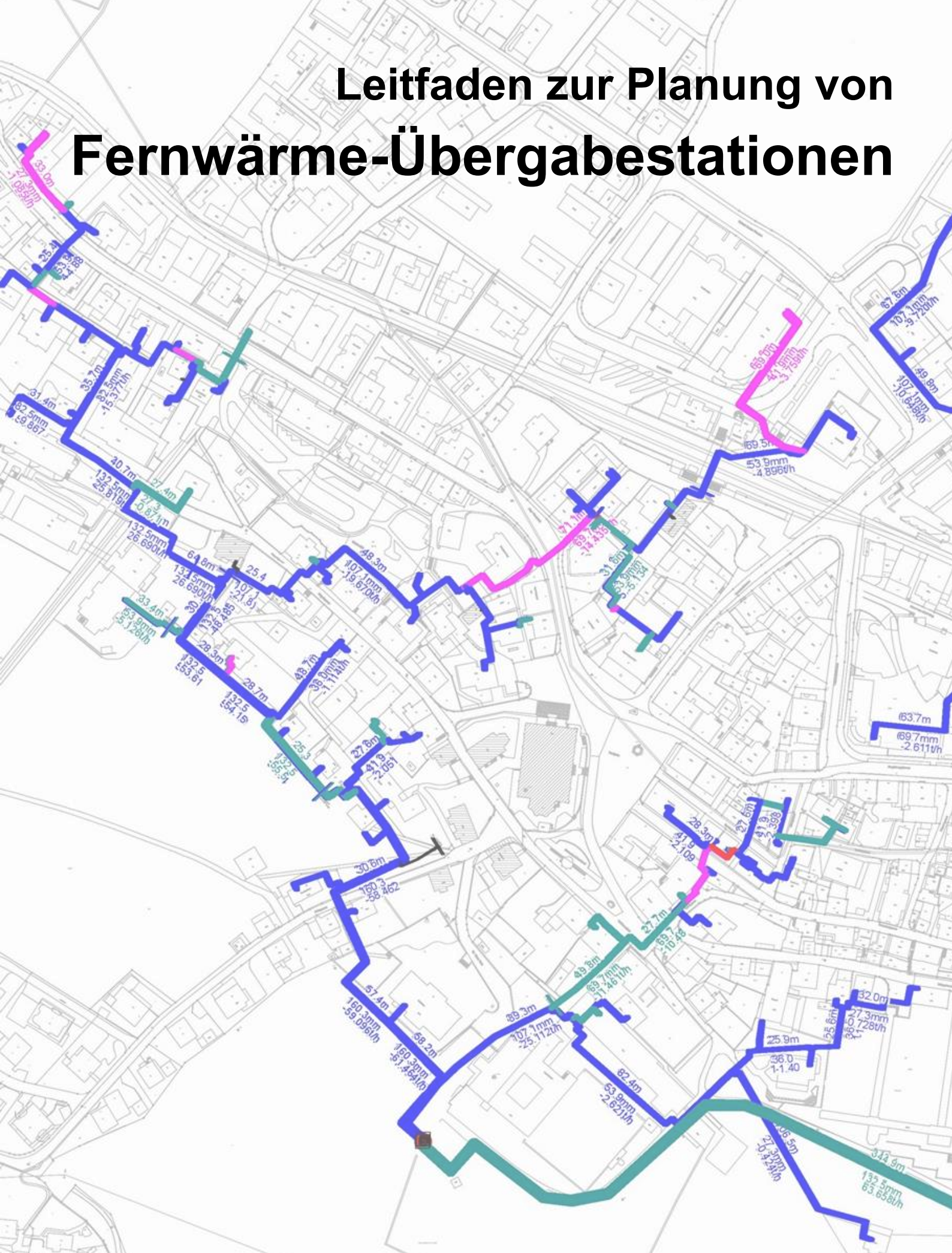


Leitfaden zur Planung von Fernwärme-Übergabestationen



Zweck und Motivation

Fernwärme ermöglicht die Nutzung von Abwärme sowie den Einsatz von erneuerbaren Energien und gewinnt deshalb zunehmend an Bedeutung. Das seit 2017 erhältliche Planungshandbuch Fernwärme [1] gibt eine Einführung in die technischen und betrieblichen Grundlagen zur Realisierung von Fernwärmenetzen und trägt dazu bei, dass Fernwärmenetze effizient und ökonomisch ausgeführt und betrieben werden.

Auf Basis des Planungshandbuchs Fernwärme wurden verschiedene Ausbildungskurse durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass ein zusätzliches Interesse an der Planung und Auslegung von Übergabestationen und der hydraulischen Einbindung der Sekundärseite besteht. Der vorliegende Leitfaden vertieft deshalb die Konzeption und Planung von Fernwärme-Übergabestationen. Die vom Autorenteam aufgearbeiteten Informationen sollen eine optimale Planung und einen guten Praxisbetrieb unterstützen und dazu beitragen, die Wirtschaftlichkeit von Fernwärmenetzen zu verbessern und die Energieeffizienz zu optimieren.

Zielpublikum

- Heizungsplaner und Gebäudetechnikerinnen
- Technische Mitarbeitende von Heizungsfirmen
- In Herstellung und Vertrieb von Fernwärmenetzen und Übergabestationen tätige Fachleute
- Für den Betrieb von Fernwärmenetzen verantwortliche Personen
- Für Akquisition und Betreuung von Wärmeverbraucher*innen verantwortliche Personen.

Geltungsbereich

Der Leitfaden beschreibt die Grundlagen zu Planung, Ausführung und Optimierung von Fernwärme-Übergabestationen. Die Ausführungen beschränken sich auf folgende Anwendungsbereiche:

- Als Wärmeträgermedium dient flüssiges Wasser.
- Die Auslegung beschränkt sich auf direkt nutzbare Wärme mit Temperaturen ab 40 °C bis maximal 110 °C.
- Die Auslegung beschränkt sich bis auf eine Nenndruckstufe von PN 25.

Die Inhalte des Leitfadens basieren auf den Erfahrungen der Autoren und der Mitglieder der Expertengruppe und wurden unter Verwendung der zitierten Fachliteratur aufgearbeitet. Die Bearbeitung wurde zudem durch Fachverbände und Branchenvertreter begleitet.

Obwohl die Informationen nach bestem Wissen aufbereitet wurden, wird für deren Anwendung keine Haftung übernommen. Der Leitfaden soll als Basis für die Aus- und Weiterbildung dienen und regelmässig aktualisiert werden. Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge werden gerne entgegengenommen.

ISBN 3-908705-37-1

Version 1.1, leicht überarbeitet vom 12. Mai 2021

Ersetzt Version 1.0 vom 2. Juli 2020

Free-Download unter: www.qmfernwaerme.ch

**Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.
Für den Inhalt sind allein die Autoren verantwortlich.**

Adresse

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13, CH-3063 Ittigen. Postadresse: 3003 Bern
Infoline 0848 444 444
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch

Leitfaden zur Planung von Fernwärme-Übergabestationen

Projektteam und Autoren

Prof. Dr. Thomas Nussbaumer, Verenum AG, 8006 Zürich (Projektleiter)
Stefan Thalmann, Verenum AG, 8006 Zürich
Andres Jenni, Ardens GmbH, 4410 Liestal
Prof. Stefan Mennel, Hochschule Luzern – Technik & Architektur, 6048 Horw

Auftraggeber

Bundesamt für Energie

Expertengruppe

René Bachmann, Fahrer AG, 8309 Nürensdorf
Michael Cueni, Triplex Energieplaner AG, 4450 Sissach
Bernhard Jonas, SYSBO AG, 9443 Widnau
Dominik Noger, Hoval AG, 8706 Feldmeilen
Urs Peter, isoplus (Schweiz) AG, 8546 Islikon
Heinz Piller, PEWO Energietechnik Schweiz GmbH, 3280 Murten

Begleitgruppe

Prof. Werner Betschart, Hochschule Luzern – Technik & Architektur, 6048 Horw
Daniel Binggeli, Bundesamt für Energie, 3003 Bern
Robert Diana, Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband (suissetec), 8021 Zürich
Frank Espig, AGFW Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., D-60596 Frankfurt/Main
Reto Gadola, DIE PLANER, SWKI, 6105 Schachen
Christoph Gmür, AWEL Abteilung Energie, 8090 Zürich
Dr. Jürgen Good, QM Holzheizwerke®, 8006 Zürich
Stefan Güpfer, Schweizerische Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW, 8027 Zürich
Andreas Hurni, Verband Fernwärme Schweiz VFS, 3001 Bern
Jürg Nipkow, Schweizerische Agentur für Energieeffizienz S.A.F.E., 8006 Zürich

Patronat

VFS
DIE PLANER, SWKI
suissetec

Verband Fernwärme Schweiz
Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren
Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband

Inhalt

1 Einleitung.....	5	4.7.2 Einhalten der Messbeständigkeit	26
1.1 Ausgangslage.....	5	4.8 Druck- und Temperaturabsicherung	27
1.2 Normen und Richtlinien	5	4.8.1 Druckabsicherung.....	27
2 Grundlagen.....	7	4.8.2 Temperaturabsicherung.....	28
2.1 Begriffe	7	4.9 Absperrarmaturen.....	28
2.1.1 Hausanschlussleitung	7	4.10 Entleerung und Entlüftung	28
2.1.2 Hausanschlussraum.....	7	4.11 Schmutzfänger.....	29
2.1.3 Wärmeübergabestation.....	7	4.12 Temperatur- und Druckanzeigen	29
2.1.4 Hauszentrale	7	4.13 Werkstoffe und Verbindungstechniken	29
2.1.5 Hausstation	8	4.14 Wärmedämmung	29
2.1.6 Gebäudeinstallation.....	8	4.15 Potentialausgleich.....	29
2.2 Hydraulische Einbindung.....	8	5 Minimalanforderungen für Fernwärme- Übergabestationen	30
2.2.1 Direkter Anschluss.....	8	5.1 Allgemein	30
2.2.2 Indirekter Anschluss	9	5.2 Ausrüstung.....	30
2.2.3 Hydraulische Grundsaltungen	10	5.3 Druckverlust Übergabestation	31
2.2.4 Warmwassererwärmung	10	5.4 Maximale Strömungsgeschwindigkeit	31
2.2.5 Vorrang der Warmwassererwärmung...	14	5.5 Dokumentation.....	31
2.2.6 Legionellenproblematik	14	5.6 Richtpreise	32
2.2.7 Anforderungen an die Sekundärseite...	14	6 Projektablauf.....	34
2.3 Ist-Analyse Wärmeabnehmer.....	16	6.1 Planungsphase	34
2.4 Technische Anschlussvorschriften (TAV)..	17	6.2 Betriebsphase.....	35
3 Systeme von Fernwärme- Übergabestationen	19	Anhang	36
3.1 Standard-Übergabestation	19	7 Fragebogen Fernwärmeanschluss....	37
3.2 Individuelle Übergabestation	20	8 Bewertungstabelle für Fernwärme- Übergabestationen	41
3.3 Sonderanfertigungen.....	20	9 Fallbeispiel.....	42
4 Komponenten und Funktionen von Übergabestationen und deren Auslegung.....	22	9.1 Ausgangslage für Fernwärmeanschluss .	42
4.1 Allgemeines über die Komponenten	22	9.2 Leistungsermittlung.....	42
4.2 Ausrüstung Hausanschlussraum.....	22	9.3 Auslegung und Anforderungen für Fernwärmeanschluss.....	45
4.3 Wärmeübertrager	22	10 Symbole für Installationen.....	46
4.4 Regelventil.....	23	11 Glossar.....	47
4.5 Regelungstechnik	24	12 Quellenverzeichnis	51
4.6 Datenerfassung und Fernüberwachung ...	25		
4.7 Wärmezähler	25		
4.7.1 Einbau von Wärmezählern	25		

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Für das Vorgehen zur Auslegung von Fernwärmenetze liegt ein umfangreiches Planungshandbuch vor [1]. In Ergänzung dazu werden Praxiserfahrungen und neue Entwicklungen zu Fernwärmenetzen regelmässig an Veranstaltungen wie zum Beispiel dem Fernwärme-Forum vom Verband Fernwärme Schweiz, den Veranstaltungen aus dem Aus- und Weiterbildungsangebot des SVGW oder dem Holzenergie-Symposium von Verenum vorgestellt. Zu Fernwärme-Übergabestationen fehlen dagegen allgemeingültige, unabhängige und ganzheitliche Unterlagen. Diese Lücke soll mit dem vorliegenden Leitfaden geschlossen werden.

Durch den Ausbau von Fernwärme in der Schweiz gibt es über 1'000 Fernwärmenetze die schätzungsweise mehr als 150'000 Wärmeabnehmern versorgen (basierend auf den Geofachdaten des Programms «Thermische Netze» [2]).

Tabelle 1.1 Wichtige Normen und Richtlinien im Zusammenhang mit Fernwärme-Übergabestationen.

Bezeichnung	Quelle	Titel	Gültig ab > 110 °C
SR 819.14 (2006/42/EG)	[3]	Verordnung über die Sicherheit von Maschinen (Maschinenverordnung, MaschV)	
SR 930.114 (2014/68/EU)	[4]	Verordnung über die Sicherheit von Druckgeräten (Druckgeräteverordnung, DGV)	X
SR 734.5 (2014/30/EU)	[5]	Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV)	
SR 734.1	[6]	Verordnung über elektrische Schwachstromanlagen (Schwachstromverordnung)	
SR 734.26 (2014/35/EU)	[7]	Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV)	
SR 941.210	[8]	Messmittelverordnung (MessMV)	
SR 941.231	[9]	Verordnung des EJPD über Messmittel für thermische Energie	
SN EN 1148/A1	[10]	Wärmeaustauscher – Wasser/Wasser- Wärmeaustauscher für Fernheizungen – Prüfverfahren zur Feststellung der Leistungsdaten	
SN EN 12953	[11]	Grosswasserraumkessel	X
SN EN 12828	[12]	Heizungsanlagen in Gebäuden - Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen, SN EN 12828+A1 * SIA 384.101+A1	
SIA 380/1	[13]	Heizwärmebedarf	
SIA 384/2	[14]	Heizanlagen in Gebäuden – Leistungsbedarf	
SIA 385/1	[15]	Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen	
SIA 385/2	[16]	Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Warmwasserbedarf, Gesamtanfor- derungen und Auslegung	
SWKI HE301-01	[17]	Sicherheitstechnische Einrichtungen für Heizungsanlagen	
SWKI BT102-01	[18]	Wasserbeschaffenheit für Gebäudetechnik-Anlagen	
AGFW FW 509	[19]	Anforderungen an Hausstationen zum Anschluss an Heizwasser-Fernwärmenetze	

Leitfaden zur Planung von Fernwärme-Übergabestationen

Bezeichnung	Quelle	Titel	Gültig ab > 110 °C
AGFW FW 510	[20]	Anforderungen an das Kreislaufwasser von Industrie- und Fernwärmeheizanlagen, sowie Hinweise für deren Betrieb	
AGFW FW 515	[21]	Technische Anschlussbedingungen Heizwasser (TAB-HW)	
AGFW FW 521	[22]	CE-Kennzeichnung von Fernwärmestationen	
AGFW FW 527	[23]	Druckabsicherung von Heizwasser-Fernwärmestationen zum indirekten Anschluss	
AGFW FW 531	[24]	Anforderungen an Werkstoffe und Verbindungstechniken von Heizwasser durchströmte Anlagenteile in Hausstationen und Hausanlagen	
DIN 4747	[25]	Fernwärmeanlagen - Teil 1: Sicherheitstechnische Ausrüstung von Unterstationen, Hausstationen und Hausanlagen zum Anschluss an Heizwasser-Fernwärmenetze	
DIN EN 61000	[26]	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 3-2: Grenzwerte für Oberschwingungsströme Teil 3-3: Begrenzung von Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker in öffentlichen Niederspannungs-Versorgungsnetzen für Geräte mit einem Bemessungsstrom ≤ 16 A je Leiter, die keiner Sonderanschlussbedingung unterliegen. Teil 6-1: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Industriebereiche Teil 6-3: Fachgrundnormen - Störaussendung für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe Teil 6-4: Fachgrundnormen - Störaussendung für Industriebereiche	
DIN EN 60204-1	[27]	Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen	
DIN EN 60335-1	[28]	Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 1: Allgemeine Anforderungen	
DIN EN 60335-2-51	[29]	Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 2-51: Besondere Anforderungen für ortsfeste Umwälzpumpen für Heizungs- und Brauchwasseranlagen	
DIN 18012	[30]	Anschlusseinrichtungen für Gebäude - Allgemeine Planungsgrundlagen	
DIN 1988-200	[31]	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) - Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW	
DIN EN 55011	[32]	Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte - Funkstörungen - Grenzwerte und Messverfahren	
EN 806-1	[33]	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 1: Allgemeines	
EN 806-2	[34]	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 2: Planung	
EN 806-3	[35]	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 3: Berechnung der Rohringendurchmesser – Vereinfachtes Verfahren	
AD 2000	[36]	AD 2000-Regelwerk: Konkretisiert alle grundlegenden Sicherheits- und Konformitätsfestlegungen, die nach der europäischen Druckgeräterichtlinie (DGRL) beachtet werden müssen.	X
VDI 2036	[37]	Gebäudetechnische Anlagen mit Fernwärme	

2 Grundlagen

In diesem Kapitel wird die Anbindung der Gebäudeinstallation an ein Fernwärmenetz beschrieben. Grundsätzlich kann jedes Gebäude an ein Fernwärmenetz angeschlossen werden, sofern eine geeignete Gebäudeinstallation für Heizung und gegebenenfalls Warmwasser- oder Lüfterwärmung vorhanden ist oder erstellt wird. Art, Umfang und technische Einzelheiten für eine Anbindung an ein Wärmenetz werden dabei in einem Wärmeliefervertrag festgelegt.

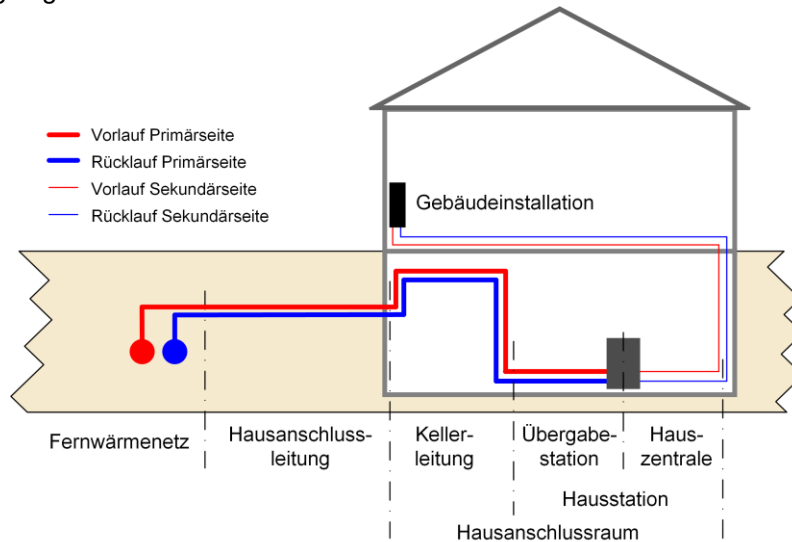


Bild 2.1 Übersicht zum Hausanschluss.

2.1 Begriffe

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Begriffe sowie deren Zweck und Funktionsweise erläutert. Bild 2.1 zeigt die wichtigsten Begriffe zur Wärmeübergabe in Anlehnung an die DIN 4747 [25], der VDI 2036 [37] und AGFW-Dokumenten ([39] und [43]).

2.1.1 Hausanschlussleitung

Die Hausanschlussleitung verbindet das Fernwärmenetz mit der Übergabestation und gehört in der Regel zu den Betriebsanlagen des Wärmelieferanten. Auslegung und Ausführung erfolgen durch den Wärmelieferanten. Die Leitungsführung bis zur Übergabestation muss zwischen den Beteiligten abgestimmt werden. Die im Gebäude geführte Hausanschlussleitung vom Durchbruch ins Gebäude bis zur Übergabestation (auch Kellerleitung) ist nach dem Hauseintritt mit einer Absperrarmatur ausgerüstet.

2.1.2 Hausanschlussraum

In einem Hausanschlussraum werden die erforderlichen Anschluss- und Betriebseinrichtungen eingebaut. Lage und Abmessungen sind frühzeitig mit dem Wärmelieferanten abzustimmen (siehe auch Kapitel 4.2). Bezüglich der Anforderungen der Wär-

medämmung ist die Lage des Hausanschlussraumes innerhalb oder ausserhalb der thermischen Gebäudehülle ausschlaggebend (ehemals Dämmperimeter). Innerhalb der thermischen Gebäudehülle wird zudem zwischen aktiv beheizten und unbeheizten Räumen unterschieden (vgl. dazu [49] Seite 4ff).

2.1.3 Wärmeübergabestation

Die Wärmeübergabestation (auch Übergabestation genannt) dient dazu, die Wärme bzw. das Wärmeträgermedium bestimmungsgemäss bezüglich Druck, Temperatur und Volumenstrom an die Hauszentrale zu übergeben. In der DIN 4747 [25] ist die Wärmeübergabestation als Bindeglied zwischen der Hausanschlussleitung (Kellerleitung) und der Hauszentrale definiert.

Die Anforderungen an die Übergabestation werden durch das Anwendungsprofil des Wärmeabnehmers und durch die Technischen Anschlussvorschriften (TAV) des Wärmelieferanten vorgegeben.

2.1.4 Hauszentrale

Die Hauszentrale ist das Bindeglied zwischen der Übergabestation und der Gebäudeinstallation. Sie dient der korrekten Wärmeversorgung der Gebäudeinstallation bezüglich Druck, Temperatur und Volumenstrom.

Bei der Gestaltung der Hauszentrale ist zu unterscheiden zwischen direktem (Bild 2.2) und indirektem Anschluss (Bild 2.3). Beim direkten Anschluss durchströmt das Wärmeträgermedium die Gebäudeinstallation des Wärmeabnehmers. Beim indirekten Anschluss ist das Wärmeträgermedium durch einen Wärmeübertrager hydraulisch von der Gebäudeinstallation des Wärmeabnehmers getrennt.

Die Anschlussart wird in der Regel vom Wärmelieferanten vorgegeben und in den TAV festgehalten.

2.1.5 Hausstation

Die Hausstation besteht aus der Übergabestation und der Hauszentrale.

Die Eigentums- und Zuständigkeitsgrenze zwischen Wärmelieferant und Wärmeabnehmer liegt in der Hausstation. Die exakte Abgrenzung ist vertraglich zu definieren und abhängig von der Anschlussart (direkt oder indirekt). Bei kleineren und mittleren Anschlussleistungen werden Übergabestation und Hauszentrale oft als bauliche Einheit ausgeführt, was die Abgrenzung erschwert. Bei grösseren Anlagen handelt es sich dagegen vielfach um getrennte Baugruppen, wo die Abgrenzung einfach ist. Auf die Abgrenzung zwischen kleinen, mittleren und grossen Anlagen wird im Kapitel 3 eingegangen.

Aus Sicht des Wärmelieferanten ist es empfehlenswert, die Übergabestation und die Hauszentrale selbst zu planen oder in Auftrag zu geben und nicht an den Wärmeabnehmer zu delegieren. Damit kann gewährleistet werden, dass die Übergabestationen aller Abnehmer im Wärmeverbund eine einheitliche und kompatible Ausrüstung aufweisen. Wenn immer möglich ist zudem eine Datenverbindung von der Wärmezentrale zu den Übergabestationen zu integrieren, um die Fakturierung, Störungserfassung, Service und Unterhalt sowie Anlagenoptimierung zu vereinfachen bzw. zu gewährleisten.

2.1.6 Gebäudeinstallation

Die Gebäudeinstallation hat als letztes Glied in der Kette und Schnittstelle zum Wärmeabnehmer die Aufgabe, die Wärme in der gewünschten Form (Temperaturniveau und Menge) zur Verfügung zu stellen und umfasst im Wesentlichen die Heizungsverteilung im Gebäude (Leitungen, Heizflächen, Armaturen etc.). Die Gebäudeinstallation ist üblicherweise im Eigentum des Wärmeabnehmers, der für deren Einrichtung, Betrieb und Instandhaltung verantwortlich ist. Um eine effiziente und wirtschaftliche Wärmeversorgung zu gewährleisten ist

es wichtig, dass bei der Planung der Fernwärmeanschlüsse Informationen über die vorhandene Gebäudeinstallation der Wärmeabnehmer vorliegen oder erhoben werden.

2.2 Hydraulische Einbindung

Die Anforderungen an die Ausführung des Fernwärmenetzanschlusses stellt der Wärmelieferant in den zum Wärmeliefervertrag gehörenden Technischen Anschlussvorschriften (TAV). Darin wird auch festgehalten, ob der Anschluss an das Fernwärmenetz grundsätzlich mit einem direkten oder indirekten Hausanschluss zu erfolgen hat.

