

# **Leitfaden**

# **Übergangslösungen beim**

# **Ausbau thermischer Netze**



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 952873

The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the European Commission nor the authors are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

## Zweck und Motivation

Thermische Netze ermöglichen die Nutzung von Abwärme sowie den Einsatz von erneuerbaren Energien und tragen zur Umsetzung der Energiestrategie 2050 bei. Mit thermischen Netzen kann der Einsatz von dezentralen fossilen Heizungen mittelfristig reduziert werden. Weiter kann mit grossen Wärmespeichern die Wärmeproduktion vom Verbrauch entkoppelt werden. Die gewonnene Flexibilität kann die Problematik des zum Teil noch vorhandenen fossilen Spitzenbedarfs generell und die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Speziellen entschärfen/lösen. Die Koordination beim Ausbau der thermischen Netze in Einklang mit der übergeordneten kommunalen Energieplanung zu bringen ist jedoch ein komplexer, aufwändiger und langwieriger Prozess. Daher ist es wichtig, dass potenzielle Wärmekunden früh in den Planungsprozess mit eingebunden werden, damit diese bei der Erneuerung ihrer Wärmeerzeugung oder bei Neubauten über die Möglichkeit eines Anschlusses an ein thermisches Netz informiert sind und keine individuelle (dezentrale) Lösung umsetzen.

Um solche individuellen Lösungen zu verhindern, müssen adäquate, bewilligungsfähige temporäre Wärmeversorgungs-lösungen, sogenannte Übergangslösungen, angeboten werden können, damit die Zeit überbrückt werden kann, bis der Kunde an das thermische Netz angeschlossen werden kann.

Der vorliegende Leitfaden zeigt die Möglichkeiten von Übergangslösungen aus der technischen, wirtschaftlichen, betrieblichen und rechtlichen Sichtweise auf. Die aufgearbeiteten Informationen sollen eine optimale Planung und eine gute Umsetzung unterstützen und dazu beitragen, die Wirtschaftlichkeit und den Ausbau thermischer Netze zu verbessern.

Die Inhalte des Leitfadens basieren auf den Erfahrungen der Autoren und der Mitglieder der Expertengruppe und wurden unter Verwendung der zitierten Fachliteratur sowie Informationen aus Befragungen von Fachleuten 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.

## Zielpublikum

- Für den Betrieb von thermischen Netzen verantwortliche Personen bei Energieversorgungsunternehmen.
- Für Akquisition und Betreuung von Wärmekunden verantwortliche Personen bei Energieversorgungsunternehmen.
- Behördenmitglieder
- Heizungsplanerinnen und Heizungsplaner
- Gebäudetechnikerinnen und Gebäudetechniker.

# Leitfaden zu Übergangslösungen beim Ausbau thermischer Netze

## Projektteam und Autorenschaft

Stefan Thalmann, Verenum AG, 8006 Zürich

Laure Deschaintre, Planair SA, 1400 Yverdon-les-Bains

## Expertengruppe

Christian Buchli, Energie 360° AG, 8010 Zürich

Anna-Kathrin Dürig, Departement für Wirtschaft, Soziales und Umwelt des Kantons Basel-Stadt, Amt für Umwelt und Energie

Rita Gnehm, Planar AG, 8055 Zürich

Andreas Hurni, Thermische Netze Schweiz TNS, 3001 Bern

Pascal Leumann, Wärme Zürich, 8001 Zürich

Dominik Noger, Energie Ausserschwyz AG, 8854 Galgenen

Marcel Rindlisbacher, Regio Energie Solothurn, 4502 Solothurn

## Interviewpartnerinnen und Interviewpartner

Silvia Banfi Frost, Stadt Zürich - Energiebeauftragte, 8001 Zürich

Christian Buchli, Energie 360° AG, 8010 Zürich

Anna-Kathrin Dürig, Kanton Basel-Stadt, Amt für Umwelt und Energie, 4001 Basel

Beat Fausch, St.Galler Stadtwerke, 9001 St.Gallen

Marcel Hohl, St.Galler Stadtwerke, 9001 St.Gallen

Mentor Ilazi, Satom SA, 1870 Monthey

Pascal Leumann, Stadt Zürich – Wärme Zürich, 8001 Zürich

Robert Minovsky, Minergie Geschäftsstelle, 4051 Basel

Thomas Müller, Energie Wasser Luzern ewl, 6002 Luzern

Marcel Rindlisbacher, Regio Energie Solothurn, 4502 Solothurn

Thomas Scherrer, Stadt Luzern – Umweltschutz, 6002 Luzern

Stefan Treudler, Stadtwerk Winterthur, 8406 Winterthur



Dieses Projekt wurde mit Mitteln aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