Die Steuerung bzw. Regelung der Fernleitungsanschlüsse durch Einzelregler ist für kleinere Anlagen die einfachste Lösung. Bei mittleren und grösseren Anlagen ist auch eine zentralisierte Überwachungsmöglichkeit (z. B. Leitsystem oder Fernauslesung) in Betracht zu ziehen. Mit einer zentralen Überwachungsmöglichkeit können sowohl Fehler in der Parametrierung der einzelnen Regler als auch Optimierungsmöglichkeiten erkannt werden. Durch die Erfassung der einzelnen Wärmezähler und Messdaten-Übertragung auf ein Zentralgerät erübrigt sich auch das Ablesen der Zählerstände vor Ort.

2.2.1 Direkter Anschluss

Beim direkten Anschluss wird die Gebäudeinstallation vom Wärmeträgermedium aus dem Fernwärmenetz durchströmt (Bild 2.2). Dies hat für den Aufbau und Betrieb der Hauszentrale und Gebäudeinstallation folgende Konsequenzen:

- Die Wasserqualität wird durch den Wärmelieferanten eingefüllt, nachgespiesen und überwacht, was dort einfach und effektiv möglich ist. Die Wasserqualität muss allerdings bei der Materialwahl für die Hauszentrale und Gebäudeinstallation berücksichtigt werden.
- Der Aufbau einer Druckhaltung beim Wärmeabnehmer erübrigt sich, da dies durch den Wärmelieferanten gewährleistet wird.
- Liegt der maximale Netzvorlaufdruck unter dem für die Gebäudeinstallation zulässigen, so kann grundsätzlich auf eine Druckabsicherung verzichtet werden. Empfehlenswert ist es jedoch, eine Druckreduzierung mit Absicherung zu installieren.
- Eine Einspritzschaltung ermöglicht mit geringem Aufwand eine exakte Einstellung der Temperaturanforderungen für die Gebäudeinstallation.
- Der Aufwand wird minimiert, wenn die maximale Netzvorlauftemperatur unter der zulässigen Vorlauftemperatur der Gebäudeinstallation liegt.

Dann kann auf eine Temperaturabsicherung verzichtet werden.

- Ein direkter Anschluss birgt aus Sicht des Netzbetreibers auch gewisse Risiken wie z. B. erhöhten Betriebsaufwand zur Sicherstellung der Wasserqualität oder auch ungewisse rechtliche Sicherheit bei Schäden (Haftungsprobleme etc.), wenn bestehende Gebäuden mit alten Gebäudeinstallationen angeschlossen werden.

Ein direkter Anschluss ist grundsätzlich nur möglich, wenn der Ruhedruck und der Rücklaufdruck des Fernwärmenetzes kleiner als der zulässige Druck der Gebäudeinstallation sind.

2.2.2 Indirekter Anschluss

Beim indirekten Anschluss durchströmt das Wärmeträgermedium aus dem Fernwärmenetz nicht die Gebäudeinstallation, sondern ist durch einen Wärmeübertrager in der Gebäudeinstallation hydraulisch von der Gebäudeinstallation getrennt (Bild 2.3). Diese Massnahme ist erforderlich, wenn die Parameter im Fernwärmenetz (Druck, Temperatur, Wasserqualität) nicht für alte bestehende Gebäudeinstallationen geeignet sind. Beim indirekten Anschluss liegen somit zwei getrennte hydraulische Kreise vor. Der vom Wärmeträgermedium durchströmte Teil im Fernwärmenetz wird als Primärkreis (Primärseite) und der vom Wärmeträgermedium

durchströmte Teil in der Gebäudeinstallation wird als Sekundärkreis (Sekundärseite) bezeichnet. Für den Wärmelieferanten sowie für den Wärmeabnehmer hat dies folgende Konsequenzen:

- Das Druckniveau und die Druckstufe der Anlagenkomponenten der Gebäudeinstallation können praktisch frei bestimmt werden. Dadurch ist es möglich, die Gebäudeinstallation in geringerer Druckstufe und damit unter Umständen auch preiswerter auszuführen, was in vielen Fällen die etwas aufwändigere Hausstation rechtfertigt.
- Sekundärseitig sind Sicherheitsinstallationen notwendig (Expansionsanlage, Sicherheitsventil etc.).
- Es können auch Altanlagen, bei denen Druckstufe oder Alterungszustand zweifelhaft erscheinen, ohne Risiko für den Wärmelieferanten angeschlossen werden.
- Die Wahl der Werkstoffe und Verbindungselemente auf der Sekundärseite ist unabhängig von der Wasserqualität im Fernwärmenetz, solange die Anforderungen an den Wärmeübertrager und die TAV eingehalten werden.
- Bei der Auslegung der primärseitigen Anlagen Teile müssen die Anforderungen der TAV eingehalten werden.

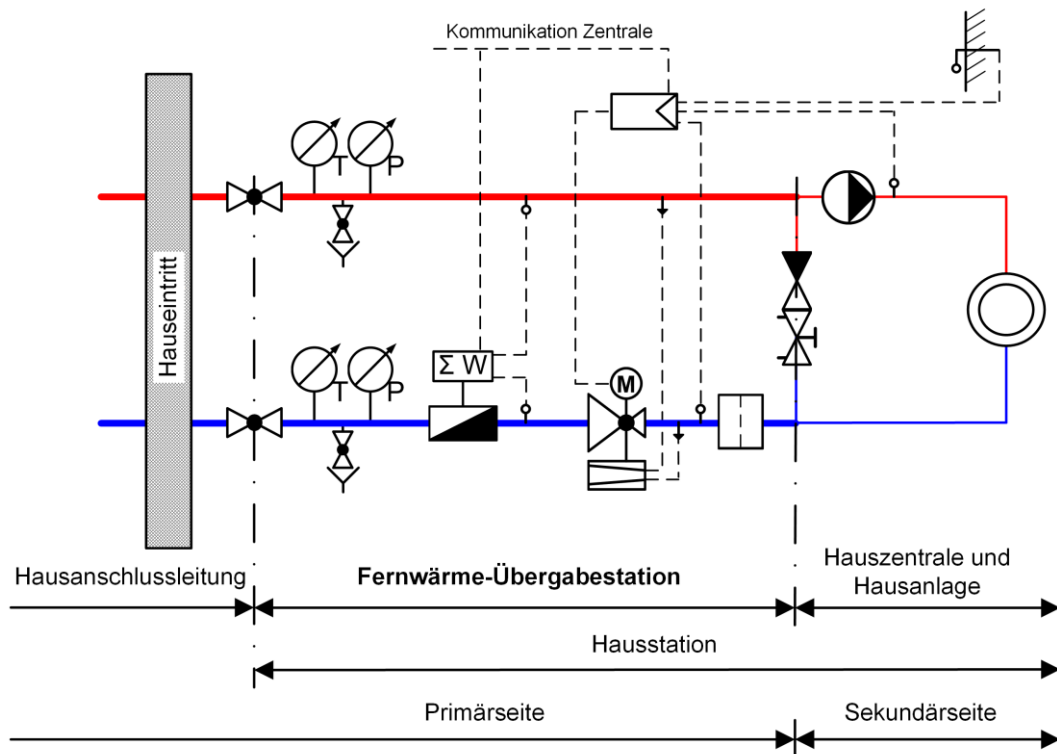


Bild 2.2 Hausanschluss mit direkter Wärmeübergabe.

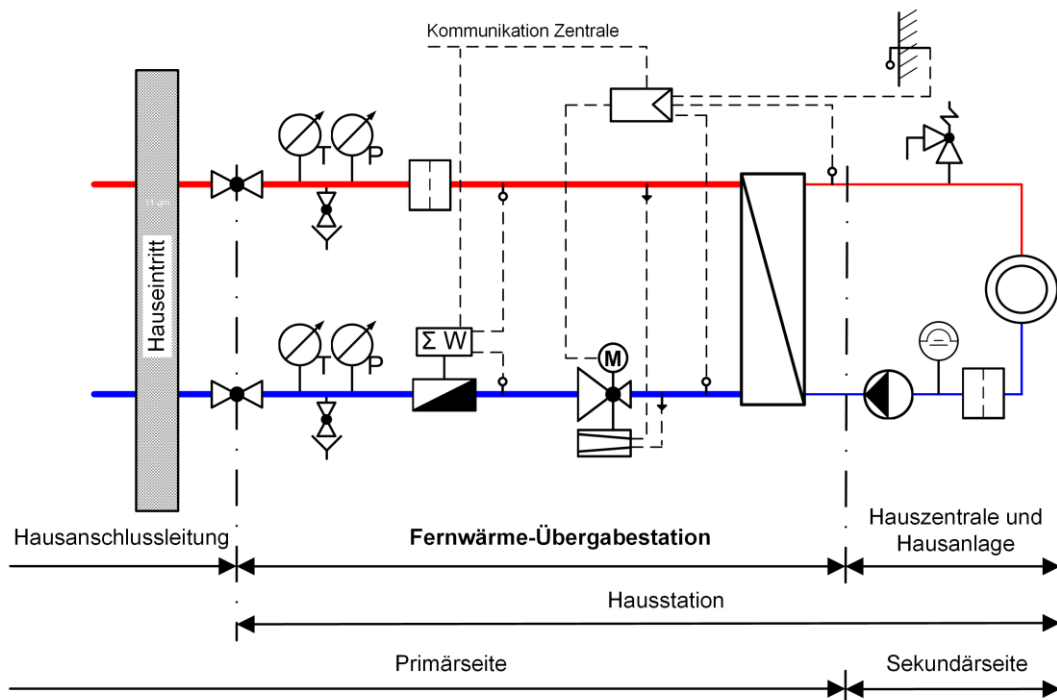


Bild 2.3 Hausanschluss mit indirekter Wärmeübergabe.

2.2.3 Hydraulische Grundsaltungen

Alle Schaltungen in der Gebäudetechnik (Heizkreise etc.) beruhen auf folgenden hydraulischen Grundsaltungen:

- Beimischschaltung
- Einspritzschaltung
- Drosselschaltung

Die heute am meisten eingesetzten Schaltungen in der Gebäudetechnik sind die **Beimischschaltung**, die **Einspritzschaltung mit Durchgangsventil** und die **Drosselschaltung**. Die Einspritzschaltung mit Durchgangsventil (direkter Anschluss) und die Drosselschaltung (indirekter Anschluss) werden als Grundsaltungen für den primärseitigen Fernwärmeanschluss eingesetzt. Ausführlich beschrieben werden die Grundsaltungen im Planungshandbuch Fernwärme ([1] Seite 156ff).

2.2.4 Warmwassererwärmung

Die Erwärmung von Warmwasser mit Fernwärme ist ganzjährig möglich, sofern der Wärmelieferant das Fernwärmenetz über das ganze Jahr mit der für die Warmwassererwärmung notwendigen Temperatur betreibt. Bei der Umsetzung von Warmwasserversorgungsanlagen mit Trinkwasser in Gebäuden sind die Normen SIA 385/1 [15] und SIA 385/2 [16] anzuwenden. Bei einer Wärmebereitstellung mit Fernwärme sind zusätzlich folgende Punkte zu beachten:

- Vorgaben der Technischen Anschlussvorschriften (TAV)
- Minimale und maximale primäre Vorlauftemperatur (bei gleitender oder gleitend-konstanter Betriebsweise)
- Maximal zulässige primäre Rücklauftemperatur

Das System der Warmwassererwärmung ist auf die minimale primärseitige Vorlauftemperatur (Übergangszeit und Sommer) und auf die maximale primärseitige Rücklauftemperatur auszulegen. Dies betrifft insbesondere die Dimensionierung des Wärmeübertragers (Grädigkeit bei der Warmwassererwärmung) und die Regelung.

Es gibt für die Warmwassererwärmung grundsätzlich drei verschiedene Varianten (siehe auch Tabelle 2.2), welche direkt am Fernwärmenetz (primärseitig) oder indirekt (sekundärseitig) über einen Wärmeübertrager angeschlossen werden können:

- Durchflusswassererwärmer (Frischwasserstation)
- Speicherwassererwärmer (mit internem Wärmeübertrager)
- Warmwassererwärmer mit externem Wärmeübertrager

Gemäss SIA 385/1 [15] sind zur Vorbeugung gegen die Legionellenvermehrung je nach Anlagentyp gemäss Tabelle 2.1 unterschiedliche Temperaturvorgaben einzuhalten.

Die sogenannte Legionellenschaltung (Speicher periodisch während einer Stunde auf 60 °C erwärmen) ist nach neuesten wissenschaftlichen Untersuchungen umstritten und wird deshalb in der SIA 385/1 nicht mehr empfohlen.

Tabelle 2.1 Typologie der Warmwasserversorgungen (vgl. SIA 385/1 [15], Tabelle 1).

Typ	Definition	Entsprechende Bezeichnung in CEN/TR 16355
LS	<ul style="list-style-type: none"> • warmgehaltene Trinkwasserleitungen sind vorhanden • Speicher enthält, auch nur teilweise, Trinkwasser 	C.4
L0	<ul style="list-style-type: none"> • warmgehaltene Trinkwasserleitungen sind vorhanden • kein Trinkwasser enthaltender Speicher 	C.2
0S	<ul style="list-style-type: none"> • keine warmgehaltene Trinkwasserleitung vorhanden • Speicher enthält, auch nur teilweise, Trinkwasser 	C.3
00	<ul style="list-style-type: none"> • keine warmgehaltene Trinkwasserleitung vorhanden • kein Trinkwasser enthaltender Speicher 	C.1

Warmwasserversorgungen mit warmgehaltenen Trinkwasserleitungen:

Die Warmwasserversorgung sollte so geplant und installiert werden, dass das Wasser in allen warmgehaltenen Trinkwasserleitungen eine Temperatur von mindestens 55 °C aufweist. Die benötigte Trinkwassertemperatur am Austritt des Speichers (Typ LS) bzw. des Wärmeübertragers (Typ L0) wird anhand der berechneten Wärmeverluste ermittelt.

Erfolgt die Warmhaltung durch ein Zirkulationssystem, ist ein hydraulischer Abgleich der Stränge erforderlich, um die Temperatur in jedem einzelnen Teilstrang einzuhalten. Details zum Anschluss von Warmwasserverteilern und Ausstossleitungen sind der SIA 385/1 zu entnehmen.

Warmwasserversorgungen ohne warmgehaltene Trinkwasser-Verteilleitungen:

Bei einem Trinkwasserspeicher (Typ 0S) sollte am Austritt des Speichers die Temperatur von mindestens 55 °C eingehalten werden. Details zu angeschlossenen Warmwasserverteilern sind der SIA 385/1 zu entnehmen.

Ohne Trinkwasserspeicher (Durchflusswassererwärmer, Typ 00) sollte beim sekundären Austritt des Wärmeübertragers die Temperatur von mindestens 52 °C während den Entnahmen eingehalten werden (Anschlüsse mit Wärmesiphons gemäss SIA 385/1). Wenn der Wärmeübertrager wärmegeklämt wird

(für kürzere Ausstosszeiten), sollte bei seinem sekundären Austritt die Temperatur von mindestens 52 °C jederzeit eingehalten werden.

Bei einem Speicherwassererwärmer mit internem Wärmeübertrager ist die Einbindung einer Zirkulationsleitung nicht ideal zu lösen, womit diese Art der Warmwassererwärmung in Kombination mit einem Zirkulationssystem nicht empfehlenswert ist.

Tabelle 2.2 Varianten zur Warmwassererwärmung.

	Durchflusswassererwärmer (Frischwasserstation)	Speicherwassererwärmer (mit internem Wärmeübertrager)	Warmwasserspeicher mit externem Wärmeübertrager
Beschreibung	<p>Beim Durchflusswassererwärmer wird das Warmwasser direkt zum Bedarfszeitpunkt über einen Platten-Wärmeübertrager erwärmt.</p> <p>Zur Reduktion der Lastspitzen wird ein vorgeschalteter Wärmespeicher empfohlen.</p> <p>Zusätzliche Möglichkeit der Rücklaufumschaltung in die mittlere Hälfte des Wärmespeichers (nicht eingezeichnet), zur Verbesserung der Rücklaufumtemperatur bei Zirkulationsnachheizung.</p> <p>Ein-/Aus-Fühler vorsehen.</p>	<p>Wassererwärmer in Form eines Behälters mit eingebauten Heizflächen, in denen das Trinkwasser erwärmt und gespeichert wird.</p> <p>Lastspitzen werden über den Wärmespeicher abgedeckt.</p> <p>Ein-/Aus-Fühler vorsehen</p> <p>Lademenge bei Volumen grösser 500 Liter variabel fahren.</p> <p>Auf grosses Register mit Schleife im Sumpf achten.</p> <p>Einbindung der Zirkulation auch über einen kleinen externen Wärmeübertrager möglich.</p>	<p>Diese Variante stellt eine Kombination von Durchfluss- und Speicherprinzip dar. Die Speicherladung erfolgt über einen externen Wärmeübertrager und Ladepumpe.</p> <p>Lastspitzen werden über den Wärmespeicher abgedeckt.</p> <p>Ein-/Aus-Fühler vorsehen</p>
Vorteil	<p>Tiefe Rücklaufumtemperatur</p> <p>Geringer Platzbedarf (ohne Wärmespeicher)</p> <p>Verminderte Legionellenproblematik</p>	<p>Hohe Zapfmenge möglich</p> <p>Weniger empfindlich gegen Verschmutzung</p> <p>Geringe Anforderungen an die Regelung (gilt nicht bei variabler Lademenge im Heizregister)</p>	<p>Tiefe Rücklaufumtemperatur</p> <p>Hohe Zapfmenge möglich</p> <p>Kleine konstante Ladeleistung (Reduzierung des Anschlusswertes)</p> <p>Hoher Nutzungsgrad des Wärmespeichers</p>
Nachteil	<p>Hohe Anschlussleistung erforderlich (mit vorgeschaltetem Wärmespeicher vernachlässigbar)</p> <p>Benötigt eine gute Regelung</p> <p>Wärmeverluste mit vorgeschaltetem Wärmespeicher</p> <p>Empfindlich bei hohem Kalkgehalt und Verunreinigung im Trinkwasser</p>	<p>Ansteigende Rücklaufumtemperatur während des Ladevorganges</p> <p>Wärmeverluste des Wärmespeichers</p> <p>Abnehmende Aufheizleistung während des Ladevorganges</p> <p>Nicht ideal für die Einbindung einer Zirkulationsleitung</p>	<p>Hohe Investitionskosten</p> <p>Benötigt eine aufwändige Regelung</p> <p>Wärmeverluste des Wärmespeichers</p> <p>Empfindlich bei hohem Kalkgehalt und Verunreinigung im Trinkwasser</p> <p>Wassermengen schwierig zu regulieren</p>
Mögliche Rücklaufumtemperaturen	< 30 °C	45 °C	< 35 °C

Die **Durchflusswassererwärmer** oder sogenannte **Frischwasserstationen** sind sehr platzsparend, wenn kein Wärmespeicher (Bereitstellungsspeicher) eingesetzt wird. Der Wärmeübertrager muss entsprechend ausgelegt werden, um den Spitzenbedarf abdecken zu können. Durch einen vorgeschalteten Wärmespeicher können der relativ hohe Leistungsbedarf und die dadurch hervorgerufene Lastspitze gedämpft werden.

Vorteile bieten Frischwasserstationen auch bei der Legionellenprophylaxe. Für eine Frischwasserstation ist ein geeigneter elektronischer Regler und ein direkter Temperaturfühler im Medium (ohne Tauchhülse) erforderlich. Die Zirkulation wird bei Warmwasserbezug permanent wieder auf den Sollwert (z. B. 60 °C) erwärmt. Die Zirkulation wird in die Kaltwasserleitung vor dem Wärmeübertrager eingebunden. Bei Sondersystemen mit zwei Wärmeübertragern (Vorwärmer und Nachwärmer) wird die Zirkulation zwischen die Wärmeübertrager eingebunden.

Mit einem Wärmespeicher kann zusätzlich die Möglichkeit der Rücklaufumschaltung in die mittlere Hälfte des Wärmespeichers vorgesehen werden. Das verbessert die Rücklauftemperatur insbesondere bei der Zirkulationsnachheizung.

Die **Speicherwassererwärmer mit internem Wärmeübertrager** (Heizregister) sind eine kostengünstige Lösung zur Versorgung von Einfamilien- und Mehrfamilienhäusern sowie Bürogebäuden mit Warmwasserbedarf. Bei sehr hartem Wasser kann dieses Prinzip auch zur Erwärmung grösserer Warmwassermengen (z. B. in Wohnblöcken) angewendet werden. Für die Warmwassererwärmung wird als Wärmeübertrager in der Regel ein Rohrregister im Wärmespeicher verwendet. Die Wärmeübertragung erfolgt direkt im Wärmespeicher mit dem Rohrregister. Eine besonders effektive Speicherart für die Warmwassererwärmung sind Doppelmantelspeicher. Aufgrund der grösseren Wärmeübertragerfläche und gegenüber Rohrregistern zeichnen sich diese Wärmespeicher durch hohe Wärmeübertragungsleistungen und kurze Aufheizzeiten aus.

Nachteilig sind die ansteigenden Rücklauftemperaturen während des Ladevorgangs und die Wärmeverluste des Wärmespeichers. Tiefe Rücklauftemperaturen können folgendermassen erreicht werden:

- Den Wärmespeicher grosszügig dimensionieren und den Temperaturfühler für das Aus-Signal oberhalb des Heizregisters positionieren.

- Gross bemessenes Heizregister oder Doppelregister, welches über den ganzen Speicher verläuft (oben nach unten).
- Mit drehzahlgeregelten Ladepumpen, welche gegen Ende der Speicherladung den Volumenstrom reduzieren, womit tiefe Rücklauftemperaturen erreicht werden können.
- Die Zirkulation über einen kleinen externen Wärmeübertrager anschliessen.

Die **Warmwasserspeicher mit externem Wärmeübertrager** (Speicherladesystem) sind eine Kombination von Durchfluss- und Speichersystem. Die Warmwassererwärmung erfolgt mittels externem Wärmeübertrager. Der Wärmeübertrager lädt einen Wärmespeicher mit erwärmtem Trinkwasser. Wenn der Temperaturfühler (Ein) im Wärmespeicher unter den Sollwert sinkt, wird das System beladen. Dabei fördert die Speicherladepumpe das kalte Wasser aus dem tiefsten Punkt des Wärmespeichers in den Wärmeübertrager. Dort wird das Wasser auf die vorgegebene Speicherladetemperatur erwärmt. Das erwärmte Trinkwasser wird oben im Wärmespeicher eingepumpt und schichtet den Wärmespeicher somit von oben nach, bis der Temperaturfühler (Aus) seinen Sollwert erreicht hat. Bei hartem Trinkwasser wird die primäre Ladetemperatur des Wärmeübertragers auf 65 °C bis 70 °C begrenzt, so dass Verkalkungsausscheidungen im Wärmeübertrager minimiert werden. Dazu wird die Vorlauftemperatur mittels Rücklaufbeimischung geregelt.

Mit einem zusätzlichen Wärmeübertrager zur Vorwärmung des Trinkwassers kann die primäre Rücklauftemperatur weiter abgesenkt werden. Dies bietet sich als Möglichkeit für alle drei oben genannten Varianten der Warmwassererwärmung an (siehe auch Planungshandbuch Fernwärme [1] Seite 167).

2.2.5 Vorrang der Warmwassererwärmung

Je nach Gebäudetyp und Nutzungsart ist bei der Bestimmung der Anschlussleistung die Art der Warmwassererwärmung zu berücksichtigen. Je nach Situation sind folgende Vorrangschaltungen zu berücksichtigen:

- Kein Vorrang der Warmwassererwärmung
- Absoluter Vorrang der Warmwassererwärmung
- Reduzierter Heizkreisbetrieb bei der Warmwassererwärmung

Dabei sind die folgenden technischen Voraussetzungen zu beachten:

Ohne Vorrang der Warmwassererwärmung werden die Warmwassererwärmung und der Heizkreis parallel betrieben. Primärseitig geregelte Heizkreise werden mit der gleichen Vorlauftemperatur betrieben wie die Warmwassererwärmung. Heizkreise mit tiefen Vorlauftemperaturen z. B. Fussbodenheizungen benötigen eine separate Heizkreisregulierung. Die erforderliche Anschlussleistung summiert sich aus dem Leistungsbedarf für Raumwärme im Auslegefall und dem Leistungsbedarf für die Warmwassererwärmung. Diese Variante wird bei Eigenheimen mit geringer Heizlast oder Objekten mit durchgehendem 100 %-igen Betrieb der Heizung eingesetzt.

Beim **absoluten Vorrang** der Warmwassererwärmung wird während der Warmwassererwärmung der Heizkreis abgeschaltet. Im Bedarfsfall wird bei einer zu langen Warmwassererwärmung diese für einen kurzen Zeitraum unterbrochen, um den Heizkreis zu versorgen. Es wird damit sichergestellt, dass der Heizkreis nicht zu stark auskühlt. Die Anschlussleistung der Station ergibt sich aus der höheren Leistung (Leistungsbedarf Raumwärme oder Warmwasser). Diese Art der Vorrangschaltung wird am häufigsten bei Eigenheimen angewendet. Nicht geeignet, wenn Lüftungsgruppen vorhanden sind.

Beim **reduzierten Heizkreisbetrieb** bei der Warmwassererwärmung wird der Heizkreis, nach Ablauf einer Zeitspanne und anstehender Regelabweichung im Warmwassererwärmungskreis, auf das Temperaturniveau der Nichtnutzungszeiten abgesenkt oder der Sollwert des Heizkreises wird minutlich bis auf 5 °C reduziert. Es muss mindestens der Heizkreis mit einem Regelventil ausgerüstet sein.

2.2.6 Legionellenproblematik

Die Legionellenproblematik ist insbesondere bei der Speicherung und Verteilung von Warmwasser zu beachten. Anforderungen an die Warmwassererzeugung und -verteilung sind in SIA 385/1 [15] und SIA 385/2 [16] festgehalten. Weitere und vertiefte Informationen sind im Planungshandbuch Fernwärme ([1] Seite 154ff) oder unter den Empfehlungen vom BAG/BLV [45] zu finden.

2.2.7 Anforderungen an die Sekundärseite

Aus Sicht des Wärmelieferanten besteht ein großes Interesse, über die technische Situation auf der Sekundärseite des Wärmeabnehmers Bescheid zu wissen. Die gelieferte Wärme soll möglichst effizient genutzt werden, was tiefe primäre Rücklauftemperaturen ermöglicht.

Die in Tabelle 2.3 aufgeführten Anforderungen betreffen die gebäudetechnischen Anlagen wie die Wärmeverteilung und die hydraulische Einbindung im Gebäude für Heizung und Lüftung, Warmwassererwärmung und Regelung.

Aus rechtlicher Sicht besteht für den Wärmelieferanten nicht zwingend ein Anspruch darauf, die Gebäudetechnik beim Wärmeabnehmer ausführen zu können. Die wichtigsten Anforderungen an die Sekundärseite sollten jedoch gefordert und vertraglich festgehalten werden, z. B. im Wärmeliefervertrag und in den Technischen Anschlussvorschriften. Es ist daher zu empfehlen, dass der Wärmelieferant und/oder Planer kontrolliert, dass die Wärmeabnehmer die vereinbarten Anforderungen auch einhalten.

Tabelle 2.3 Anforderungen an die gebäudetechnischen Anlagen wie Wärmeverteilung und die hydraulische Einbindung im Gebäude für Heizung und Lüftung, Warmwassererwärmung und Regelung.

Anforderung	Beschreibung
Hydraulik Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> • Im Sanierungsfall ist das gesamte hydraulische Konzept zu überdenken und mit dem Wärmelieferanten abzusprechen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Hydraulische Schaltungen auf den neusten Stand der Technik bringen (z. B. Umlenkschaltungen umbauen). ○ Bei bestehenden Pumpen die Dimensionierung prüfen und drehzahlgeregelte Pumpen einsetzen. ○ Bestehende Regelventile durch druckunabhängige Regelventile (z. B. Kombiventile) ersetzen. ○ Bestehende Sicherheitseinrichtungen überprüfen. ○ Regelparameter anpassen. • Wärmedämmung gemäss kantonalen Vorschriften prüfen, bei Bedarf nachrüsten. • 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 ○ Einspritzschaltungen mit Dreiwegventilen ○ Umlenkschaltungen mit Dreiwegventilen ○ Vierwegmischer. • Auf der Primärseite sind Überströmventile zur Sicherstellung eines Minimaldurchflusses am Ende der Stränge (z. B. Verhinderung von «kalten Zapfen») nur zulässig, wenn keine andere Lösung möglich ist und garantiert werden kann, dass der Durchfluss minimal ist. • Zur Verhinderung des Rücklauf Temperaturanstiegs bei Fehlzirkulation bzw. wenn der Durchfluss primärseitig grösser als der Durchfluss sekundärseitig ist (z. B. Fehler im Durchgangventil), werden bei Einspritzschaltungen auf der Primärseite Rückschlagventile in den Bypässen eingesetzt. Die folgenden Nachteile eines Rückschlagventils sind bei der Auslegung der Schaltung jedoch zu beachten und eine Fehlzirkulation möglichst zu vermeiden: <ul style="list-style-type: none"> ○ Einseitige hydraulische Entkoppelung ○ Drücke werden bei Fehlzirkulation addiert ○ Gruppe wird trotz abgestellter Pumpe warm, wenn das Durchgangventil ungewollt geöffnet wird. • Dynamischer hydraulischer Abgleich der Heizflächen- und Warmwasserzirkulationssysteme zur Sicherstellung korrekter Volumenströme. • Nachweis über die Durchführung des hydraulischen Abgleichs auf der Sekundärseite ist vom Planer/ Ausführenden vorzulegen • Einbau und korrektes Einstellen von primärseitigen Rücklauf Temperaturbegrenzern. • Bei sekundärseitig verzweigten Netzen mit mehreren Verteilern ist es sinnvoll, vor den einzelnen Verteilern ein differenzdruckabhängiges Regelventil zur Volumenstrom- und Differenzdruckregelung (Kombiventil) einzusetzen. Der erhöhte Druckabfall des Kombiventils (Wirkdruck ca. 20 kPa) ist zu beachten.
Heizung	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Heizflächen sind mit selbsttätig wirkenden Thermostatventilen bestehend aus Stellantrieb und Stellgerät zur raumweisen Temperaturregelung auszurüsten. Wenn möglich sind druckunabhängige Thermostatventile mit einer Voreinstellmöglichkeit vorzusehen. • Werden keine Thermostatventile eingesetzt (z. B. Altbau), sind geeignete Alternativen mit dem Wärmeabnehmer abzusprechen bzw. sollte im Bedarfsfall über eine Optimierungsstrategie verhandelt werden. • 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) sind mit Regelungseinrichtungen zu versehen. Als Regelgrösse können Raum-, Zu- und Ablufttemperatur dienen. Als Regelventil sind für den direkten Fernwärme-Anschluss Durchgangventile zu verwenden. Für den indirekten Fernwärme-Anschluss können sowohl Durchgangs- wie auch Dreiwegventile verwendet werden. • Mit Aussenluft beaufschlagte Lüftungsanlagen sind mit einer Frostschutzschaltung und gegebenenfalls einer Anfahrtschaltung vorzusehen.

Anforderung	Beschreibung
Warmwassererwärmung	<ul style="list-style-type: none"> • Eine Warmwassererwärmung mit hartem Wasser (≥ 15 °fH; mittelhart) ist möglich. Zur Verhinderung der Verkalkung der Wärmeübertrager sind diese mit einer Rücklaufbeimischung anzuschliessen. Bei weichem Wasser oder wenn die Fernwärmeverlauftemperatur 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). • Um den Kalk- und Salzausfall in Leitungen, Armaturen und Wärmeübertragern zu verhindern, ist eine Überhöhung der vorgeschriebenen Warmwassertemperatur zu vermeiden. • Beim Wärmeübertrager sind zur schnelleren Abkühlung die Anschlüsse für Kaltwasser (sekundärseitig) und Rücklaufwasser (primärseitig) oben anzubringen. • Warmwasserzirkulationssysteme sind mit einer temperaturabhängigen Steuerung zu versehen. • Die Zirkulation nicht in den heissen Bereich führen bzw. in die Nähe eines Temperaturfühlers einbinden. • Bei ausreichender Dimensionierung des Warmwasserspeichers die Position des Temperaturfühlers optimieren – nach oben versetzen. Bei grösseren Warmwasserspeichern (≥ 500 Liter) um einen zweiten Temperaturfühler erweitern. • Werden mehrere Warmwasserspeicher eingebunden, ist eine Serienschaltung der Parallelschaltung vorzuziehen.
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).

2.3 Ist-Analyse Wärmeabnehmer

Für den Anschluss an ein Fernwärmenetz eignen sich grundsätzlich alle Gebäude (Neubau, Bestandsbauten, Ersatz bestehender Kesselanlagen, Gewerbe- und Industriebetrieb mit Prozesswärmebedarf).

Mit einer Ist-Analyse des Wärmeabnehmers sollen einerseits der Wärme- und Leistungsbedarf, das notwendige Temperaturniveau und das Lastprofil plausibilisiert werden. Andererseits soll die bestehende Situation der Sekundärseite beim Wärmeabnehmer beurteilt werden, damit dieser die Bedürfnisse des Wärmelieferanten erfüllen kann (siehe Kapitel 2.2.7 Anforderungen an die Sekundärseite).

Bei Neubauten erfolgt die Bewertung des Wärme- und Leistungsbedarfs in der Regel mit standardisierten Berechnungsverfahren (vgl. SIA 384/2 [14] oder [42] Seite 22ff).

Bei Bestandsbauten ist von einer nicht-plausibilisierten Übernahme der wichtigsten Eckdaten zwingend abzuraten, da bestehende Wärmeerzeugungsanlagen vielfach überdimensioniert sind.

Auch mitberücksichtigte Sicherheitszuschläge führen zu überhöhten Leistungsabonnierungen.

Für die Analyse und Plausibilisierung empfiehlt sich, in einem ersten Schritt einen standardisierten Fragebogen zu benutzen. Im Anhang ist eine Vorlage enthalten, welche wie folgt gegliedert ist und von einem versierten Wärmeabnehmer grösstenteils selber ausgefüllt werden kann (eine aktuelle Vorlage steht auf der Webseite von QM Fernwärme als Download zur Verfügung [Fragebogen](#)):

- Kontaktdaten
- Objektdaten
- Angaben Wärmeerzeugung (bisher)
- Angaben Energiebedarf (bisher)
- Sanierungsabsichten
- Übergabestation
- Angabe Wärmeabgabe und Wärmeverteilungssystem Sekundärseite (Hydraulik, Schaltungen, Temperaturen, Regulierung etc.)
- Möglicher Anschlusszeitpunkt
- Beilagen.

Mit den vollständigen Angaben des Fragebogens kann ein potenzieller Wärmeabnehmer anhand von Kennzahlen und Richtwerten beurteilt werden. Bei Schlüsselkunden oder wo gewünscht hilft ein

persönliches Gespräch, offene Fragen zu klären und sich besser kennenzulernen. Um die Situation besser einschätzen zu können, ist eine zusätzliche Begehung vor Ort ist zu empfehlen und rundet das Ganze ab.

Für die Plausibilisierung und Beurteilung der Ist-Situation einzelner oder auch mehrerer Wärmeabnehmer werden folgende Tools empfohlen:

- Situationserfassung: Das ist ein Excel-basiertes Berechnungstool von QM Holzheizwerke zur Plausibilitätsprüfung der Energie- und Leistungsbedarfswerte.
- Wirtschaftlichkeitsrechnung: Das ist ein Excel-basiertes Tool von QM Holzheizwerke zur Erstellung einer Planbilanz und Planerfolgsrechnung über eine Dauer von 25 Jahren und basiert auf der Methode des internen Zinssatzes.
- THENA: Das ist ein Excel-basiertes Berechnungstool von Verenum zur einfachen technischen Analyse der Netzauslegung von Fernwärmenetzen.

Die aufgeführten Tools stehen auf den Webseiten von QM Holzheizwerke ([Situationserfassung](#); [Wirtschaftlichkeit](#)) und QM Fernwärme ([THENA](#)) zum freien Download zur Verfügung.

Im Fallbeispiel in Kapitel 9 ist der Prozess der Ist-Analyse beispielhaft für ein Mehrfamilienhaus beschrieben.

2.4 Technische Anschlussvorschriften (TAV)

Die Technischen Anschlussvorschriften (TAV), oder auch Technische Anschlussbedingungen (TAB) genannt, sind Bestandteil des Wärmeliefervertrages und dienen dem Wärmelieferanten und dem Wärmeabnehmer als Vorgabe zur Sicherstellung der technischen Anforderungen bei Planung, Umsetzung und Betrieb der Wärmeversorgung. Nachfolgend wird nur noch der Begriff Technische Anschlussvorschriften (TAV) verwendet. Das Ziel der TAV ist es, einen minimalen technischen Standard zu erreichen, die Qualität der Wärmeversorgung zu gewährleisten und grobe Fehler sowie Mängel zu verhindern.

Bei der Erarbeitung der Technischen Anschlussvorschriften gilt es, einen Mittelweg zu finden zwischen so wenig Einschränkungen wie möglich und so vielen wie nötig. Unnötig hohe technische Anforderungen führen zu hohen Kosten, während im umgekehrten Fall die Qualität der Wärmeübertragung und die Langlebigkeit der Anlage und der

Komponenten beeinträchtigt wird (Produkte, Ausstattung, Konfiguration, Anordnung etc.).

Die TAV sollten kurz, prägnant und übersichtlich ausgeführt werden. Auf Normen und Vorschriften, welche grundsätzlich eingehalten werden müssen, ist zu verzichten. Die TAV sollten zudem realistische Vorgaben machen (Rücklauftemperatur, Grädigkeit, Druckverluste, Materialien etc.) und nur wo notwendig Produktvorgaben machen (z. B. Wärmezähler, Ventile, Regelung etc.). Hingegen sollten in den TAV klare Vorgaben an die Sekundärseite gestellt werden, wie z. B. zur Warmwassererwärmung sowie zu nicht erlaubten hydraulischen Einrichtungen.

Der Aufbau der TAV kann wie folgt gestaltet sein:

- Allgemein:
 - Geltungsbereich
 - Begriffe
 - Verantwortlichkeiten
 - Liefergrenze
 - Eigentumsverhältnisse
- Technische Grundlagen:
 - Wärmeleistungsbedarf
 - Wärmeträgermedium und Eigenschaften (Wasserchemie resp. Wasserqualität)
 - Temperaturen (Maximale Betriebstemperatur für die konstruktive Auslegung, Vor- und Rücklauftemperaturen Netzbetrieb)
 - Nenndruckstufe
 - Druckabfall Übergabestation (evtl. Vorgabe von Maximalwerten einzelner Komponenten)
 - Maximaler Differenzdruck im Netz bei Auslegung
- Ausrüstungsvorgaben:
 - Ausstattung Hausstation
 - Vorgaben an die Warmwassererwärmung
 - Anforderungen an die wichtigsten Komponenten (z. B. Wärmeübertrager, Kombiventil, Wärmezähler, Regelungs- und Kommunikationssystem etc.)
 - Anordnung der Komponenten (Prinzipschema)
 - Werkstoffe und Verbindungstechniken
 - Wärmedämmung
 - Qualität
- Einbindung Sekundärseite:
 - Anforderungen an hydraulische Einrichtungen sekundärseitig
 - Anforderungen an die Warmwassererwärmung sekundärseitig

Leitfaden zur Planung von Fernwärme-Übergabestationen

- Prinzipschema Hausstation und Warmwassererwärmung mit Liefer-, Eigentums- und Verantwortlichkeitsgrenzen
- Betriebliche Vorgaben:
 - Normen und Vorgaben des Betreibers
 - Angabe zum Betriebsregime (Netzfahrweise, Winter- und Sommerbetrieb oder reiner Winterbetrieb)
 - Anforderungen an den Hausanschlussraum
 - Plombierungen
 - Prüfungen und Kontrolle
 - Montage und Inbetriebnahme
 - Unterhalt, Service und Optimierung
- Beilagen:
 - Vor- und Rücklauftemperaturen (primärseitig) in Funktion der Aussentemperatur
 - Schnittstelle Fernüberwachung

Weitere Hinweise und detailliertere Angaben zu den oben aufgeführten Inhalten der TAV sind im AGFW-Merkblatt FW 515 – Technische Anschlussbedingungen – Heizwasser [21] zu finden.

3 Systeme von Fernwärme-Übergabestationen

Fernwärme-Übergabestationen werden von den Herstellern in der Regel in unterschiedlichen Kategorien angeboten. Bei einzelnen Herstellern und Lieferanten sind die Bezeichnungen der Produkte jedoch unterschiedlich und auch der Leistungsbe- reich der einzelnen Produkte ist fließend.

In den folgenden Kapiteln werden die Kategorien Standard-Übergabestation, individuelle Übergabe- station und Sonderanfertigungen beschrieben und anhand von Beispielen aufgezeigt. Mit dieser Kate- gorisierung wird ein Grossteil der Anwendungsmög- lichkeiten von Fernwärme-Übergabestationen ab- gedeckt und Planerinnen, Installateuren oder auch Wärmeabnehmer geholfen abzuschätzen, welche Angebote oder Produktkategorie in einem konkre- ten Fall einzusetzen ist. Allen Kategorien ist gemein, dass sie für eine indirekte oder eine direkte Anbin- dung ans Fernwärmenetz konzipiert werden können.

Die massgebenden Randbedingungen werden grundsätzlich vom Anforderungsprofil des Wärme- abnehmers und den Bestimmungen in den Techni- schen Anschlussvorschriften vorgegeben.

In der Regel werden alle notwendigen Kompen- ten inklusive Elektroinstallation vormontiert, getes- tet und betriebsfertig ausgeliefert. Die Übergabesta- tion muss vor Ort nur noch an die Versorgungslei- tungen der Fernwärme (Hausanschluss- oder Kell- erleitung) und der Gebäudeinstallation angeschlos- sen werden. Die Stromversorgung erfolgt in der Re- gel über einen CEE-Stecker. Nur bei sehr grossen Anschlussleistungen oder bei sehr kleinen Einbring- massen werden die Übergabestationen vor Ort auf- gebaut.

3.1 Standard-Übergabestation

Als «Standard-Übergabestation» werden an dieser Stelle Fernwärme-Übergabestationen bezeichnet, die von den Herstellern weitgehend standardisiert «ab Stange» angeboten und nicht von vornherein individuell auf Kundenwunsch angefertigt werden. Es ist dagegen nicht im Sinne des vorliegenden Leitfadens, einen Standard festzulegen. Vielmehr umfasst der Begriff die vielen in der Praxis von den Herstellern und Lieferanten verwendeten Bezeich- nungen wie *Kompaktstation*, *Seriengerät*, *Grund- modul*, *Basic-Modul*, *Kompakt*, *Nano-Modul*, *EFH*, *giro* oder *TransTherm*. Zudem kann der vielfach ver- wendete Begriff Kompaktstation missverstanden

werden, da auch grosse Übergabestationen mög- lichst kompakt gefertigt und angeboten werden.

Eine Besonderheit der Standard-Übergabestati- onen ist, dass sie von Planern, Betreiberinnen, Instal- lateuren oder Wärmekundinnen eigenständig be- stellt und von der Lieferfirma auf Basis der Anforde- rungen (Temperatur, Druck, Volumenstrom, Druck- verlust, Material etc.) konfiguriert und gefertigt wer- den.

Der Leistungsbereich von Standard-Übergabestati- onen kann, wenn keine besonderen Anforderungen vorliegen, bis zu mehreren hundert kW betragen.

Im Leistungsbereich bis rund 150 kW werden Stan- dard-Übergabestationen z. T. inklusive der Haus- station in einem Gehäuse oder auf einem Gestell zur Wandmontage angeboten.

Im Leistungsbereich ab rund 150 kW werden Stan- dard-Übergabestationen auf Standrahmen und wenn nötig in mehreren Baugruppen aufgebaut.



Bild 3.1 Standard-Übergabestation in einem ver- schliessbaren Gehäuse zur Wandmon- tage (Katalogbild Quelle: Fahrer AG, Standard-Fernwärme-Übergabestation Nano-Modul).



Bild 3.2 Standard-Übergabestation in einem verschliessbaren Gehäuse zur Wandmontage (Katalogbild Quelle: Hoval AG, TransTherm giro).



Bild 3.3 Standard-Übergabestation für die Wandmontage (Katalogbild Quelle: SYSBO AG, Grundmodul X3, 2 Heizkreise und 1 WW-Ladekreis).

3.2 Individuelle Übergabestation

Als individuelle Fernwärme-Übergabestation werden Übergabestationen bezeichnet, die kundenspezifisch gefertigt werden und dort zum Einsatz kommen, wo eine Standard-Übergabestation die Anforderungen nicht abdecken kann. Individuell gefertigte Übergabestationen decken den gesamten Leistungsbereich ab und können praktisch alle erdenklichen Technischen Anschlussbedingungen erfüllen. Der Übergang von Standard- zu individuellen Übergabestationen ist daher flussend.

Vielfach erfolgt die Ausführung bodenstehend auf Stahlrahmen. Für den Transport und die Einbringung wird sie modular in Baugruppen gefertigt.



Bild 3.4 Individuelle-Übergabestation bodenstehend auf Standrahmen (Quelle: isoplus (Schweiz) AG).



Bild 3.5 Individuelle-Übergabestation bodenstehend auf Standrahmen (Katalogbild Quelle: PEWO Energietechnik GmbH, CAD H).

3.3 Sonderanfertigungen

Sonderanfertigungen sind Lösungen, welche eher selten vorkommen und je nach Hersteller und Lieferant unterschiedlich gehandhabt werden. Es gibt Hersteller und Lieferanten, die auf Spezialanwendungen spezialisiert sind, während andere hauptsächlich Standard-Übergabestationen ausführen.

Mögliche Sonderanfertigungen sind in der Tabelle 3.1 beschrieben.

Tabelle 3.1 Sonderanfertigungen.

Anforderung	Beschreibung
Dreileiteranschluss	<p>Ein Dreileiteranschluss bietet die Möglichkeit, die primären Rücklauftemperaturen im Fernwärmenetz zusätzlich zu senken.</p> <p>Bedingung ist, dass eine Niedertemperaturanwendung aus dem Rücklauf einer Hochtemperaturanwendung versorgt werden kann.</p> <p>Wenn die Temperatur aus dem Rücklauf nicht ausreicht, kann Vorlaufwasser zugemischt werden. Ein Dreileiteranschluss kann primär- oder sekundärseitig konzipiert werden.</p>
Kaskadierte Warmwassererwärmung	<p>Damit ist die Vorwärmung von Trinkwasser gemeint, welches z. B. über zwei in Serie geschaltete Wärmeübertrager erfolgen kann (z. B. bei der Nutzung von Abwärme aus Kälteanlagen zur Vorwärmung).</p>
Strahlpumpen	<p>Wärmeübergabestationen mit Strahlpumpen sind in der Schweiz nicht sehr verbreitet und werden als Sonderanfertigung betrachtet.</p>
Druckerhöhungsstationen	<p>Bei grossen Fernwärmenetzen kann es betrieblich und wirtschaftlich sinnvoll sein, in der Peripherie des Netzes eine Druckerhöhungsstation einzusetzen.</p> <p>Damit kann einerseits der erforderliche Betriebsdruck reduziert werden und es können kleinere Netzpumpen eingesetzt werden. Zusätzlich kann je nach Situation auch eine höhere Nenndruckstufe vermieden werden.</p> <p>Bei erhöhtem Leistungsbedarf (grösserem Volumenstrom) kommt die Druckerhöhungsstation zum Einsatz. Ab einem gewissen Teillastbetrieb ist die Druckerhöhungsstation nicht mehr in Betrieb.</p> <p>Wenn es die Gegebenheiten zulassen, ist eine Druckerhöhungsstation eine Alternative zu einer Netztrennung, womit unnötige Exergieverluste vermieden werden können. Die Herausforderung liegt in der Regelung des Zu- und Wegschaltens der Anlage sowie die im Betrieb andere Differenzdruckregelung auf einen neuen Schlechtpunkt.</p>
Netztrennung	<p>Bei grossen geodätischen Höhenunterschieden sind zum Teil Netztrennungen wegen den statischen Druckverhältnisse notwendig. Der Betrieb ist aus technischer Sicht nicht komplex. Es bedarf jedoch einer guten Auslegung des Wärmeübertragers, damit eine kleine Grädigkeit (in allen Betriebspunkten) erreicht wird.</p> <p>Neben den geodätischen Druckverhältnissen kann es auch bei einem grossen Unterschied zwischen Teil- und Vollast zu unzulässigen Druckverhältnissen im Netz kommen. Neben der oben beschriebenen Druckerhöhungsstation ist eine Netztrennung ebenfalls eine Möglichkeit dies zu lösen.</p>
Dampf	<p>Fernwärmesysteme mit dem Wärmeträger Dampf sind in der Schweiz nicht sehr verbreitet. Entsprechende Übergabestationen werden als Sonderanfertigung betrachtet.</p>

4 Komponenten und Funktionen von Übergabestationen und deren Auslegung

In diesem Kapitel werden die Komponenten und technischen Grundlagen einer Hausstation (Übergabestation und Hauszentrale) beschrieben. Bei Anlagen im Einsatzbereich $> 110\text{ °C}$ ist für die festigkeitsmässige Auslegung und Konformitätserklärung zudem die Druckgeräteverordnung zu beachten [4].

Die wichtigsten Anforderungen werden vom Wärmelieferanten in den technischen Anschlussvorschriften (TAV) festgehalten.

4.1 Allgemeines über die Komponenten

Die verschiedenen Komponenten müssen mit der CE-Kennzeichnung versehen sein (falls Kennzeichnungspflicht anwendbar). Sie müssen den entsprechenden Normen, Richtlinien und Vorschriften entsprechen. Die Hersteller und Lieferanten müssen nachweisen können, dass die verschiedenen Komponenten einfach zu warten und ersetzen sind und den erwarteten Leistungen entsprechen. Ersatzteile sollten für mindestens fünf Jahre nach der Lieferung verfügbar sein und die Lebensdauer der verschiedenen Komponenten darf unter normalen Bedingungen nicht weniger als zehn Jahre betragen. Die Dimensionierung muss entsprechend den Anforderungen des Betreibers und des Kunden erfolgen (vgl. [52] Seite 20ff).

4.2 Ausrüstung Hausanschlussraum

Die Gestaltung des Hausanschlussraumes ist gemäss den in der Tabelle 4.1 aufgeführten Anforderungen auszuführen. Planungsgrundlagen sind in der DIN 18012 [30] festgehalten.

Die DIN 18012 fordert in Gebäuden mit mehr als vier Wohneinheiten einen eigenen Hausanschlussraum. Dies ist auf technischer Ebene auch auf die Schweiz übertragbar. Um die Technik vor unbefugten Zugriffen zu schützen, empfiehlt sich allerdings bereits bei drei Wohneinheiten ein Hausanschlussraum. Gleiches gilt für die Kombination aus Wohnen und Gewerbe (vgl. [50]). In Ein- und Zweifamilienhäusern kann auf einen separaten Hausanschlussraum verzichtet werden.

Die Hausanschlussräume sind über das Gemeinschaftseigentum zugänglich und liegen in der Regel

an der Aussenwand. Die Anlagen sind vor Frost, mechanischer Beeinflussung und Kondensationswasser zu schützen (vgl. [50]).

Tabelle 4.1 Anforderungen an den Hausanschlussraum.

Anforderung	Beschreibung
Lage	Ideal ist eine Lage nahe an der Eintrittsstelle der Hausanschlussleitung.
Zugang	Der Raum sollte abschliessbar aber jederzeit zugänglich sein.
Dimensionen	Durchgangshöhe Türe 2.00 m Raumhöhe mindestens 2.10 m Länge mindestens 2.00 m Breite mindestens 1.50 m
Lärmemission	Nicht in der Nähe von lärmsensiblen Räumen (z. B. Schlafzimmern)
Lüftung	Ausreichende Be- und Entlüftung
Temperatur	Maximal 30 °C ; bei Warmwasser maximal 25 °C
Beleuchtung	Installations-, Wartungs- und Reparaturarbeiten benötigen eine ausreichende Beleuchtung
Stromanschluss	Elektrischer Anschluss gemäss Spezifikation Hersteller/Lieferant oder TAV
Entwässerung	Ausreichend dimensionierter Entwässerungskanal mit Absperrvorrichtung gegen Rückstau
Wasseranschluss	Von Vorteil ist eine Trinkwasserzapfstelle in der Nähe.

4.3 Wärmeübertrager

Die Ausführung der Wärmeübertragung sollte prinzipiell im Gegenstromprinzip erfolgen. Alle wichtigen Auslegungskriterien und Anforderungen sind in den Technischen Anschlussvorschriften festzuhalten (Nenndruckstufe, Auslegungstemperatur, Grädigkeit, Material, Wasserqualität etc.).

Die Hersteller müssen die Leistungsdaten des Wärmeübertragers angeben und auf Verlangen für jeden Wärmeübertragertyp eine Kopie des Prüfberichts vorlegen können. Wärmeübertrager müssen gemäss SN EN 1148 [10] geprüft und an das Temperaturniveau des Fernwärmesystems angepasst werden.

Eine **Rücklauf-Grädigkeit** von 3 K bei Auslegebedingungen (tiefste Aussentemperatur) und eine Grädigkeit von $\leq 3\text{ K}$ im Teillastbereich sind als Zielwert zu definieren. Die Rücklauf-Grädigkeit ist der Temperaturunterschied zwischen dem primär- und sekundärseitigen Rücklauftemperaturen beim Wär-

meübertrager. Der Wärmeübertrager muss im Winter- und Sommerfall gemäss Anforderungen funktionieren, was anhand eines Datenblattes nachzuweisen ist. Im Teillastfall muss sichergestellt werden, dass die Strömung turbulent ist. Der Wärmeübertrager muss dementsprechend eine genügend grosse Übertragungsfläche und thermische Länge aufweisen.

Bei einem Wärmeübertrager zur Warmwassererwärmung (z. B. aussenliegender Wärmeübertrager) wird eine Rücklauf-Grädigkeit von mindestens 10 K empfohlen.

Die **Vorlauf-Grädigkeit** ist in Abhängigkeit der Anforderung an die Vorlauftemperatur der Sekundärseite und der primären Vorlauftemperatur festzulegen. Dabei ist auch der Sommerfall zu beachten.

Als Wärmeübertrager werden im Fernwärmebereich folgende Ausführungen am häufigsten eingesetzt:

- Plattenwärmeübertrager (geschraubt, gelötet oder geschweisst)
- Rohrbündelwärmeübertrager
- Spiralwärmeübertrager

Material

Beim Einsatz von buntmetallgelöteten Plattenwärmeübertragern sind zwingend Anforderungen an die Wasserqualität zu stellen (z. B. SWKI BT102-01 [17]). Auf verzinkte Stahlleitungen ist, wenn möglich zu verzichten, da der kupfergelötete Wärmeübertrager sonst durch Buntmetallkorrosion Schaden nehmen kann. Bei bestehenden Gebäuden, wenn die Wasserqualität und die Abwesenheit von verzinkten Stahlrohren nicht garantiert werden kann, sind buntmetallfreie Wärmeübertrager (Edelstahl gelötet) einzusetzen. Diese sind teurer und weisen in der Regel längere Lieferzeiten auf.

Grundsätzlich sind die Angaben des Herstellers und des Lieferanten des Wärmeübertragers zur Korrosionsbeständigkeit zu beachten. Die Anforderungen an die Wasserqualität sind in den Technischen Anschlussvorschriften festzuhalten.

Einbau

Die Wärmeübertrager müssen mechanisch spannungsfrei eingebaut werden und auf die Verbindungen zum Wärmeübertrager dürfen weder Axialkräfte noch Biegemomente übertragen werden.

4.4 Regelventil

Die Auslegung und Dimensionierung von Regelventilen und deren Verhalten im hydraulischen System ist im Planungshandbuch Fernwärme ausführlich beschrieben ([1] Kapitel 8.4.3 bis 8.4.5).

Im vorliegenden Leitfaden wird davon ausgegangen, dass grundsätzlich **Kombiventile** eingesetzt werden.

Beim Kombiventil sind die regeltechnischen und hydraulischen Funktionen für den automatischen hydraulischen Abgleich in einem Ventil integriert (Bild 4.1). Mit dem Kombiventil wird der Druck über dem Verbraucher und dem Regelventil in jedem Betriebsfall (Teillastbetrieb) mit einem Ventil konstant gehalten.

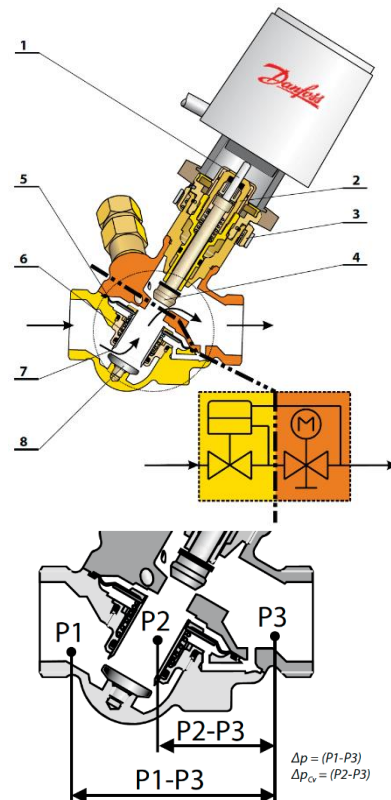


Bild 4.1 Schnitt durch ein differenzdruckunabhängiges Regelventil (Bildquelle: Danfoss AB-QM). Das Ventil besteht aus einem Differenzdruckregler (gelb) und einem Regelventil (orange).

Der **Differenzdruckregler** hält den Differenzdruck über dem Regelventil konstant. Dem Differenzdruck Δp_{cv} ($P2-P3$) an der Membran wirkt die Kraft der Feder entgegen. Verändert sich der Differenzdruck über dem Regelventil, schiebt sich der Hohlkonus in eine neue Position, die zu einem erneuten Gleichgewicht führt und damit den Differenzdruck auf einem konstanten Niveau hält.

Das **Regelventil** weist eine lineare Regelcharakteristik auf. Es verfügt über eine Voreinstellung des Durchflusskoeffizienten (kV -Wert) in Form einer maximalen Begrenzung des Ventilhubes. Der auf der Skala gezeigte Prozentwert entspricht dem prozentualen Anteil der Durchflussmenge.

Wie oben beschrieben wird die Druckdifferenz über das Regelventil konstant gehalten. Der Druckverlust über dem Regelventil ist demnach im Auslegefall und in allen Teillastfällen konstant und durch den Hersteller fest vorgegeben (z. B. 30 kPa). In der Folge kann von einer konstanten Ventilautorität $PV = 1.0$ ausgegangen werden. Der Druckabfall über den variablen Teil der Teilstrecke ist nicht relevant, weil der Druckabfall über das Regelventil konstant gehalten wird.

Die wichtigsten Merkmale des hydraulischen Abgleichs mit Kombiventilen sind:

- Der Abgleich verursacht praktisch keine Unter- und Überversorgung der Verbraucher.
- Das differenzdruckunabhängige Regelventil übernimmt den hydraulischen Abgleich im Teillastbetrieb und reagiert auf die Massenstromänderungen.
- Die Regulierung der Wärmeübertrager oder Gruppen bei Wärmeabgabesystemen muss nicht auf die hydraulische Veränderung reagieren und Kombiventile regulieren stabiler und energieeffizienter.
- Die unterschiedlichen Massenströme haben keinen negativen Einfluss auf die Rücklauftemperaturen und somit auf den Wärmeerzeuger.
- Der Wirkungsgrad oder die Vorlauftemperatur der Wärmeerzeuger wird nicht durch unkorrekten hydraulischen Abgleich im Teillastbetrieb beeinflusst.
- Der Pumpenregelkennlinie ist grosse Bedeutung zu schenken, damit im Teillastverhalten die Verbraucher mit grossem Kälte- und Wärmebedarf nicht einem zu geringen Druck ausgesetzt sind und damit unterversorgt werden. Dies gilt insbesondere bei Anlagen mit Druckdifferenzmessung im Netz oder Pumpen mit Proportionaldruckregelung.

Für die **Auslegung und Dimensionierung** ist das Kombiventil im Regelbereich von minimalem Volumenstrom (Teillastbetrieb) und maximalem Volumenstrom (Volllastbetrieb) korrekt auszulegen. Zudem ist die maximal mögliche Druckdifferenz über dem fast geschlossenen Druckdifferenzregler (Schliessdruck Kombiventil) zu beachten. Dazu sind folgende Punkte zu beachten:

- Bei kleinen Wärmenetzen oder bei Wärmeabnehmern nahe am Einspeisepunkt den theoretisch möglichen Höchstwert verwenden.
- Bei grossen Wärmenetzen mit vielen Wärmeabnehmern, bei denen eine mehr oder weniger gleichmässige witterungsabhängige Last zu erwarten ist (Gleichzeitigkeit), ist ein tieferer Wert für die maximal auftretende Druckdifferenz zu erwarten.

Durch die Möglichkeit der Volumenstrombegrenzung mit dem Kombiventil kann der im Wärmelieferungsvertrag vereinbarte maximale Volumenstrom eingestellt werden (Leistungsbegrenzung). Regelungstechnisch muss jedoch auch bei Ventilöffnung die erforderliche Mindestdurchflussmenge des Wärmezählers gewährleistet werden.

Optional kann das Kombiventil mit einer Sicherheitsfunktion ausgestattet sein, wodurch das Ventil im stromlosen Zustand schliesst. Die Schliessfunktion sollte wegen möglichen Druckschlägen langsam erfolgen.

4.5 Regelungstechnik

Wie vorgängig beschrieben, ist zur Regelung der **sekundärseitigen Vorlauftemperatur** primärseitig ein Kombiventil zu empfehlen. Die Regelung der sekundärseitigen Vorlauftemperatur ist abhängig von den angeschlossenen Heizgruppen. Diese erfolgt vielfach aussentemperaturgeführt.

Die maximal zulässige **primärseitige Rücklauftemperatur** ist gemäss Wärmeliefervertrag in jedem Betriebsfall einzuhalten. Zur Einhaltung wird eine Volumenstrombegrenzung empfohlen, welche auf der abonnierten Anschlussleistung und der maximal zulässigen Rücklauftemperatur basiert. Bei zu hoher primärseitiger Rücklauftemperatur kann alternativ die primärseitige Rücklauftemperatur anstelle der sekundärseitigen Vorlauftemperatur als Regelgrösse verwendet werden bis die maximal zulässige primärseitige Rücklauftemperatur unterschritten ist.

Die **Temperaturfühler** (Tauchtemperaturfühler) zur Messung der sekundärseitigen Vorlauftemperatur und der primärseitigen Rücklauftemperatur sind unmittelbar beim Austritt aus dem Wärmeübertrager anzuordnen. Anlegefühler sollten dafür nicht verwendet werden.

Im saisonalen oder im täglichen Verlauf variiert die **Raumtemperatur** infolge von externen und internen Wärmeeintrag (Sonneneinstrahlung, Menschen, Geräte, Beleuchtung etc.). Ein stabiles und komfortables Raumklima wird in der Regel durch Raumregler (z. B. Thermostatventile) sichergestellt. Wärmeabnehmer ohne Raumregler können jedoch nicht auf den saisonalen oder täglichen Verlauf reagieren und weisen vielfach eine zu hohe Raumtemperatur auf, welche unnötig und zu vermeiden ist. In den Technischen Anschlussvorschriften muss deshalb beim Anschluss an ein Fernwärmenetz Raumregler gefordert werden. Ausnahmen sind Wärmeabgabesysteme mit Vorlauftemperaturen kleiner 30 °C.

Zukünftig wird vermehrt die Regelung der Sekundärseite direkt durch den Fernwärmeversorger erfolgen. Der Vorteil für den Fernwärmeversorger ist, dass er bei Kenntnissen des Nutzerverhaltens zusammen mit Klimaprognosen ein dynamisches Lastmanagement mit Reduktion der Lastspitzen einführen und das Netz damit effizienter betreiben kann. Die technische Entwicklung ist diesbezüglich bereits sehr fortgeschritten. Offene Fragen betreffen die Akzeptanz bei den Wärmeabnehmern und juristische Fragen wie z. B. Datenschutz.

4.6 Datenerfassung und Fernüberwachung

Wann immer möglich ist bei der Realisierung von Fernwärme-Übergabestationen eine Datenverbindung zur Datenerfassung und Fernüberwachung des Netzbetreibers zu integrieren. Die Vorteile sind die Möglichkeit einer einfacheren, sichereren und effizienteren Fakturierung und einer zentralen Störungserfassung sowie die Möglichkeit, Kundenanlagen zu optimieren und auf Mängel hinweisen zu können (z. B. Abdriften der primären Rücklauftemperatur). Nachteilig sind die etwas höheren Investitionskosten, wobei diese sich im Rahmen halten und die Vorteile überwiegen.

4.7 Wärmezähler

Die Genauigkeitsklasse eines Wärmezählers wird durch die Messgenauigkeit von Durchfluss und Temperaturdifferenz bestimmt.

Der Messbereich des Durchflusses ist durch den Arbeitsbereich zwischen Nenndurchfluss q_p und Minimaldurchfluss q_i gegeben. Das Verhältnis von Nenndurchfluss zu Minimaldurchfluss ist ein Mass für die Bandbreite des Durchflussbereichs, innerhalb dessen eine bestimmte Genauigkeit der Volumenstrommessung garantiert ist. Der Druckabfall bei Nenndurchfluss ist zu berücksichtigen. Und auch die Wasserqualität hat bei Langzeiteinsatz grossen Einfluss auf die Messgenauigkeit.

Für die Durchflussmessung werden folgende Messverfahren verwendet (siehe Tabelle 4.2):

- Mechanisch
- Magnetisch-induktiv
- Ultraschall
- Schwingstrahl

4.7.1 Einbau von Wärmezählern

Zur Erreichung der erforderlichen Messgenauigkeit müssen folgende Hinweise beachtet werden:

- Einhalten der Einbauvorschriften des Wärmezählerlieferanten (Ein- und Auslaufstrecke, Einbauanordnung horizontal/vertikal, Fühlereinbau etc.)
- Die Ein- und Auslaufstrecken variieren je nach Nennweite und Technologie. Als Richtwert beträgt die Einlaufstrecke $5 \times DN$ und die Auslaufstrecke $3 \times DN$ (siehe Bild 4.2).
- Der Temperaturfühler für den Rücklauf ist in Fließrichtung nach dem Volumenmessteil anzuordnen.
- Das Volumenmessteil ist möglichst zwischen zwei Absperrvorrichtungen zu platzieren. Dies erleichtert Wartungsarbeiten und den Zählertausch gemäss Eichturnus.
- Auslegung auf eine Temperaturdifferenz $> 20 \text{ K}$. Temperaturdifferenz im Betrieb mindestens 3 K .
- Gleichmässige Temperaturverteilung über den Rohrquerschnitt vor den Temperaturfühlern (notigenfalls Einbau eines statischen Mischers).
- Stabile Regelkreise (schwingende Regler können grosse Messfehler verursachen).
- Störungen durch Fehlzirkulationen werden minimiert, wenn die Temperaturdifferenzmessung auf der gleichen Ebene erfolgt wie die Durchflussmessung (Fehlzirkulation wird wenigstens korrekt gemessen).
- Betreiben des Wärmezählers nur im zulässigen Durchflussbereich q_p bis q_i .
- Bei minimaler Öffnung des Regelventils muss die Durchflussmenge der minimalen Durchflussmenge des Wärmezählers entsprechen.
- Vorteilhaft sind Kompaktwärmezähler, weil Störeinflüsse auf die kurze Signalübertragung vom Sensor zum Messumformer und zum Rechenwerk praktisch ausgeschlossen sind.
- Fachtechnisch einwandfreie Inbetriebnahme der Wärmezähler und wenn nötig systematische Störquellensuche durch Fachleute.
- Das Verlängern der Fühlerkabel ist nicht zulässig. Wärmezähler sind inkl. Fühlern kalibriert und geeicht.

Bei magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräten:

- Im Wasser sollte kein Magnetit enthalten sein, da sich dieses auf den Messsonden absetzt und so die Messung beeinflusst (Reduktion des Durchflussmesswertes). Anforderungen an den Wärmelieferanten Magnetit in der Zentrale abzuscheiden.
- Bei bestehenden Anlagen kann mit einem Magnetschlammabscheider in Verbindung mit einem Entgasungsgerät die geforderte Wasserqualität erreicht werden.

- Bei Neuanlagen ist darauf zu achten, dass von Anfang an das Wasser ausreichend entgast und der Sauerstoffgehalt gegen Null reduziert wird.
- Beim Auftreten von grossen Messfehlern wird empfohlen, die Innenwände der Durchflussmesser zu reinigen (die Ursache der Verschmutzung wird damit allerdings nicht behoben).
- Um die optimale Strömungsgeschwindigkeit zu gewährleisten ist der Wärmezähler im Regelbereich von minimalem und maximalem Volumenstrom (Teillast- und Vollastbetrieb) korrekt auszuliegen
- Da über die Messsonden eine sehr geringe Spannung anliegt (einige Millivolt), ist das Messverfahren empfindlich auf elektrische Störfelder. Das ist vor allem bei Splitgeräten der Fall, wo der Sensor und der Messumformer durch störungsempfindliche Leitungen verbunden sind. Dies kann durch Verwendung von Kompaktdurchflussgebern entschärft werden.
- Nur abgeschirmte und verdrehte Kabel verwenden und die Nähe von starken Magnetfeldern von Elektromotoren oder Frequenzumrichtern meiden.

Bei Ultraschall-Durchflussmessgeräten:

- Verschmutzung der Umlenkspiegel bei kleiner Nennweite und Gaseinschlüsse im Wasser können Messungenauigkeiten verursachen.
- Die Vermeidung dieser Störeinflüsse erfordert eine hohe Wasserqualität sowie eine ausreichende Entgasung des Wassers, was Ablagerungen auf den Umlenkspiegeln verhindert.

Bei Schwingstrahl-Durchflussmessgeräten:

- Grundsätzlich unempfindlich gegen Verschmutzung, da nur ein Teilstrom mit erhöhter Fließgeschwindigkeit für die Messung notwendig ist.
- Beim horizontalen Einbau muss darauf geachtet werden, dass der Messkopf seitlich angebracht ist (nicht unten oder oben). Beim vertikalen Einbau sind keine besonderen Massnahmen zu beachten.

Bei mechanischen Durchflussmessgeräten:

- Einbau eines Schmutzfilters vor dem Wassereintritt des Durchflusssensors, um Beschädigung oder Verstopfen des Flügel-/Turbinenrads zu vermeiden.
- Regelmässige Revision um Abnützung als Fehlerquelle auszuschliessen.
- Durch sorgfältige Auslegung ist dafür zu sorgen, dass der Betriebsdurchfluss bei variablem Volumenstrom nicht oder nur in Ausnahmefällen unter den Minimaldurchfluss q_i fällt.

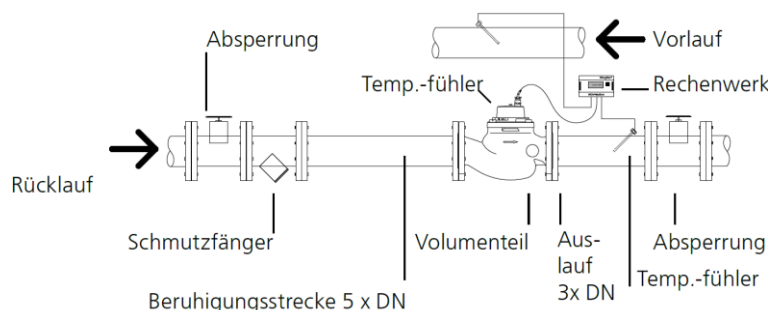


Bild 4.2 Installation Wärmezähler (Quelle: WDV-Molliné GmbH).

4.7.2 Einhalten der Messbeständigkeit

Wärmezähler sind gemäss Messmittelverordnung MessMV [8] und Verordnung des EJPD über Messgeräte für thermische Energie [9] auszuführen und in Verkehr zu bringen. Sie werden in der Regel vom Wärmelieferanten überwacht und unterhalten. Der Wärmelieferant führt ein Kontrollregister über die in seinem Versorgungsbereich verwendeten Messgeräte. Darin muss für jedes Messgerät folgendes ersichtlich sein:

- Wann und nach welchem Verfahren es in Verkehr gebracht wurde.

- Welches Verfahren zur Erhaltung der Messbeständigkeit vorgeschrieben ist.
- Wann das Verfahren zur Erhaltung der Messbeständigkeit das letzte Mal angewendet wurde.
- Wo sich das Messgerät im Einsatz befindet.

Eine Nacheichung ist gemäss Messmittelverordnung alle fünf Jahre durch eine ermächtigte Eichstelle durchzuführen. Wenn jedoch mindestens 150 Wärmezähler bei einem Wärmeverbund in Betrieb sind und deren Messdaten überwacht werden, so kann beim METAS ein Gesuch für ein Verfahren eingereicht werden, mit dem die Eichperiode unter folgenden Bedingungen verlängert werden kann:

- Das Verfahren muss geeignet sein, durch Massnahmen korrekte Messungen zu gewährleisten.
- Alle eingesetzten Wärmezähler müssen gemäss [9] in Verkehr gebracht werden und keiner dieser Zähler darf zu irgendeinem Zeitpunkt länger als zehn Jahre ohne Nacheichung in Betrieb sein.
- Defekte Zähler müssen durch konforme ersetzt werden.
- Alle eingesetzten Zähler müssen unter vergleichbaren Einsatzbedingungen betrieben werden.
- Die Verwenderin informiert einmal jährlich das METAS über die Resultate des Verfahrens.

Beträgt die Summe der Nennleistungen der mit Wärmezähler gemessenen Wärmeerzeuger mindestens 10 MW, so kann zur Erhaltung der Messbeständigkeit gemäss [9] eine Kalibrierung durchgeführt werden. Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein:

- Die thermische Energie wird zwischen zwei ständigen Partnern über feste Versorgungsleitungen in einer Messstation aus den Messdaten eines oder mehrerer Wärmezähler ermittelt, wobei die Summe der Nennleistungen der eingesetzten Wärmezähler mindestens 10 MW beträgt.

- Die Wärmemesseinrichtung wird zwischen zwei Handelspartnern eingesetzt, die grundsätzlich in der Lage sind, die Messergebnisse zu beurteilen.
- Die Wärmemesseinrichtung steht unter der regelmässigen messtechnischen Aufsicht des fachkundigen Betriebspersonals.
- Können Teile der Messanlage nicht im eigenen Betrieb kalibriert werden, so werden die Messmittel von einem vom METAS anerkannten Kalibrierlabor, einer ermächtigten Eichstelle oder vom METAS kalibriert. Die Wärmemesseinrichtung wird nach der Kalibrierung mit identifizierbaren Betriebsplomben gesichert.
- Die Kalibrierung der Wärmemesseinrichtung muss bei Bedarf erfolgen, jedoch in der Regel alle zwölf Monate. Für keinen Teil der Messeinrichtung darf die Kalibrierung mehr als zwei Jahre zurückliegen.
- Über die an der Wärmemesseinrichtung durchgeführten Arbeiten (Wartung, Justierung, Kalibrierung) wird ein Protokoll geführt. Aus den Eintragungen muss ersichtlich sein, welche Arbeiten wann und von wem durchgeführt wurden. Bei Beanstandungen müssen die Protokolle der zuständigen Stelle vorgelegt werden können.

Tabelle 4.2 Beurteilung der wichtigsten Durchflussmessverfahren.

	MID ¹⁾	Ultraschall	Schwingstrahl	Mechanisch
Verhältnis qp/qi	100-150	100-150	25-100	25-100
Druckabfall bei Nenndurchfluss qp [kPa]	7-15	7-20	9-25	10-15
Messgenauigkeit	hoch	hoch	hoch	mittel
Empfindlichkeit der Messgenauigkeit auf die Wasserqualität	hoch	klein bis mittel ²⁾	klein	klein
Abnutzung/Serviceaufwand	gering	gering	gering	hoch
Empfindlichkeit der Messgenauigkeit auf elektrische Störfelder	hoch	gering	gering	gering bis mässig ³⁾

¹⁾ Magnetisch-Induktives Durchflussmessgerät

²⁾ Verschmutzung der Umlenkspiegel bei kleinen Nennweiten

³⁾ bei induktivem Impulsgeber

4.8 Druck- und Temperaturabsicherung

Im Planungshandbuch Fernwärme wird detailliert auf die Druck- und Temperaturabsicherung eingegangen ([1] Seite 149ff).

Nachfolgend sind die wichtigsten Punkte aufgeführt.

4.8.1 Druckabsicherung

Die Druckabsicherung beim **direkten Anschluss** kann ohne Druckminderung und -absicherung erfolgen, wenn der Maximaldruck im Netz p_{Nmax} klei-

ner oder gleich dem zulässigen Druck der Hausstation oder der Gebäudeinstallation p_{Hzul} ist. Andernfalls sind eine Druckminderung und eine Druckabsicherung erforderlich.

Beim **indirekten Anschluss** ist die Primärseite des Wärmeübertragers für den maximalen Netzdruck p_{Nmax} zu bemessen. Die Anordnungen der Sicherheitseinrichtungen gegen Überschreiten des sekundärseitigen Betriebsüberdrucks sind in Anlehnung an SN EN 12828 [12], SN EN 12953 [11] sowie SWKI HE301-01 [17] vorzunehmen. Hierzu ist jeder Wärmeübertrager sekundärseitig durch Si-

cherheitsventile gegen Überschreiten des zulässigen Betriebsdruckes abzusichern. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- Anschluss von maximal drei Sicherheitsventilen je Wärmeübertrager.
- Senkrechter Einbau mit Steigleitung so kurz wie möglich, maximal 1 Meter.
- Leitungen ohne Absperrung, Schmutzfänger und Formstücke einbauen, die zur Verengung des Querschnittes führen.
- Anordnung an leicht zugänglicher Stelle.
- Anbringung eines Hinweisschilds.
- Separate Ausblasleitung mit Gefälle, Mündung frei und beobachtbar; Ableitung über Entwässerungssystem
- Sicherheitsventil muss bauteilgeprüft sein.

Sofern die Möglichkeit der Aufheizung im Wärmeübertrager durch die Sekundärseite besteht, sind auch Druckabsicherungsmassnahmen auf der Primärseite zu treffen. Jeder Wärmeübertrager muss mindestens mit einem Ausdehnungsgefäss verbunden sein.

4.8.2 Temperaturabsicherung

Eine Temperaturabsicherung in der Hauszentrale ist abhängig von der maximal zulässigen Temperatur der Gebäudeinstallation und der maximalen primären Vorlauftemperatur. In DIN 4747 sind dazu Anforderungen festgehalten (sicherheitstechnische Ausrüstung zur Temperaturabsicherung von Hausstationen für Raumwärme).

Wird eine Warmwassererwärmungsanlage einer Unterstation oder einer Anlage für Raumwärme mit Vorlauftemperaturregelung und Temperaturabsicherung nachgeschaltet, so ist gemäss DIN 4747 zur Auslegung der sicherheitstechnischen Ausrüstung zur Temperaturabsicherung der Warmwassererwärmung die primäre Betriebsmitteltemperatur und nicht die maximale primäre Vorlauftemperatur massgebend.

Der Einstellbereich der sicherheitstechnischen Ausrüstung darf die maximal zulässige Temperatur der Gebäudeinstallation um nicht mehr als 10 %, begrenzt auf höchstens 5 K, überschreiten.

Das Stellgerät ist so anzuordnen, dass die Gefahr der Verdampfung oder des Leerlaufens der Hauszentrale bzw. der Gebäudeinstallation vermieden wird. Bei Warmwassererwärmungsanlagen soll das Stellgerät im Vorlauf angebracht sein.

Um die Temperatur möglichst schnell und unverfälscht zu messen, sollen die Temperatursensoren für den Regel-, Wächter- und Begrenzungsimpuls

bei direktem Anschluss so installiert werden, dass die Mischtemperatur sicher erfasst werden kann.

Bei indirektem Anschluss sollen die Temperaturmessfühler möglichst im oder dicht am Wärmeübertrager angeordnet sein.

4.9 Absperrarmaturen

Die primärseitigen Absperrarmaturen werden vom Wärmeversorger geliefert und befinden sich in dessen Eigentum. Die Absperrarmaturen werden in der Regel durch Schweissen, Löten oder Schrauben (Flansch) an die Fernwärmerohre angeschlossen. Bei der Herstellung der Schweiss- oder Lötverbindungen ist darauf zu achten, dass keine Schäden an der Armatur auftreten (Dichtung etc.).

Absperrarmaturen an der Übergabestation haben grundsätzlich den Anforderungen der TAV zu entsprechen. Neben den oben erwähnten Verbindungstechniken, kommen bei Übergabestationen auch verpresste oder geschraubte (flachdichtende) Armaturen zum Einsatz.

Die Absperrarmaturen müssen leicht zugänglich und deutlich gekennzeichnet sein.

Bei Inbetriebnahme- oder Reparaturarbeiten sind Absperrarmaturen mit Handbetätigungshebel so zu sichern, dass die Armatur nicht versehentlich geöffnet werden kann, wenn eine Person oder ein Gegenstand dagegen fällt. Die Armatur sollte wenn möglich durch Bewegen des Hebels nach oben geöffnet werden.

4.10 Entleerung und Entlüftung

Bei Montage, Inbetriebnahme oder Reparaturarbeiten von Übergabestationen müssen die Leitungen entleert bzw. entlüftet werden können.

Als Entleerungs- und Entlüftungsarmaturen werden in der Regel Ventile oder Hähne eingesetzt, welche sich zwischen zwei Absperrarmaturen befinden. Detaillierte Ausführungen sind im Planungshandbuch Fernwärme zu finden ([1] Seite 75ff).

Die Entleerung befindet sich im Rücklauf (unten) vor der Absperrarmatur des Hausaustrittes und dient gleichzeitig auch zur Befüllung. Es empfiehlt sich, die Entleerungen mit genormten Schlauchanschlüssen zu versehen. Entleerungsstellen sollten als Schlammfang ausgebildet sein. Bei Entleerungen in Abwasserkanäle beträgt die maximal zulässige Einleittemperatur 35 °C. Deren Einhaltung ist durch Beimischen von kaltem Wasser zu erreichen. Während des Betriebs sind die Entleerungen

durch Blindflansche, Stopfen oder Kappen zu sichern.

Die Entlüftung befindet sich im Vorlauf (oben) nach der Absperrarmatur des Hauseintrittes. Beim Füllen und Entleeren der Leitungen muss Luft entweichen bzw. einströmen können. Dazu sind Entlüftungen an der höchsten Stelle anzubringen.

4.11 Schmutzfänger

In Leitungen mit fließenden Medien können sich Verunreinigungen bilden bzw. hineingelangen. Diese können Anlagenkomponenten verschmutzen oder im schlimmsten Fall sogar verstopfen. Der Einsatz von Schmutzfängern ist daher bei Übergabestationen vorzusehen.

Schmutzfänger sollten im primärseitigen Vorlauf nach der Absperrarmatur und im sekundärseitigen Rücklauf vor dem Eintritt in den Wärmeübertrager eingebaut werden. Es werden grossflächige Schmutzfänger mit Tragfilter und optional Feinfilter mit folgenden Eigenschaften eingesetzt:

- Tragfilter: lichte Maschenweite 0.8 mm (in der Regel ausreichend)
- Feinfilter: lichte Maschenweite 0.25 mm (optional)

Die Reinigung der Filter muss möglich sein, ohne die Armatur zu demontieren. Der Schmutzfänger muss so positioniert werden, dass möglichst keine Gefahr von Wasserschäden an elektronischen Geräten während der Reinigung auftritt.

4.12 Temperatur- und Druckanzeigen

Die Temperatur- und Druckanzeigen dienen zur Ablesung im Betrieb sowie bei Inbetriebnahme und Reparaturarbeiten zur korrekten Befüllung der Übergabestation.

Die Temperatur kann direkt an Thermometern oder mit Hilfe von Sensoren, die an Steuer- und/oder Überwachungseinrichtungen angeschlossen sind, abgelesen werden. Die Anzeige- und Messbereiche müssen mindestens die maximale Temperaturschwankung abdecken.

4.13 Werkstoffe und Verbindungstechniken

Die Auswahl der Werkstoffe für die primärseitigen Bauelemente ist nach DIN 4747 [25] vorzunehmen.

Die verwendeten Verbindungselemente und Dichtungen müssen für die Betriebsbedingungen bezüglich Druck, Temperatur und Wärmeträgermedium geeignet sein (flachdichtend). Nicht vorzusehen sind automatische Entlüftungen, Gummikompensatoren, konische Verbindungen und Hanf als Dichtungsmittel.

Die Rohrleitungen und Formstücke sind mit einem temperaturbeständigen Korrosionsschutzanstrich zu versehen.

Weiterführende Anforderungen und Abweichungen zur DIN 4747 sind in den Technischen Anschlussvorschriften aufzuführen.

4.14 Wärmedämmung

Neue oder im Rahmen eines Umbaus neu erstellte Installationen inklusive Armaturen und Pumpen sind durchgehend gegen Wärmeverluste zu dämmen.

Für die minimalen Dämmstärken ausserhalb der thermischen Gebäudehülle sind die kantonalen Vorschriften zu beachten. Die Kantone richten sich dabei nach den Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich MuKE n [46], welche in der Vollzugshilfe EN-103 zu Heizung und Warmwasser [47] beschrieben sind. Innerhalb der thermischen Gebäudehülle sind die Empfehlungen von Suisselec zu beachten ([48] Seite 8 ff)

Die Montage und Demontage des Wärmezählers und der zugehörigen Fühler muss ohne Verletzung der Wärmedämmung erfolgen können.

Die Wärmedämmung muss alterungsbeständig sein und darf im nassen Zustand keine korrodierende Wirkung auf die Anlageteile ausüben. Sie muss bei Betriebstemperatur chemisch stabil und masshaltig sein.

Vor- und Rücklaufleitungen sind grundsätzlich getrennt und dehnungskonform zu dämmen. Die Wärmedehnung der Rohre darf die Wärmedämmung nicht beeinträchtigen. Wärmedämmungen sind sattgestossen und fugenversetzt anzubringen. Die Längs- und Stossfugen sind vollständig mit einem geeigneten Dichtstoff zu schliessen.

4.15 Potentialausgleich

Niederspannungselemente wie z. B. das Bussystem sollten mit einem Überspannungsschutz ausgerüstet werden. Es sind die geltenden Vorschriften zu beachten.

5 Minimalanforderungen für Fernwärme-Übergabestationen

5.1 Allgemein

Eine Fernwärme-Übergabestation sollte bedienungs-, service- und wartungsfreundlich aufgebaut und gemäss den Technischen Anschlussvorschriften des Wärmelieferanten ausgeführt sein sowie den einschlägigen Normen und Richtlinien entsprechen.

In diesem Kapitel werden die Minimalanforderungen an eine indirekte Fernwärme-Übergabestation beschrieben. Dazu werden die Ausrüstungskomponenten klar definiert sowie der Druckverlust und die maximale Strömungsgeschwindigkeit in der Übergabestation und die Anforderungen an die Dokumentation beschrieben. Abschliessend werden Richtpreise für eine Fernwärme-Übergabestation ab 10 kW bis 200 kW dargestellt, welche die Minimalanforderungen erfüllen.

Direkte Fernwärme-Übergabestation kommen seltener zum Einsatz und nur da, wo es die besonderen Gegebenheiten zulassen (siehe auch Kapitel 2.2.1).

5.2 Ausrüstung

Die folgenden Komponenten sind bei einer Fernwärme-Übergabestation als minimale Ausrüstung vorzusehen (Bild 5.1):

- 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 Entleerung im Rücklauf (unten)
- 5 Schmutzfänger im Vorlauf vor dem Wärmeübertrager (primärseitig) sowie Schmutzfänger 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
 - Temperaturfühler im Vorlauf sekundärseitig
 - Temperaturfühler im Rücklauf primärseitig
 - Temperaturfühler für Aussentemperatur (wenn witterungsgeführt)
 - Verbindung zum Kombiventil
- 12 Aussentemperaturfühler.

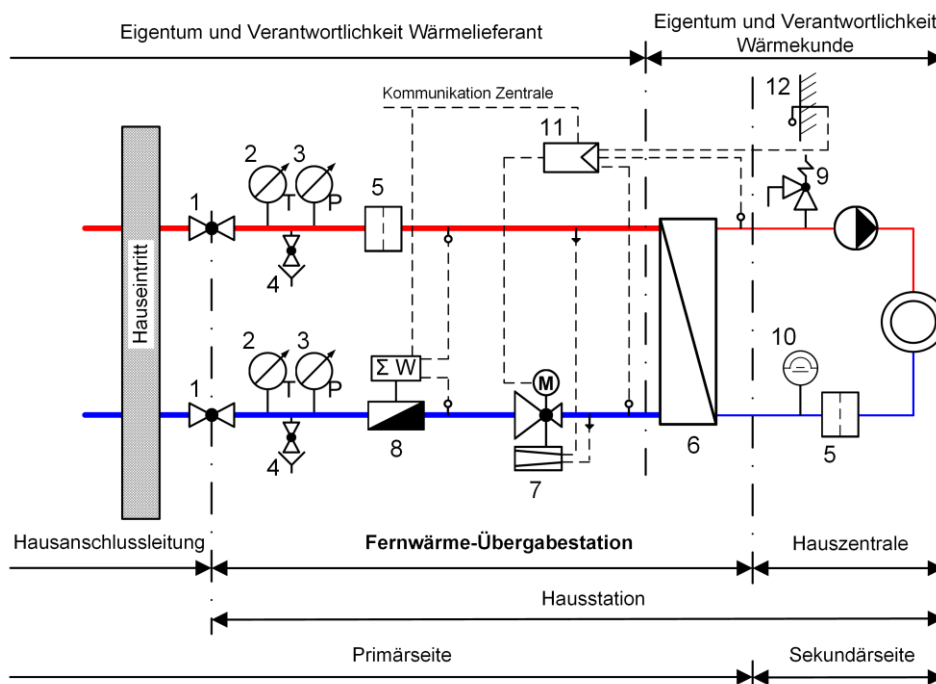


Bild 5.1 Minimalanforderung Fernwärme-Übergabestation.

5.3 Druckverlust Übergabestation

Der Druckverlust der Übergabestation setzt sich aus Druckverlusten folgender Komponenten ab der Absperrarmatur im Vorlauf bis zur Absperrarmatur im Rücklauf zusammen: Schmutzfänger, Wärmeübertrager, Kombiventil, Wärmezähler, Leitungen, Bögen und Armaturen.

Der Druckverlust einer Übergabestation liegt im Bereich zwischen 50 kPa bis 100 kPa (0.5 bar bis 1.0 bar) und ist in der Tabelle 5.1 in Abhängigkeit der einzelnen Komponenten aufgeführt.

Tabelle 5.1 Zusammensetzung des Druckverlustes einer Fernwärme-Übergabestation

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

5.4 Maximale Strömungsgeschwindigkeit

Um störende Geräusche zu vermeiden sowie die Funktion und Langlebigkeit zu gewährleisten, sind in Hausanschlussleitungen und Übergabestationen maximale Strömungsgeschwindigkeiten nach Tabelle 5.2 zu berücksichtigen.

Tabelle 5.2 Maximale Strömungsgeschwindigkeiten in Hausanschlussleitungen und Übergabestationen

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

5.5 Dokumentation

Um einen sicheren Betrieb und Unterhalt der Übergabestation zu gewährleisten, ist eine vollständige Dokumentation zu verfassen und mit Aktualisierungen zu unterhalten. Nach [19] wird für die Dokumentation ein Aufbau in fünf Teilen empfohlen mit Allgemeinem Teil, Montageanleitung, Bedienungsanleitung, Wartungsanleitung und sonstigen Unterlagen und folgenden Inhalten ([19]Seite 15ff):

Allgemeiner Teil:

- Firmenname und vollständige Anschrift des Herstellers sowie Kontaktperson
- Bezeichnung der Hausstation entsprechend der Angabe auf der Hausstation selbst (analog zum Typenschild) inkl. Seriennummer.

Montageanleitung:

- Masszeichnung mit Angabe der Aussen-, Montage- und Anschlussmasse
- Gewicht
- Befestigungsmittel
- Stückliste verwendeter Bauteile
- Prinzipschema Hydraulik
- Schaltschema Elektrik (Verdrahtungspläne, ggf. Schaltschrankpläne)
- Montage- und Inbetriebnahme-Ablauf
- Erforderliche Funktionsprüfung
- Warnhinweise und Verbote.

Bedienungsanleitung:

- Eine allgemeine Beschreibung der Hausstation mit Funktionsbeschreibung
- Erforderliche und zulässige Umgebungsbedingungen
- Datenblatt mit Angaben über den zulässigen Leistungsbereich, zulässige Medien, maximal zulässige Drücke und maximal zulässige Temperaturen
- Betriebsbedingungen
- Beschreibung bestimmungsgemässer Verwendung
- Verhalten bei Störungen, Defekten und Havarien
- Warnhinweise und Verbote
- Angabe zu Restrisiken.

Wartungsanleitung:

- Angaben zu Sicht- und Funktionsprüfung
- Beschreibung der erforderlichen Wartungsarbeiten

- Liste der Verschleissteile
- Anleitung zum Öffnen und Schliessen von Besichtigungsöffnungen.

Sonstige Unterlagen:

- Teilezeichnungen der eingesetzten Komponenten für die Ersatzteilhaltung
- CE-Konformitätserklärungen inkl. Gefahrenanalyse der Komponenten
- Konformitätserklärung der Baugruppe
- Nachweise und Ergebnisse der werksinternen und externen Prüfungen (Kopien):
 - Qualitätskontrolle
 - Druckprüfprotokoll
 - Elektrische Prüfung
 - Schweissarbeiten
 - Wärmedämmung
 - Abnahmeprotokolle
 - Durchflussmessung
 - Inbetriebnahmeprotokoll
- Angaben zu den Werkstoffen (ggf. Materialzeugnisse z. B. Rohre und Flansche)
- Angewendete Vorschriften, Gesetze, Normen.

Es muss sichergestellt werden, dass die Dokumentation an Veränderungen der technischen Anlagen im Rahmen des Unterhalts (Austausch von Baugruppen oder Anlagenteilen) sowie wiederkehrenden Prüfungen (z. B. Eichung der Wärmezähler) angepasst und aktuell gehalten wird. Das ist Aufgabe bzw. Verantwortung des Wärmelieferanten.

Die Dokumentation ist zugänglich zu halten und der Inhalt ist an speziellen Schulungen an das Betriebspersonal etc. zu vermitteln. Neben der Dokumentation in schriftlicher Form ist auch der Kennzeichnung der Anlagenteile Sorge zu tragen. Die angebrachte Anlagenkennzeichnung sollte der Bezeichnung in der Dokumentation entsprechen.

5.6 Richtpreise

Für die Minimalanforderungen an eine Fernwärme-Übergabestation sind für Anschlussleistungen von 10 kW, 25 kW, 50 kW, 100 kW und 200 kW die Investitionskosten von folgenden Firmen erhoben worden (Stand März 2020): Fahrer AG, Hoval AG, isoplus (Schweiz) AG, PEWO Energietechnik Schweiz GmbH und SYSBO AG.

Die Investitionskosten setzen sich folgendermassen zusammen:

- Komponenten gemäss Kapitel 5.2 (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.

Neben der definierten Minimalanforderung an die Ausrüstung gemäss Kapitel 5.2 entsprechen die Anforderungen den technischen Anschlussbedingungen aus dem Fallbeispiel gemäss Kapitel 8 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: 5 bar.

Wesentliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Fabrikaten betreffen die Ausführung (Wandmontage im Kasten oder offen auf Gestell) sowie die Ausführung und Anwendungs- und Bedienungsmöglichkeiten einzelner Komponenten (Regler, Aussentemperaturfühler etc.).

Die angegebenen Investitionskosten (Tabelle 5.3) sind Richtpreise (Bruttopreise) für eine erste Abschätzung, während effektive Kosten je nach Situation und Anforderung abweichen können.

Bild 5.2 zeigt die Investitionskosten in Abhängigkeit der Anschlussleistung, wobei Minimal- und Maximalwerte sowie der Mittelwert der erhobenen Daten eingetragen sind. Bild 5.3 zeigt die spezifischen Investitionskosten in Abhängigkeit der Anschlussleistung. In dieser Darstellung ist der Skaleneffekt (economies-of-scale) erkennbar.

Tabelle 5.3 Investitionskosten (Richtpreise) absolut und spezifisch dargestellt für eine Standard-Übergabestation nach Minimalanforderung als Minimal-, Maximal- und Mittelwert aus Angaben von fünf Herstellern und Lieferanten.

Kosten	Anschlussleistung in kW	Minimalwert	Maximalwert	Mittelwert
Investitionskosten in CHF	10	3'900	6'700	4'881
	25	4'000	6'900	5'065
	50	4'150	7'900	5'528
	100	4'700	13'000	7'690
	200	9'852	19'500	12'433
Spezifische Investitionskosten in CHF/kW	10	390	670	488
	25	160	276	203
	50	83	158	111
	100	47	130	77
	200	49	98	62

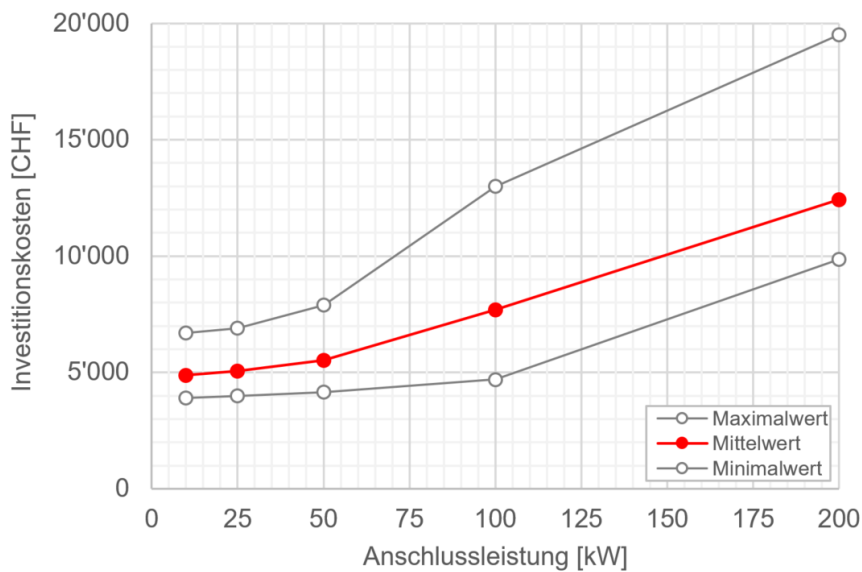


Bild 5.2 Investitionskosten in Abhängigkeit der Anschlussleistung für eine Fernwärme-Übergabestation.

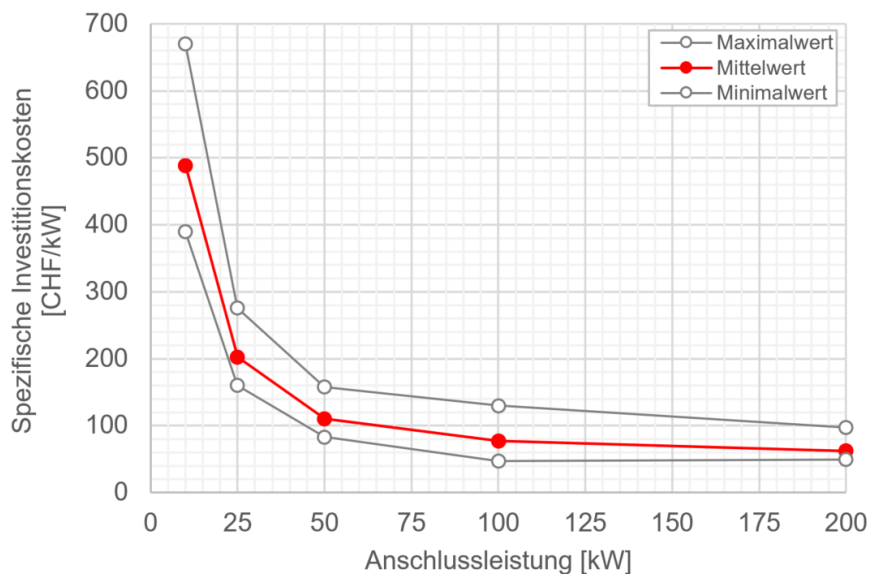


Bild 5.3 Spezifische Investitionskosten in Abhängigkeit der Anschlussleistung für eine Fernwärme-Übergabestation.

6 Projektablauf

Planung und Betrieb eines Fernwärmenetzes richten sich grundsätzlich nach dem im Planungshandbuch Fernwärme empfohlenen Ablauf ([1], Seite 102ff). Dabei wird zwischen der Planungs- und der Betriebsphase unterschieden.

Die Arbeitsschritte zur Planung und dem Betrieb von Fernwärme-Übergabestationen werden in den folgenden Kapiteln 6.1 und 6.2 beschrieben. Die einzelnen Arbeitsschritte werden vielfach nicht von einer einzelnen Person oder einem einzelnen Unternehmen durchgeführt. Daher sind eine fortlaufende Dokumentation und gute Kommunikation sicher zu stellen.

6.1 Planungsphase

1. Ist-Analyse Wärmeabnehmer: Erfassen des Wärme- und Leistungsbedarfs sowie der Wärmeinbindung bei den Wärmeabnehmern. Das Vorgehen ist in Kapitel 2.3 beschrieben.
2. Technische Anschlussvorschriften (TAV) festlegen wie in Kapitel 2.4 beschrieben.
3. Hydraulikschemas und Ausschreibungsunterlagen erstellen: In den Ausschreibungsunterlagen sind unter anderem folgende Inhalte zu definieren (vgl. auch [19]):
 - Temperatur- und Druckanforderungen gemäss TAV
 - Anschlussleistung
 - Art der Warmwassererwärmung
 - Anforderungen an die Konstruktion
 - Aufbau (Lage der Anschlüsse, Masse zur Einbringung, Einbringungsweg, örtliche Gegebenheiten)
 - Armaturen, Mess- und Regelgeräte
 - Werkstoffe und Verbindungselemente
 - Korrosionsschutz
 - Wärmedämmung
 - Elektrischer Anschluss
 - Potenzialausgleich
 - Geräuschentkopplung
 - Schaltschrank
 - Verkabelung
 - Elektrische Regelungen (Stellantriebe und Umwälzpumpen)
 - Temperaturfühler- und Kommunikationsanschlüsse
 - Lieferbedingungen
 - Inbetriebnahme und Schulung
 - Dokumentation

4. Submissionsphase
 - a. Offerten einholen
 - b. Offerten prüfen und vergleichen (eine Bewertungstabelle für Fernwärme-Übergabestationen ist im Anhang Kapitel 8 zu finden)
 - c. Vergabe zur Ausführung
5. Einbau und Inbetriebnahme:
 - Ausführung und Montage (Materialkontrolle, Vollständigkeit, Abweichung von der Planung)
 - Prüfen der Wasserqualität (Primär- und Sekundärseite)
 - Inbetriebnahme der Anlage
 - Funktionskontrolle der Anlagenteile und Systeme
 - Mängel und Funktionsstörungen beheben
 - Protokoll über den Verlauf und Ergebnis der Inbetriebnahme und Funktionskontrollen erstellen (von allen Beteiligten zu unterschreiben)
 - Aufgetretene Mängel sind bis zur Abnahme zu beheben.
6. Abnahme und Schulung
 - Abnahme anhand des Pflichtenhefts
 - Auf offensichtliche Mängel prüfen und sofort festhalten
 - Nachweis über die Durchführung des hydraulischen Abgleichs auf der Sekundärseite ist vom Planer oder Ausführenden vorzulegen.
 - Dokumentation überprüfen und evtl. Nachführen lassen (siehe auch Kapitel 5.5)
 - Abnahmeprotokoll erstellen (von allen Beteiligten zu unterschreiben)
 - Schulung der Mitarbeitenden und Wärmeabnehmer durchführen (evtl. bereits während der Inbetriebnahme erfolgt).

6.2 Betriebsphase

Die Betriebsphase ist entgegen der Planungsphase als fortlaufender Prozess zu betrachten und startet nach der Abnahme durch den Wärmeabnehmer, Bauherr, Betreiber und/oder deren Vertreter. Folgende Punkte sind bei Fernwärme-Übergabestationen besonders zu beachten:

1. Nachregulierung und Optimierung: Die Nachregulierung bzw. Optimierung der Übergabestation erfolgte am Anfang, während der Heizperiode und wenn möglich periodisch oder permanent über die Auswertung der wichtigsten Parameter z. B. über ein übergeordnetes Leitsystem.
 - Soll-Ist-Vergleich mit Referenzwerten (evtl. Einstellen von Sollwerten und Regelparametern wie Temperatur, Druck etc.)
 - Feststellen und Interpretieren von Abweichungen (Fehler- und Schadensdiagnose)
 - Ermittlung von Optimierungspotenzialen.
2. Service und Unterhalt:
 - Eichpflicht der Wärmezähler umsetzen
 - Periodische Kontrollen
 - Sicherheitseinrichtungen
 - Wasserqualität
 - Entschlammung
 - Funktion Entgaser
 - Leckage
3. Fakturierung der bezogenen Wärmemenge.

Anhang

7 Fragebogen Fernwärmeanschluss

Der Fragebogen ist auf den folgenden drei Seiten zu finden.

Eine Word-Vorlage steht auf der Webseite von QM Fernwärme als Download zur Verfügung ([Fragebogen](#)).

Fragebogen Fernwärmeanschluss

Kontaktdaten Eigentümer Verwaltung _____

Name _____

Vorname _____

Strasse _____ Hausnummer _____

Adresszusatz _____

PLZ, Ort _____

E-Mail _____ Tel. _____

Objektdaten Strasse _____ Hausnummer _____

Adresszusatz, PLZ, Ort _____

Gebäudetyp EFH Beschreibung (freistehend, angebaut, Reihenhaushaus etc.) _____

MFH Geschäftshaus Anzahl Stockwerke _____

Wohn- und Geschäftshaus Anzahl Wohnungen _____

mehrere Gebäude mit einer Übergabestation Anzahl Gebäude _____

Industriebetrieb mit Prozesswärme Beschreibung _____

_____ Beschreibung _____

Nutzungsart Wohnen Anzahl Personen _____

Geschäftlich Flächenanteil Wohnen _____ %

_____ Beschreibung der Nutzung _____

Baujahr _____

Energiebezugsfläche _____ m² EBF; falls nicht bekannt Wohnfläche angeben _____ m²

Wärmeerzeugung (bestehend) Kesseltyp _____ Jahrgang _____

Kesselleistung _____ kW (Gesamt, gemäss Typenschild auf dem Kessel)

mehr als ein Wärmeerzeuger Nein Ja Beschreibung _____

Betriebs- und Prüfdruck _____ bar (Angaben auf Schildern wie Kessel, Ausdehnungsgefäss, Wassererwärmer)

Bemerkungen _____

Energiebedarf (bestehende Anlage) Energiebedarf der letzten drei Jahre für Wärme (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme)

Energieträger	Einheit	Heizperiode		
		1	2	3
Heizöl	l/a			
Erdgas	m ³ /a			
Holzpellets	t/a			
Holz hackschnitzel	Srm/a			
Stückholz	Ster/a			
Strom für Warmwasser	kWh/a			

Art der Erhebung:

Genau (z. B. Lieferscheine)

Schätzung

exkl. Warmwasser

inkl. Warmwasser

Anteil WW _____ %

Bemerkungen _____

Energiebedarf für Kälte Nein Ja Leistungsbedarf _____

Beschreibung _____

Fragebogen Fernwärmeanschluss

Heizung/Lüftung

		Heizkreis 1	Heizkreis 2	Heizkreis 3	Heizkreis 4	Heizkreis 5
Gruppenname						
Heizungsart	<input type="checkbox"/> Heizkörper <input type="checkbox"/> FBH <input type="checkbox"/> Lufterhitzer <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Heizkörper <input type="checkbox"/> FBH <input type="checkbox"/> Lufterhitzer <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Heizkörper <input type="checkbox"/> FBH <input type="checkbox"/> Lufterhitzer <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Heizkörper <input type="checkbox"/> FBH <input type="checkbox"/> Lufterhitzer <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Heizkörper <input type="checkbox"/> FBH <input type="checkbox"/> Lufterhitzer <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Heizkörper <input type="checkbox"/> FBH <input type="checkbox"/> Lufterhitzer <input type="checkbox"/>
Lüftung	<input type="checkbox"/> mit WRG <input type="checkbox"/> ohne WRG	<input type="checkbox"/> mit WRG <input type="checkbox"/> ohne WRG	<input type="checkbox"/> mit WRG <input type="checkbox"/> ohne WRG	<input type="checkbox"/> mit WRG <input type="checkbox"/> ohne WRG	<input type="checkbox"/> mit WRG <input type="checkbox"/> ohne WRG	<input type="checkbox"/> mit WRG <input type="checkbox"/> ohne WRG
Leistung kW						
Vorlauf °C (bei minus 10 °C, Heizkurve Regler)						
Rücklauf °C						
Grundschtaltung	<input type="checkbox"/> Beimisch <input type="checkbox"/> Einspritz <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Beimisch <input type="checkbox"/> Einspritz <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Beimisch <input type="checkbox"/> Einspritz <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Beimisch <input type="checkbox"/> Einspritz <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Beimisch <input type="checkbox"/> Einspritz <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Beimisch <input type="checkbox"/> Einspritz <input type="checkbox"/>
Druckverlust variable Strecke in kPa (falls bekannt)						
Regelung	<input type="checkbox"/> gleitend <input type="checkbox"/> konstant	<input type="checkbox"/> gleitend <input type="checkbox"/> konstant	<input type="checkbox"/> gleitend <input type="checkbox"/> konstant	<input type="checkbox"/> gleitend <input type="checkbox"/> konstant	<input type="checkbox"/> gleitend <input type="checkbox"/> konstant	<input type="checkbox"/> gleitend <input type="checkbox"/> konstant
Wärmezähler	<input type="checkbox"/> WZ <input type="checkbox"/> Passstück <input type="checkbox"/> ohne	<input type="checkbox"/> WZ <input type="checkbox"/> Passstück <input type="checkbox"/> ohne	<input type="checkbox"/> WZ <input type="checkbox"/> Passstück <input type="checkbox"/> ohne	<input type="checkbox"/> WZ <input type="checkbox"/> Passstück <input type="checkbox"/> ohne	<input type="checkbox"/> WZ <input type="checkbox"/> Passstück <input type="checkbox"/> ohne	<input type="checkbox"/> WZ <input type="checkbox"/> Passstück <input type="checkbox"/> ohne
Bemerkungen (Materialien installiert: Verteilungen, Heizkörper, Fussbodenheizungsrohre; Installationsdatum)						

Warmwasser

		Warmwasser 1	Warmwasser 2
Betrieb	<input type="checkbox"/> Ganzjährig <input type="checkbox"/> Heizperiode	<input type="checkbox"/> Ganzjährig <input type="checkbox"/> Heizperiode	<input type="checkbox"/> Ganzjährig <input type="checkbox"/> Heizperiode
Typ	<input type="checkbox"/> Durchflusssystem <input type="checkbox"/> Speicherwassererwärmer (mit innenliegendem Heizregister) <input type="checkbox"/> Warmwasserspeicher (mit externem Wärmeübertrager)	<input type="checkbox"/> Durchflusssystem <input type="checkbox"/> Speicherwassererwärmer (mit innenliegendem Heizregister) <input type="checkbox"/> Warmwasserspeicher (mit externem Wärmeübertrager)	<input type="checkbox"/> Durchflusssystem <input type="checkbox"/> Speicherwassererwärmer (mit innenliegendem Heizregister) <input type="checkbox"/> Warmwasserspeicher (mit externem Wärmeübertrager)
Elektroersatz gewünscht/vorhanden	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Heizband vorhanden	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Zirkulation vorhanden	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Vorrangschaltung für Warmwassererwärmung	<input type="checkbox"/> Ohne <input type="checkbox"/> Absolut <input type="checkbox"/> Reduziert	<input type="checkbox"/> Ohne <input type="checkbox"/> Absolut <input type="checkbox"/> Reduziert	<input type="checkbox"/> Ohne <input type="checkbox"/> Absolut <input type="checkbox"/> Reduziert
Warmwasserbedarf pro Tag in Liter			
Heizleistung Warmwasser in kW			
Vorlauf °C			
Rücklauf (Zirkulation) °C			
Speichervolumen in Liter			
Bemerkungen (Materialien installiert: Wassererwärmer, Leitungen; Installationsdatum)			

Fragebogen Fernwärmeanschluss

Sanierung Energierelevante Sanierungsabsichten, welche im Abschnitt Energiebedarf nicht berücksichtigt sind.

	In Planung realisiert im Jahr 20XX	Einfluss auf Energiebedarf (Reduktion in kWh/a)
<input type="checkbox"/> Fenster	_____	_____
<input type="checkbox"/> Dämmung Aussenwand	_____	_____
<input type="checkbox"/> Dämmung Dach	_____	_____
<input type="checkbox"/> Solaranlage zur Warmwassererwärmung	_____	_____
<input type="checkbox"/> Solaranlage zur Warmwassererwärmung und Heizungsunterstützung	_____	_____
<input type="checkbox"/> _____	_____	_____
<input type="checkbox"/> _____	_____	_____
Bemerkungen	_____	

Folgende Abschnitte sind von einem Spezialisten auszufüllen (Planer, Mitarbeiter Wärmelieferant, Hersteller/Lieferant Übergabestation etc.)

Übergabestation indirekt (mit Wärmeübertrager) direkt (ohne hydraulische Trennung)

Primärseite		Wärmezähler	
Leistung Wärmeübertrager	EffektivkW AbonniertkW	Hersteller/Typ	
Nenndruckstufe	<input type="checkbox"/> PN10 <input type="checkbox"/> PN16 <input type="checkbox"/> PN25	Passtück Länge mm	
Vorlauftemperatur Winter °C		Betrieb	<input type="checkbox"/> Batterie <input type="checkbox"/> Netzanschluss
Vorlauftemperatur Sommer °C		Kommunikation	<input type="checkbox"/> M-Bus <input type="checkbox"/> Wireless M-Bus <input type="checkbox"/>
Rücklauftemperatur Heizbetrieb °C			
Differenzdruck kPa			

Bemerkungen _____

Hausanschlussraum

- Raumgrösse Breitecm; Längecm; Höhecm
- Minimale Einbringmasse Breitecm; Höhecm; Spezielles
- Maximale Bodenbelastung _____ kg/m²
- Lage EG UG
- Zutritt offen Schlüssel
- Beleuchtung Ja Nein
- Stromanschluss Nein Ja; SpannungVolt; AbsicherungA; Steckertyp
- Abfluss im Hausanschlussraum Ja Nein

Anschlusszeitpunkt sofort mittelfristig (bis fünf Jahre) langfristig bis zehn Jahre

Möglicher Anschlusszeitpunkt _____ (Jahr angeben)

Beilagen

- Lageplan möglicher Standort Hausanschlussraum und Eintritt Leitungen
- _____
- _____
- _____

8 Bewertungstabelle für Fernwärme-Übergabestationen

Die Bewertungstabelle für Fernwärme-Übergabestationen dient für den Vergleich offerierter Leistungen von verschiedenen Anbietern.

Die Bewertungstabelle steht als Excel-Vorlage auf der Webseite von QM Fernwärme als Download zur Verfügung ([Bewertungstabelle](#)) und kann nach eigenen Bedürfnissen angepasst werden.

Bewertung von offerierten Leistungen einer Fernwärme-Übergabestation

Leistungsumfang	Bewertungskriterien	Gewichtung	Offerte A		Offerte B		Bemerkungen
			Note	Wert	Note	Wert	
Technische	Wird der erforderliche Leistungsbedarf erfüllt.	1		0		0	Abonnierte Anschlussleistung
	Wird die Warmwassererwärmung gemäss Vorgaben umgesetzt.	2		0		0	Leistung, Grädigkeit Wärmeübertrager für WW, Art der Vorrangschaltung
	Wurden die für die Auslegung wesentlichen Temperaturanforderungen berücksichtigt.	3		0		0	maximale Betriebstemperatur für die konstruktive Auslegung, Vor- und Rücklauftemperaturen Netzbetrieb
	Wurde die für die Auslegung erforderliche Nenndruckstufe gemäss Vorgaben berücksichtigt.	2		0		0	
	Entspricht der Druckabfall über die Übergabestation den Vorgaben.	2		0		0	
	Ist das Regelventil auf den maximalen Differenzdruck im Netz gemäss Vorgaben ausgelegt.	3		0		0	Schliessdruck Regelventil
Ausüstungsvorgaben	Werden alle erforderlichen Komponenten gemäss Vorgabe offeriert.	2		0		0	Messprinzip Wärmezähler, Hersteller-Lieferant Regler
	Entsprechen die offerierten Komponenten den Vorgaben und Qualitätsansprüchen.	3		0		0	Grädigkeit Wärmeübertrager, Ventilautorität oder Kombiventil
	Entspricht die Materialwahl den Vorgaben.	2		0		0	Berücksichtigung der Wasserqualität
	Entsprechen die Verbindungstechniken den Vorgaben.	2		0		0	
	Ausführung	1		0		0	Geschlossener Kasten, Wandmontage, Aufbau auf Rahmen, Einbringung, Gewicht
	Werden die Komponenten und Leitungen in der Übergabestation wärmegeämmt.	2		0		0	Dämmstärke, Montage und Demontage bei Komponenten
	Sind die Rohrleitungen mit einem temperaturbeständigen Schutzanstrich versehen.	2		0		0	
	Ist ein Prinzipschema vorhanden.	3		0		0	
Betriebliche Vorgaben	Entspricht die Anordnung der Komponenten und Anschlüsse den Vorgaben.	2		0		0	Lage der Anschlüsse, Bedienungs- und Wartungsfreundlichkeit
	Ist eine vollständige Stückliste aller Komponenten vorhanden.	1		0		0	Ersatz, Reparatur etc.
	Werden alle erforderlichen Normen sowie Vorgaben des Betreibers der Anlage erfüllt.	2		0		0	
	Ist die Fernwärme-Übergabestation zertifiziert.	1		0		0	z.B. Eco-Efficient Substation
	Enthält die Offerte die Montage und Inbetriebnahme der Anlage.	1		0		0	
	Wird die Übergabestation vorgängig und auf korrekte Funktion aller Komponenten geprüft.	2		0		0	
Wird die Anlage mit Konformitäts- und Prüfprotokollen ausgeliefert.	1		0		0	Druckprüfprotokoll, Protokoll der elektrischen Prüfung, Materialzeugnisse	

Bewertungstotal	Offerte A	Offerte B
	0	0

Bewertung = Benotung x Gewichtung

Gewichtung	Note
1 schwach	1 nicht erfüllt
2 mittel	2 teilweise erfüllt
3 stark	3 erfüllt
	4 höhere Qualität als ausgeschrieben

Bild 8.1 Bewertungstabelle für Fernwärme-Übergabestationen (Vorlage-Version).

9 Fallbeispiel

Für den Anschluss an ein Fernwärmenetz sind grundsätzlich alle erdenklichen Kunden mit Wärmebedarf denkbar. Grundsätzlich muss entschieden werden, ob der potenzielle Wärmeabnehmer für den Fernwärme-Anschluss geeignet ist. Die Installationen der Sekundärseite müssen grundlegende Anforderungen für einen Fernwärmeanschluss erfüllen. Die Anforderungen an die Sekundärseite sind im Kapitel 2.2.7 aufgelistet.

Danach gilt es, den Energie- und Leistungsbedarf des Kunden zu plausibilisieren, um daraus die Auslegung der Übergabestation abzuleiten. Wichtige Beurteilungskriterien sind der Gebäudestandard, die Nutzungsart, saisonale oder andere zeitliche Lastschwankungen etc. Dies ist im Kapitel 2.3 beschrieben.

Bei Interesse für einen Fernwärme-Anschluss hat sich ein Fragebogen als nützlich erwiesen. Dieser kann von einem potenziellen Wärmeabnehmer, dem Installateur, der Planerin oder Mitarbeitenden des Fernwärme-Unternehmens ausgefüllt werden. Mit dem Fragebogen lassen sich die wichtigsten Eckdaten erfassen. Eine Begehung vor Ort durch eine Planerin oder den Wärmelieferanten ist zu empfehlen. Damit lassen sich die Angaben im Fragebogen verifizieren. Eine Vorlage für den Fragebogen ist im Kapitel 7 zu finden.

9.1 Ausgangslage für Fernwärmeanschluss

Die Ausgangslage des potenziellen Wärmeabnehmer sieht gemäss ausgefülltem Fragebogen wie folgt aus und ist in Bild 9.1 grafisch dargestellt:

- Objektdaten
 - Mehrfamilienhaus mit drei Stockwerken und sechs Wohnungen
 - Baujahr 1975 unsaniert
 - Standort Mittelland 550 m.ü.M.
 - Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasser

- Energiebezugsfläche abgeschätzt 720 m² (sechs Wohnungen à 120 m²)
- Bewohner insgesamt 18 Personen
- Bestehende Wärmeerzeugung:
 - Ölkessel 55 kW
 - Jahrgang 1995
 - Ölverbrauch jährlich ca. 11'000 Liter
- Heizung
 - Doppelverteiler für Heizkreis und Warmwasserladung
 - Ein Heizkreis (Radiatoren ohne Thermostatventile)
 - Temperaturen 70 °C / 50 °C (Fahrweise konstant)
 - Beimischschaltung
- Warmwasser
 - Anschluss sekundärseitig
 - Drosselschaltung
 - Vorrangschaltung absolut
 - Speicherwassererwärmer (mit innenliegendem Heizregister) 500 Liter
 - Warmwasserzirkulation.

9.2 Leistungsermittlung

Die Leistungsermittlung und Plausibilisierung dient dazu, die Auslegeleistung für die Übergabestation und deren Komponenten zu ermitteln. Diese wichtige Angabe kann über verschiedene Pfade erfolgen und wird in den nächsten Abschnitten anhand des Primärenergieverbrauchs und der Energiebezugsfläche exemplarisch für bestehende Gebäude gezeigt. Für Neubauten empfiehlt sich, den Energie- und Leistungsbedarf anhand der SIA 380/1 [13] zu berechnen. Als Abschluss wird die Abschätzung des Volumens des Warmwasserspeichers beschrieben.

Leistung aus Primärenergieverbrauch

Die Leistungsermittlung erfolgt beim Fallbeispiel über den Ölverbrauch, den Gebäudestandard und die Nutzungsart. Aufgrund dieser Angaben kann der Leistungsbedarf über folgende Faustformel ermittelt werden:

$$\frac{\text{Ölverbrauch} \times \text{Heizwert} \times \text{Jahresnutzungsgrad Ölkessel}}{\text{Volllaststunden (Wohnen inkl. Warmwasser)}} = \text{Leistungsbedarf}$$

$$\frac{11'000 \frac{\text{Liter}}{\text{a}} \times 10 \frac{\text{kWh}}{\text{Liter}} \times 0.8}{2400 \frac{\text{h}}{\text{a}}} = 36.6 \text{ kW} \approx 40 \text{ kW}$$

Der Jahresnutzungsgrad des bestehenden Heizkessels muss abgeschätzt werden (im Fallbeispiel 0.8 oder 80 %). Auskunft darüber kann eventuell der Hersteller oder Lieferant geben.

Zur Abschätzung der Volllaststunden bei unterschiedlichen Gebäudestandards und Nutzungsarten gibt es verschiedene Quellen von Kennwerten. Als Beispiel wird hier auf die Tabelle im Anhang 3 vom Leitfaden QMmini von QM Holzheizwerke (siehe Bild 9.2) verwiesen und für das Fallbeispiel angewendet. Die darin erwähnte Heizgrenze stellt ein Merkmal für den Gebäudestandard dar und ist gemäss Tabelle 9.1 zu interpretieren.

Für die Berechnung des Fallbeispiels, wird aus Bild 9.2 eine Volllaststundenzahl von 2'400 h/a abgeschätzt (Mittelland, Wohnen mit Warmwasser, Heizgrenze 15 °C).

Tabelle 9.1 Erfahrungswert Heizgrenze bei Raumtemperatur 20 °C.

Heizgrenze	Beschreibung
15 °C:	Gebäude vor 1980 erstellt oder wärmetechnisch unsaniert.
13 °C:	Gebäude nach 1980 erstellt oder wärmetechnisch saniert. Entspricht jedoch noch nicht einem Niederenergiehaus (z. B. Minergie-Standard).
11 °C:	Gebäude gemäss aktuellen Wärmedämmvorschriften erstellt (auch Minergie-Standards).

Da beim Fallbeispiel eine Vorrangschaltung vorgesehen ist, beträgt der effektive Leistungsbedarf für die Auslegung der Übergabestation etwa 37 kW. Für die Auslegung und für die vertraglich abonnierte Anschlussleistung Leistung ist es sinnvoll und üblich auf 40 kW aufzurunden.

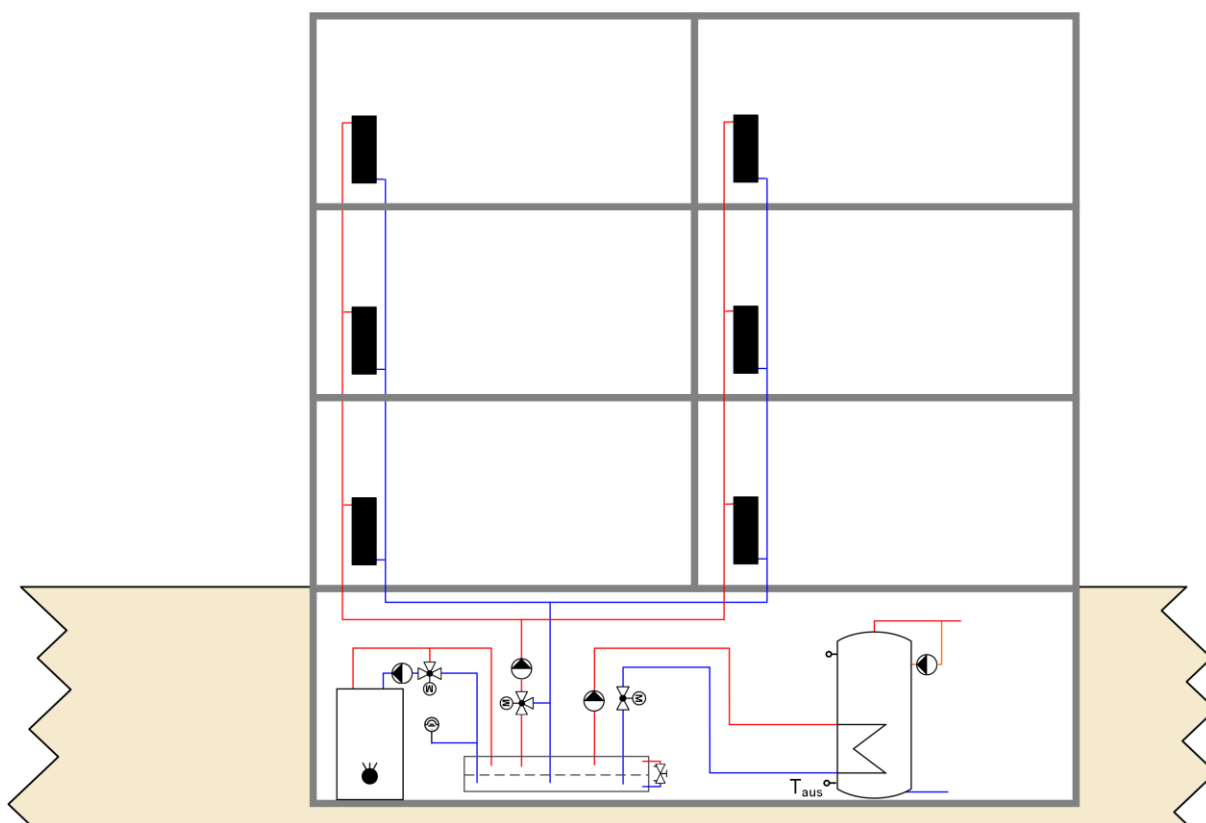


Bild 9.1 Fallbeispiel: Ausgangslage bei Interesse für einen Fernwärmeanschluss.

Leistung aus Energiebezugsfläche

Ist der Energiebedarf oder -verbrauch eines Gebäudes nicht bekannt, kann die Leistungsermittlung auch über die Wohnfläche bzw. die Energiebezugsfläche erfolgen.

Die Energiebezugsfläche (EBF) ist die Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen, die innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und

für die ein Beheizen oder Klimatisieren notwendig ist. Zur Energiebezugsfläche zählen Hauptnutzflächen (Wohnzimmer, Schlafzimmer etc.), Verkehrsflächen (Treppenhaus, Gang), Garderoben und Sanitärräume. Nicht dazu zählen Nebennutzflächen, Fahrzeugverkehrsflächen und Funktionsflächen, auch wenn sie innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und beheizt sind. Dazu gehören auch

Räume für betriebstechnische Anlagen für die Ver- und Entsorgung des Bauwerkes wie z. B. Hausanschlussräume (vgl. [49]).
Für die Ermittlung des Energiebedarfs in kWh/a wird die Energiebezugsfläche in m² mit dem spezifischen Wärmebedarf in kWh/(m² a) multipliziert.

Analog kann auch zur Ermittlung des Leistungsbedarfs in kW vorgegangen werden, indem die Energiebezugsfläche in m² mit dem spezifischen Leistungsbedarf in W/m² multipliziert.

Nutzung	Einheit	Wohnen mit Warmwasser			Wohnen ohne Warmwasser			Schulen ohne Warmwasser		
		15	13	11	15	13	11	15	13	11
Mittelland 350...800 m (Zürich)	h/a	2000...2500	1600...2000	1300... 1700	1800...2200	1200...1800	900...1300	1400...1800	1000...1400	800...1100
	kWh/(m ² a)	80...120	50...80	40...60	60...100	30...60	20...40	60...100	30...60	20...40
	W/m ²	35...55	30...45	25...40	30...50	20...40	20...35	35...60	25...50	25...40
Bergregion 800...1200 m (Engelberg)	h/a	2300...2800	1900...2300	1600... 2000	2100...2600	1500...2100	1200...1600	1700...2200	1300...1700	1000...1400
	kWh/(m ² a)	95...140	55...95	45...65	75...120	35...75	25...45	75...120	35...75	25...45
	W/m ²	35...55	30...45	25... 40	30...50	20...40	20...35	35...60	25...50	25...40
Südschweiz 200...600 m (Locarno)	h/a	1700...2200	1400...1700	1400... 1800	1400...1900	1100...1400	900...1200	1300...1600	1000...1300	800...1100
	kWh/(m ² a)	70...105	45...70	40...55	50...85	25...50	20...35	50...85	25...50	20...35
	W/m ²	35...55	30...45	25... 40	30...50	20...40	20...35	35...60	25...50	25...40

Bild 9.2 Kenndaten Schweiz zur Energie- und Leistungsbedarfsermittlung sowie Plausibilisierung (Bildquelle aus [41] Anhang 3).

Die notwendigen Angaben für das Fallbeispiel sind ebenfalls im Bild 9.2 zu finden. Für das Fallbeispiel betragen der anzuwendende spezifische Wärmebe-

darf 120 kWh/(a m²) und der spezifische Leistungsbedarf 55 W/m² (Werte inkl. Warmwasser). Für das Fallbeispiel sieht die Abschätzung dann wie folgt aus:

$$\begin{aligned} \text{Energiebezugsfläche} \times \text{spezifischer Wärmebedarf} &= \text{Energiebedarf} \\ \text{Energiebezugsfläche} \times \text{spezifischer Leistungsbedarf} &= \text{Leistungsbedarf} \\ 720 \text{ m}^2 \times 120 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ a}} &= 86'400 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} \\ 720 \text{ m}^2 \times 55 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} &= 39'600 \text{ W} \approx 40 \text{ kW} \end{aligned}$$

Warmwasser

Der Energie- und Leistungsbedarf für Warmwasser kann ebenfalls über die Energiebezugsfläche abgeschätzt werden. Für den spezifischen Wärmebedarf für Warmwasser wird für das Fallbeispiel nach Bild 9.2 ein Wert von 20 kWh/(a m²) und für den spezifischen Leistungsbedarf ein Wert von 5 W/m² angenommen (Bild 9.2 Differenz zwischen Wohnen mit Warmwasser und ohne Warmwasser). Bei einer EBF von 720 m² ergibt das knapp 15'000 kWh/a Energiebedarf und knapp 4 kW Leistungsbedarf für Warmwasser.

in Normliter pro Tag und Person angewendet werden. Daraus lässt sich der tägliche Warmwasserbedarf abschätzen. In der SIA 385/2 [16] sind für verschiedene Gebäude- und Nutzungsarten Kennzahlen angegeben. Für ein Mehrfamilienhaus, wie im Fallbeispiel, ist ein spezifischer Nutzwarmwasserbedarf von 45 l/(d P) zu erwarten. Gemäss [42] wird in grösseren Gebäuden ein Warmwasserspeicher mit einem Volumen von einem Drittel bis zur Hälfte des Tagesbedarfs eingesetzt. Mit diesen Angaben lässt sich das Volumen des Warmwasserspeichers folgendermassen abschätzen:

Zur Abschätzung des Warmwasserspeichervolumens kann ein spezifischer Nutzwarmwasserbedarf

$$\begin{aligned} \text{Anzahl Personen} \times \text{spezifischer Nutzwarmwasserbedarf} &= \text{Täglicher Warmwasserbedarf} \\ 18 \text{ Personen} \times 45 \frac{\text{Normliter}}{\text{Person und Tag}} &= 810 \frac{\text{Liter}}{\text{Tag}} \\ \text{Täglicher Warmwasserbedarf} \times 0.3...0.5 \text{ des Tagesbedarfs} &= \text{Volumen Warmwasserspeicher} \\ 810 \frac{\text{Liter}}{\text{Tag}} \times 0.5 \text{ Tag} &= 405 \text{ Liter} \end{aligned}$$

9.3 Auslegung und Anforderungen für Fernwärmeanschluss

Die wichtigsten Anforderungen an den Fernwärmeanschluss bzw. an die Wärmeverteilung der Sekundärseite sowie die Auslegungsgrundlagen für die Übergabestation müssen in den Technischen Anschlussvorschriften festgehalten sein (siehe Kapitel 2.4).

Für das Fallbeispiel werden für die Auslegung der Fernwärme-Übergabestation folgende Eckwerte für die Primärseite in den TAV festgelegt:

- Nenndruck PN 16
- Maximale Betriebstemperatur: 110 °C
- Vorlauftemperatur Winter: 80 °C
- Vorlauftemperatur Sommer: 70 °C
- Maximale Rücklauftemperatur im Heizbetrieb: 50 °C
- Maximale Rücklauf-Grädigkeit im Heizbetrieb: 3 K
- Maximaler Druckabfall Übergabestation: 80 kPa
- Maximaler Differenzdruck im Netz: 5 bar.

Die wichtigsten Anforderungen an die Sekundärseite sind im Kapitel 2.2.7 detailliert aufgelistet. Daraus lassen sich für das Fallbeispiel folgende Umbaumaßnahmen ableiten:

- Nachrüsten von druckunabhängigen Thermostatventilen bei allen Heizkörpern.
- Entfernen des Doppelverteilers. Diese Funktion wird in der Übergabestation integriert.
- Ersetzen des bestehenden Speicherwassererwärmers (mit innenliegendem Heizregister) durch einen Warmwasserspeicher mit außenliegendem Wärmeübertrager.

Aus der Leistungsermittlung und Plausibilisierung lassen sich für das Fallbeispiel folgende zusätzliche Auslegedaten für die Übergabestation und den Umbau der Sekundärseite festhalten:

- Leistungsbedarf (Auslegung): 40 kW
- Volumen Warmwasserspeicher: 400 Liter
- Warmwasservorrangschaltung mit reduziertem Heizbetrieb.

Die Situation für den Anschluss an das Fernwärmenetz ist in Bild 9.3 dargestellt.

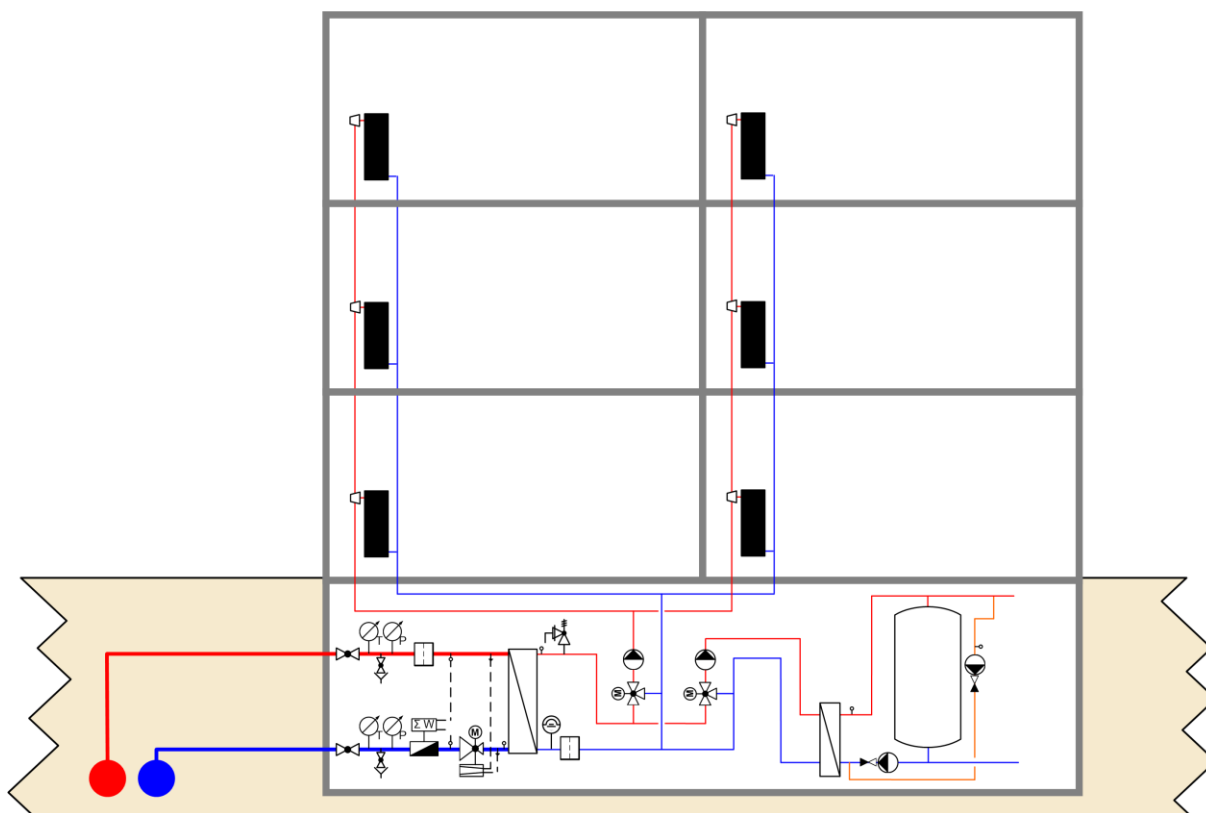


Bild 9.3 Fallbeispiel: Anschluss an Fernwärmenetz und Umbau Sekundärseite.

10 Symbole für Installationen

In der folgenden Tabelle sind die in diesem Planungshandbuch verwendeten Symbole dargestellt. Die Symbole basieren auf der SIA 410 [51].

Tabelle 10.1 Verwendete Symbole nach SIA 410 [51].

Symbol	Beschreibung	Symbol	Beschreibung
	Dreiwegventil mit Motorantrieb		Schmutzfänger
	Durchgangsventil mit Motorantrieb		Druckanzeige
	Drosselarmatur mit Druckmessstutzen		Temperaturanzeige
	Differenzdruckunabhängiges Regelventil (Kombiventil)		Wärmezähler
	Rückschlagventil		Fühler (Temperatur und Druck)
	Absperrarmatur		Pumpe
	Sicherheitsventil federbelastet		Heizkreis
	Entleerung		Regler
	Warmwasserspeicher		Wärmeübertrager (Plattenwärmeübertrager)
			Warmwasserspeicher mit internem Wärmeübertrager

11 Glossar

Begriff	Bedeutung
Abnehmerstruktur	Die Abnehmerstruktur beschreibt ein Versorgungsgebiet nach Kriterien wie Bebauungsdichte, Bebauungsstruktur, Anschlussdichte, Bedarf, Gleichzeitigkeit etc.
Abonnierte Anschlussleistung	Vertraglich vereinbarte maximale Wärmebezugsleistung eines an ein Fernwärmenetz angeschlossenen Verbrauchers.
Anschlussdichte	Die Anschlussdichte beschreibt die pro Jahr und Trassenmeter an die Wärmeabnehmer gelieferte Wärme. Sie dient als Kenngrösse zur Beurteilung der Energiedichte der Wärmeverteilung und beeinflusst die Energieeffizienz und die Wirtschaftlichkeit des Netzes. Die Anschlussdichte kann für das gesamte Netz und für Teilstränge ausgewiesen werden.
Anschlussgrad	Der Anschlussgrad ist das Verhältnis des Jahreswärmebedarfs der in einem Gebiet angeschlossenen Wärmeabnehmer bezogen auf den Jahreswärmebedarf aller infrage kommender Wärmeabnehmer im betrachteten Gebiet. Für Gebiete mit ähnlichen Verbrauchern entspricht dies auch dem anzahlmässigen Anteil der angeschlossenen Wärmeabnehmer.
Anschlussleistung	Die Anschlussleistung eines Fernwärmenetzes ist die Summe der Anschlussleistungen aller Wärmeabnehmer unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit, also das Produkt aus der Summe der abonnierten Anschlussleistungen aller Wärmeabnehmer und dem Gleichzeitigkeitsfaktor. Siehe auch Gleichzeitigkeit und Gleichzeitigkeitsfaktor.
Betriebswasser	Wasser für gewerbliche und häusliche Einsatzbereiche, das nicht Trinkwasserqualität aufweisen muss.
Dämmstärke-Klassen	Die Dämmstärke bezeichnet die Klasse der Wärmedämmung um das Mediumrohr. Für KMR werden drei Klassen angeboten, wobei 1 die schwächste und 3 die stärkste Dämmung beschreibt. Bei MMR und PMR existieren zwei Klassen, die als Standard-Version und als verstärkte Version bezeichnet werden.
Expansion und Druckhaltung	Teilsystem im hydraulischen System (Wärmezeugung und Wärmeverteilung), welches die Volumenänderung des Warmwassers zwischen minimaler und maximaler Temperatur aufnimmt und so den Druck weitgehend konstant hält (Druckhaltung).
Fernwärme	Fernwärme beschreibt eine leitungsgebundene Wärmeversorgung von Kunden über Wasser oder Dampf mit zentral erzeugter Wärme. Fernwärmenetze decken einen breiten Leistungsbereich mit Anschlussleistungen von weniger als 100 kW bis zu über 1 GW ab. Für die Gesamtenergiestatistik des Bundes wird zudem vorausgesetzt, dass das Haupttransport- und Verteilnetz öffentlichen Boden beansprucht und dass die Wärme an Dritte verkauft wird [53]. Grosse Wärmenetze innerhalb einer juristischen Einheit wie zum Beispiel einer Grossüberbauung, sind technisch mit einem Fernwärmenetz identisch, werden aber nicht als Fernwärme erfasst.
"Nahwärme"	Für kleinere Netze wird zum Teil auch der Begriff Nahwärme verwendet. In Deutschland wird damit die Übertragung von Wärme für Heizung und Warmwasser zwischen Gebäuden mit Leistungen zwischen 50 kW und einigen Megawatt beschrieben [54]. Von Minergie® wird Nahwärme auch dann verwendet, wenn die Wärmeproduktionsanlage einige Gebäude oder Gebäudekomplexe versorgt, wobei nicht zwingend ein Verkauf an Dritte erfolgen muss [40]. Da der Übergang zwischen Nahwärme und Fernwärme fließend ist, wird im vorliegenden Leitfaden wie auch im Planungshandbuch Fernwärme nur der Begriff Fernwärme verwendet.
Fernwärmenetz	Ein Fernwärmenetz ist eine Rohrleitungsanlage mit allen nötigen Zusatzeinrichtungen zur Versorgung von Kunden mit Wärme. Als Wärmeträger dienen Wasser oder Dampf. Der Wärmeträger fliesst in einem geschlossenen System vom Wärmeerzeuger zu den Wärmeabnehmern und zurück. Das geschlossene System bildet das Fernwärmenetz.
Gebäudetypen	Kategorisierung der Gebäude nach Bauart, Nutzungsart, Alter und weiteren Kriterien. Beispiele zur Charakterisierung sind Einfamilienhaus und Mehrfamilienhaus, Altbau und Neubau, Wohngebiet und Industriezone sowie der Gebäudeabstand.
Gebäudeinstallation	Die Gebäudeinstallation besteht aus dem Verteilsystem im Gebäude zur Verteilung von Raum- und Prozesswärme sowie Warmwasser.
Gebiete und Zonen	Ein potenzielles Wärmeversorgungsgebiet kann eine Ortschaft, ein Quartier, verschiedene Stadtteile, mehrere Grossabnehmer oder einen einzelnen Grossabnehmer umfassen. Die Einteilung des potenziellen Wärmeversorgungsgebietes in Gebiete und Zonen erfolgt aufgrund der erwarteten Wärmebezugsdichte von Gebäudetypen oder aufgrund von geografischen Gegebenheiten wie z. B. Strassen, Bahnstrassen, Bächen etc. Einzelne Zonen können vereinfacht als Grossabnehmer behandelt werden. Als Hilfsmittel zur Einteilung einer Ortschaft dient der Ortsplan und wenn vorhanden ein Energiekataster.
Gleichzeitigkeit und Gleichzeitigkeitsfaktor	Die Gleichzeitigkeit beschreibt in einem Verbund von Wärmeabnehmern den Effekt, dass bei einer grösseren Anzahl Wärmeabnehmer nie alle gleichzeitig die maximale Wärmeleistung beziehen. Der Gleichzeitigkeitsfaktor beträgt 1 für einen einzigen Wärmeabnehmer und wird kleiner als 1 für mehrere Wärmeabnehmer und er beschreibt das Verhältnis zwischen der effektiv erwarteten maximalen Abnahmeleistung aller Wärmeabnehmer zur gesamten abonnierten Anschlussleistung der Wärmeabnehmer.
Grädigkeit	Die Grädigkeit ist die Temperaturdifferenz zwischen der primären und der sekundären Rücklauftemperatur am Wärmeübertrager der Übergabestation. Sie ist ein Mass für die Qualität der Wärmeübertragung und sollte möglichst klein sein.
Hauptleitung	Leitung von der Wärmezentrale bis zu den Zweigleitungen im Wärmeverteilnetz, üblicherweise ohne Hausanschlüsse. Weitere Begriffe sind z. B. Stammleitung oder auch Transportleitung, wenn die Wärmezentrale relativ weit vom Versorgungsgebiet entfernt ist.
Hausanlage	Siehe Gebäudeinstallation
Hausanschlussleitung	Verbindungsleitung zwischen Wärmeverteilnetz und Hauseintritt inkl. Absperrarmaturen.

Leitfaden zur Planung von Fernwärme-Übergabestationen

Begriff	Bedeutung
Hausanschlussraum	Der Hausanschlussraum beinhaltet die Hausstation, die Hauptabsperrorgane und die Versorgungsleitungen (primär- und sekundärseitig).
Hausstation	Die Hausstation besteht aus der Übergabestation und der Hauszentrale.
Hauszentrale	Die Hauszentrale ist das Bindeglied zwischen der Übergabestation und der Gebäudeinstallation. Sie dient der Anpassung der Wärmelieferung an die Gebäudeinstallation hinsichtlich Drucks, Temperatur und Volumenstrom. Bei der Gestaltung der Hauszentrale ist zwischen direktem oder indirektem Anschluss zu unterscheiden.
Heisswasser	Der Begriff Heisswasser im Fernwärmebereich bezeichnet das Zirkulationswasser im Fernwärmenetz, wenn das Fernwärmenetz bei über 110 °C Vorlauftemperatur betrieben wird.
Jahresdauerlinie der Aussentemperatur	Die Jahresdauerlinie der Aussentemperatur ist eine Darstellung der Summenhäufigkeit der Aussentemperatur als Anzahl Tage oder Stunden pro Jahr für eine bestimmte Messstation. Sie entspricht somit einer Summenhäufigkeitskurve der Aussentemperatur.
Jahresdauerlinie des Wärmeleistungsbedarfs	Die Jahresdauerlinie des Wärmeleistungsbedarfs ergibt sich aus der Lastkennlinie und der Jahresdauerlinie der Aussentemperatur. Sie ist eine Summenhäufigkeitskurve und stellt den Wärmeleistungsbedarf in Abhängigkeit der Anzahl Tage oder Stunden pro Jahr dar.
Jahreswärmebedarf	Der Jahreswärmebedarf eines Verbrauchers ist dessen an der Wärmeübergabestelle anfallende jährliche Wärmebedarf. Für ein Fernwärmenetz ist der Jahreswärmebedarf der jährliche Wärmebedarf an der Schnittstelle zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeverteilnetz.
Jahresnutzungsgrad	Nutzungsgrad während eines Jahres. Siehe auch Nutzungsgrad.
Jährliche Betriebsstunden	Effektive Anzahl Stunden pro Jahr, während der eine Anlage betrieben wird. Die jährlichen Betriebsstunden werden nicht als Vollbetriebsstunden ausgewiesen, d.h. eine Betriebsstunde bei 50 % Leistung gilt als eine Betriebsstunde.
Kaltwasser	Kaltes Trinkwasser, dessen Temperatur nicht gezielt erhöht wurde.
Kellerleitung	Die Kellerleitung verbindet die Hausanschlussleitung ab Hauseintritt mit der Übergabestation.
Kesselwirkungsgrad	Die von einem Heizkessel wasserseitig produzierte Nutzenergie dividiert durch die im Brennstoff als Heizwert zugeführte Energie. Die Bestimmung erfolgt entweder im stationären Zustand ohne Speichereffekte (z. B. bei automatischen Feuerungen) oder über einen Abbrandprozess (z. B. bei handbeschickten Feuerungen).
Lastkennlinie	Darstellung des Wärmeleistungsbedarfs in Abhängigkeit des Tagesmittelwertes der Aussentemperatur.
Leistungsdichte	Auf eine Gebietsfläche bezogene maximale Leistung. Im Zusammenhang mit Fernwärme ist die Wärmeleistungsdichte von Interesse.
maximal zulässige Betriebstemperatur	Maximale über eine kurze Zeitperiode zulässige Betriebstemperatur.
Maximaldruck	Druck, der an keiner Stelle des Netzes und zu keinem Zeitpunkt überschritten werden darf.
maximale Dauerbetriebstemperatur	Maximale, ohne zeitliche Einschränkung, zulässige Betriebstemperatur.
Minimaldruck	Druck, der an keiner Stelle des Netzes und zu keinem Zeitpunkt unterschritten werden darf.
Nennndruck PN (Pressure Nominal)	Der Nennndruck gibt für ein Rohrleitungssystem eine Referenzgrösse an. Die Angabe erfolgt nach DIN, EN, ISO durch die Bezeichnung PN (Pressure Nominal) gefolgt von einer Zahl, die den Auslegungsdruck in bar bei Raumtemperatur (20 °C) angibt.
Nennndurchmesser DN, Nennweite, nominaler Durchmesser	Referenz-Durchmesserangabe, welche die Grösse und Kompatibilität von Bauteilen definiert. Der Nennndurchmesser ist Teil der Bezeichnung des Bauteils und ist in aller Regel nicht identisch mit dem Zahlenwert in Millimetern.
Nennwärmeleistung	Höchste Dauerleistung einer Anlage, für die sie gemäss Herstellerangaben ohne zeitliche Einschränkung ausgelegt ist.
Netzdifferenzdruck Differenzdruck Netz	Der Netzdifferenzdruck bezeichnet den über das ganze Fernwärmenetz betrachteten Druckunterschied zwischen Vor- und Rücklauf.
Netzdruck	Als Netzdruck wird der Druck in der Fernwärmeleitung bezeichnet.
Netzleistung, maximale Netzleistung, momentane Netzleistung	Die <i>maximale Netzleistung</i> ist die im Auslegefall am Einspeisepunkt des Fernwärmenetzes abzudeckende Wärmeleistung. Sie ergibt sich aus dem Wärmeleistungsbedarf aller Verbraucher multipliziert mit dem Gleichzeitigkeitsfaktor und zuzüglich Wärmeverteilverluste. Die <i>momentane Netzleistung</i> entspricht bei regulärem Betrieb dem momentanen Wärmeleistungsbedarf aller Kunden zuzüglich Wärmeverluste, sie kann aber zum Beispiel im Störfall auch durch die momentane Wärmeerzeugungsleistung limitiert werden.
Netzschlecht punkt Schlecht punkt	Standort des geringsten Differenzdruckes zwischen Vor- und Rücklauf. Dieser Ort kann im Netz in Funktion des momentanen Wärmebedarfes wandern. Der Netzschlecht punkt dient als Auslegungsgrösse für die Hauptpumpeneinheit.
Netztemperaturen	Die Netztemperaturen werden als gemeinsame Angabe der Vorlauf- und Rücklauftemperatur in Grad Celsius (z. B. 80/50) beschrieben.
Netztrennung	Die Netztrennung bezeichnet die Trennung zweier hydraulischer Netze beispielsweise durch einen Wärmeübertrager. Netztrennungen führen zu zusätzlichen Exergieverlusten, sowohl an Wärme als auch an Strömungsenergie.

Begriff	Bedeutung
Nutzungsgrad	Der Nutzungsgrad ist das Verhältnis zwischen der in einem längeren Betrachtungszeitraum erzeugten Endenergie über die im Betrachtungszeitraum zugeführte Energie. Dies entspricht dem Verhältnis zwischen der im Betrachtungszeitraum aufsummierten Endenergie (z. B. die über den Wärmezähler aufsummierte produzierte Wärme) dividiert durch die über den Betrachtungszeitraum aufsummierte zugeführte Energie (z. B. dem Heizwert des verfeuerten Brennstoffs). Wenn die Betrachtung über einen Zeitraum von einem Jahr erfolgt, wird dies als Jahresnutzungsgrad bezeichnet. Wird das Verhältnis von Endenergie zu zugeführter Energie über eine kurze Betrachtungsdauer oder als Momentanwert bestimmt, wird dies als Wirkungsgrad bezeichnet (siehe auch Wirkungsgrad).
Primäre Rücklauftemperatur	Temperatur des Fernwärmemediums, das vom Wärmeabnehmer zum Wärmeerzeuger fliesst.
Primäre Vorlauftemperatur	Temperatur des Fernwärmemediums, das vom Wärmeerzeuger zum Wärmeabnehmer fliesst.
Primärseite	Als Primärseite wird der mit Fernwärmemedium durchströmte Anlagenteil bezeichnet.
Saisonbetrieb	Saisonale Bereitstellung und Lieferung von Wärme an die Wärmeabnehmer meist während der Heizsaison und in der Übergangszeit.
Schlechtpunkt	Siehe Netzschlechtpunkt.
Schlüsselkunde	Ein Schlüsselkunde ist ein Kunde (oder in der Planungsphase ein potenzieller Kunde) mit einem grossen Wärmeverbrauch in einem zu beurteilenden Gebiet. .
Sekundäre Rücklauftemperatur	Temperatur des Wärmeträgermediums, das von den einzelnen Verbrauchern beim Wärmeabnehmer zur Übergabestation zurückkommt.
Sekundäre Vorlauftemperatur	Temperatur des Wärmeträgermediums von der Übergabestation zu den einzelnen Verbrauchern beim Wärmeabnehmer. Die Wärmeinstallation beim Kunden wird als sekundär bezeichnet, da meist eine hydraulische Trennung zum Fernwärmenetz besteht.
Sekundärseite	Als Sekundärseite wird der vom Heizmedium der Gebäudeinstallation durchströmte Anlagenteil bezeichnet.
Situationserfassung	Die Situationserfassung ist eine Analyse der Ist-Situation mit Erfassung des Energie- und Leistungsbedarfs für Wärme (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme), der baulichen Situation für die Trassenverlegung und des potenziellen Wärmeversorgungsgebietes.
Tarifblatt	Das Tarifblatt ist Teil des Wärmeliefervertrages und regelt die Bedingungen für das Erbringen der Wärmelieferung.
Technische Anschlussvorschriften TAV	Die Technische Anschlussvorschriften TAV (auch Technische Anschlussbedingungen TAB) regeln im Idealfall alle technisch relevanten Anschlussbedingungen wie Druck, Temperatur, Material, Messausrüstung, Verrechnung etc. Diese gelten bei der Planung, dem Anschluss und Betrieb des Fernwärmenetzes. Die TAV sind Teil des Wärmeliefervertrages.
Temperaturspreizung	Differenz zwischen Vor- und Rücklauftemperatur. Bei einem Fernwärmenetz interessiert meistens die Temperaturspreizung der Primärseite, also im Fernwärmenetz.
Trassenlänge	Länge der Trasse von Haupt-, Zweig- und Hausanschlussleitungen. Bei je einem Rohr für Vor- und Rücklauf ist die Rohrleitungslänge das Zweifache der Trassenlänge.
Trinkwasser	Nach der schweizerischen Lebensmittelgesetzgebung ist Trinkwasser definiert als Wasser, das natürlich belassen oder nach Aufbereitung bestimmt ist zum Trinken, zum Kochen, zur Zubereitung von Speisen sowie zur Reinigung von Gegenständen, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen [44]. Wasser in Trinkwasserqualität wird auch für Körperpflege und Reinigung (Dusch- und Badewasser etc.) verwendet.
Übergabestation	Die Übergabestation ist das Bindeglied zwischen der Hausanschlussleitung und der Hauszentrale. Sie dient der vertragsgemässen Übergabe der Wärme und der Messung des Wärmebezuges.
Verbraucher	Siehe Wärmeabnehmer.
Vollbetriebsstunden und Vollbetriebsstundenzahl	Die Vollbetriebsstundenzahl ist der Jahresenergiebedarf dividiert durch die Nennwärmeleistung. Sie ist eine wichtige Kenngrösse zur Anlagendimensionierung für einen einzelnen Verbraucher oder das ganze System. Eine Vollbetriebsstunde entspricht zum Beispiel einer Stunde Betrieb bei Nennlast oder zwei Betriebsstunden bei 50 % Last und es gilt: Anzahl Vollbetriebsstunden \leq Anzahl jährlicher Betriebsstunden.
Wärmebezugsdichte	Die Wärmebezugsdichte ist der jährliche Wärmebezug aller Gebäude eines Versorgungsgebietes im Verhältnis zur Grundfläche.
Wärmeerzeugungsanlage	Ein Wärmeerzeuger wandelt Primärenergie in Endenergie um und überträgt diese an ein Heizmedium (Nutzenergie).
Wärmeabnehmer Wärmebezüger Wärmekunde	Bezieht vom Wärmelieferanten Wärme und bezahlt die Wärme gemäss vertraglich vereinbarten Bedingungen.
Wärmeleistungsdichte	Auf eine Gebietsfläche bezogene maximale Wärmeleistung.
Wärmelieferant	Erbringt die vertraglich vereinbarte Wärmeversorgung an die Wärmeabnehmer.
Wärmeliefervertrag	Im Wärmeliefervertrag ist die Schnittstelle zwischen Wärmelieferant und Wärmeabnehmer vertraglich vereinbart. Üblicherweise enthält der Wärmeliefervertrag zusätzlich folgende Vertragsbestandteile: Allgemeine Geschäftsbedingungen AGB, Technische Anschlussvorschriften TAV und ein Tarifblatt.

Leitfaden zur Planung von Fernwärme-Übergabestationen

Begriff	Bedeutung
Wärmespeicher	Wärmespeicher für Fernwärmenetze werden oft als drucklose, mit Wasser befüllte Behälter ausgeführt. Sie dienen dazu, den Wärmebedarf des Fernwärmenetzes auszugleichen, indem Lastspitzen durch den Wärmespeicher abgedeckt werden, während der Wärmespeicher während Phasen mit geringem Wärmebedarf wieder geladen wird. Dies ermöglicht eine kleinere Dimensionierung und eine optimierte Betriebsweise der Wärmeerzeugung. Die Grösse der Wärmespeicher hängt von der Grösse der Wärmeerzeugungsanlage und der Aufgabe der Speicherung ab. Das Fassungsvermögen kann wenige Kubikmeter bis mehrere Tausend Kubikmeter betragen.
Wärmeträgermedium	Das für die Wärmeübertragung im Wärmeverteilnetz eingesetzte Medium wie Wasser, Dampf oder Thermoöl.
Wärmeübertrager	Ein Wärmeübertrager (veraltet: Wärmetauscher) ist ein Apparat, in dem thermische Energie von einem warmen Stoffstrom auf einen anderen, kälteren Stoffstrom übertragen wird.
Warmwasser	<p>Der Begriff Warmwasser wird in der Gebäudetechnik und in der Fernwärmetechnik unterschiedlich wie folgt verwendet:</p> <p>In der Fernwärmetechnik beschreibt Warmwasser das Zirkulationswasser im Fernwärmenetz, wenn die Temperatur bis zu 110 °C beträgt, während Zirkulationswasser mit über 110 °C als Heisswasser bezeichnet wird. Warmwasser im Fernwärmenetz muss keine Trinkwasserqualität aufweisen und ist daher nicht zu verwechseln mit Warmwasser in der Gebäudetechnik.</p> <p>In der Gebäudetechnik steht Warmwasser für erwärmtes Trinkwasser, das bei Bedarf erwärmt oder in Warmwasserspeicher bei rund 60 °C zur Verfügung gestellt wird.</p>
Wirkungsgrad	<p>Der Wirkungsgrad einer technischen Anlage beschreibt das Verhältnis zwischen Endenergie und zugeführter Primärenergie. Bei stationären Bedingungen ohne Verfälschung durch Speichereffekte kann der Wirkungsgrad auch als Verhältnis zwischen Nutzleistung und zugeführter Leistung bestimmt werden. Im vorliegenden Handbuch wird der Begriff des Wirkungsgrades für einen über die Leistungen bestimmten Momentanwert oder einen über eine kurze Betrachtungsdauer ermittelten Wert verwendet.</p> <p>Zur Bewertung des Anlagenbetriebs über einen längeren Betrachtungszeitraum beschreibt der Nutzungsgrad das Verhältnis zwischen der über den Betrachtungszeitraum aufsummierten produzierten Endenergie zu der über den Betrachtungszeitraum aufsummierten zugeführten Energie (siehe auch Nutzungsgrad).</p>
Zentralheizung	Eine Zentralheizung dient zur Wärmeversorgung eines Gebäudes durch einen zentralen Wärmeerzeuger.

12 Quellenverzeichnis

- [1] ARGE QM Fernwärme: Planungshandbuch Fernwärme, Verenum, Version 1.2, Zürich 2018, ISBN 3-908705-30-4
- [2] Schweizerische Eidgenossenschaft: Geodaten Thermische Netze, geo.admin.ch, Bern 2019, Link aufgesucht am 14. Januar 2020, <https://s.geo.admin.ch/86066fef19>
- [3] 819.14: Verordnung über die Sicherheit von Maschinen (Maschinenverordnung, MaschV), vom 2. April 2008 (Stand am 15. Januar 2017)
- [4] 930.114: Verordnung über die Sicherheit von Druckgeräten (Druckgeräteverordnung, DGV), vom 25. November 2015 (Stand am 19. Juli 2016)
- [5] 734.5: Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV), vom 25. November 2015 (Stand am 13. Juni 2016)
- [6] 734.1: Verordnung über elektrische Schwachstromanlagen (Schwachstromverordnung), vom 30. März 1994 (Stand am 20. April 2016)
- [7] 734.26: Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV), vom 25. November 2015 (Stand am 20. April 2016)
- [8] 941.210: Messmittelverordnung (MessMV), vom 15. Februar 2006 (Stand am 20. April 2016)
- [9] 941.231: Verordnung des EJPD über Messmittel für thermische Energie, vom 19. März 2006 (Stand am 1. Januar 2013)
- [10] SN EN 1148/A1: Wärmeaustauscher – Wasser/Wasser- Wärmeaustauscher für Fernheizungen – Prüfverfahren zur Feststellung der Leistungsdaten
- [11] SN EN 12953-1:2012-05: Grosswasserraumkessel – Teil 1: Allgemeines
- [12] SN EN 12828+A1:2014 – SIA 384.101+A1: Heizungsanlagen in Gebäuden – Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen
- [13] SIA 380/1:2016: Heizwärmebedarf, Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, 2016
- [14] SIA 384/2:2020: Heizungsanlagen in Gebäuden – Leistungsbedarf, Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, 2020
- [15] SIA 385/1:2020: Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich 2020
- [16] SIA 385/2:2015: Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich 2015
- [17] SWKI-Richtlinie HE301-01: Sicherheitstechnische Einrichtungen für Heizungsanlagen, Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren, Schönbühl, 1. Auflage 2020-06
- [18] SWKI-Richtlinie BT102-01: Wasserbeschaffenheit für Gebäudetechnik-Anlagen, Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren, Schönbühl, 2. Auflage 2012-08
- [19] AGFW FW 509 – Anforderungen an Hausstationen zum Anschluss an Heizwasser-Fernwärmenetze (Entwurfsversion als Ersatz für Ausgabe von 1998), Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft AGFW e.V., Frankfurt am Main 2019
- [20] AGFW FW 510 – Anforderungen an das Kreislaufwasser von Industrie- und Fernwärmeheizanlagen, sowie Hinweise für deren Betrieb, Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft AGFW e.V., Frankfurt am Main 2013
- [21] AGFW FW 515 – Technische Anschlussbedingungen – Heizwasser (TAB-HW), Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft AGFW e.V., Frankfurt am Main 2015
- [22] AGFW FW 521 – CE-Kennzeichnung von Fernwärmestationen, Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft AGFW e.V., Frankfurt am Main 2017
- [23] AGFW FW 527 – Druckabsicherung von Heizwasser-Fernwärmestationen zum indirekten Anschluss, Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft AGFW e.V., Frankfurt am Main 2014
- [24] AGFW FW 531 – Anforderungen an Werkstoffe und Verbindungstechniken von Heizwasser durchströmte Anlagenteile in Hausstationen und Hausanlagen, Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft AGFW e.V., Frankfurt am Main 2019
- [25] DIN 4747:2003-11: Fernwärmeeinrichtungen – Teil 1: Sicherheitstechnische Ausrüstung von Unterstationen, Hausstationen und Hausanlagen zum Anschluss an Heizwasser-Fernwärmenetze
- [26] DIN EN 61000:2007-2019: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Diverse Fachgrund-, Produkt- und Prüfnormen
- [27] DIN EN 60204-1:2019-06: Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2016, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60204-1:2018

- [28] DIN EN 60335-1:2012-10: Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60335-1:2010, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60335-1:2012
- [29] DIN EN 60335-2-51:2012-08; VDE 0700-51:2012-08: Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 2-51: Besondere Anforderungen für ortsfeste Umwälzpumpen für Heizungs- und Brauchwasseranlagen (IEC 60335-2-51:2002 + A1:2008 + A2:2011); Deutsche Fassung EN 60335-2-51:2003 + A1:2008 + A2:2012
- [30] DIN 18012:2018-04: Anschlusseinrichtungen für Gebäude - Allgemeine Planungsgrundlagen
- [31] DIN 1988-200:2012-05: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) - Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW
- [32] DIN EN 55011:2018-05; VDE 0875-11:2018-05: Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte - Funkstörungen - Grenzwerte und Messverfahren (CISPR 11:2015, modifiziert + A1:2017); Deutsche Fassung EN 55011:2016 + A1:2017
- [33] DIN EN 806-1:2001-12: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 1: Allgemeines; Deutsche Fassung EN 806-1:2000 + A1:2001
- [34] DIN EN 806-2:2005-06: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 2: Planung; Deutsche Fassung EN 806-2:2005
- [35] DIN EN 806-3:2006-07: Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 3: Berechnung der Rohrrinnendurchmesser - Vereinfachtes Verfahren; Deutsche Fassung EN 806-3:2006
- [36] AD 2000 Regelwerk, Beuth-Verlag, Berlin
- [37] VDI 2036:2009-11: Gebäudetechnische Anlagen mit Fernwärme
- [38] Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft AGFW e.V.: Bau von Fernwärmenetzen, Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke m.b.H – VVEW, Frankfurt am Main 1993, ISBN 3-8022-0.14-3
- [39] Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft AGFW e.V.: Technisches Handbuch Fernwärme, AGFW-Projektgesellschaft für Rationalisierung, Information und Standardisierung GmbH, Frankfurt am Main 2013, ISBN 3-89999-039-0 3
- [40] Verein Minergie®: Anwendungshilfe MINERGIE® und MINERGIE-P®, Minergie Schweiz, Agentur Bau, Muttenz, Stand Januar 2018
- [41] QM Holzheizwerke: Leitfaden QMmini – Version Schweiz, Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke, 1. Auflage Stand Januar 2012,
- [42] Schmid, C.; et al: Heizung/Lüftung/Elektrizität – Energietechnik im Gebäude, vdf Hochschulverlag AG ETH Zürich, 4. vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage 2013, ISBN 978-3-7281-3491-2
- [43] Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft AGFW e.V.: Hausanschlüsse an Fernwärmenetze, AGFW-Projektgesellschaft für Rationalisierung, Information und Standardisierung GmbH, Frankfurt am Main 2004, ISBN 3-89999-002-1
- [44] 817.022.102: Verordnung des EDI über Trink-, Quell- und Mineralwasser, vom 23. November 2005 (Stand am 1. Januar 2014)
- [45] Bundesamt für Gesundheit BAG und Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV: Legionellen und Legionellose BAG-/BLV-Empfehlungen, Bundesamt für Gesundheit, Bern, August 2018
- [46] Konferenz Kantonalen Energiedirektoren EnDK: Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich MuKE, Ausgabe 2014 (Stand 20. April 2018), Bern, April 2018
- [47] Konferenz Kantonalen Energiefachstellen EnFK: Vollzugshilfe EN-103 Heizung und Warmwasser, Ausgabe Februar 2020, Bern, Februar 2020
- [48] suissetec: Merkblatt Technische Dämmung in der Gebäudetechnik, Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband (suissetec), Zürich, Juni 2020
- [49] Konferenz Kantonalen Energiefachstellen EnFK: Vollzugshilfe EN-102 Wärmeschutz von Gebäuden, Ausgabe Januar 2020, Bern, Januar 2020
- [50] Huss, A.: Haustechnik für Verwalter, Vermieter und Makler, Haufe-Lexware GmbH & Co. KG, Freiburg, 1. Auflage 2017, ISBN 978-3-648-07954-6
- [51] SIA 410:1981: Kennzeichnung von Installationen in Gebäuden – Sinnbilder für die Haustechnik, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich 1986
- [52] European Committee for Standardization CEN: Eco-efficient Substations for District Heating CWA 16975, Brüssel, December 2015
- [53] Bundesamt für Energie: Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2018, Bern 2019
- [54] Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft AGFW e.V.: AGFW-Hauptbericht 2010, Frankfurt am Main 2011



Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE
LUZERN**



fernwärme
Die Komfort-Energie

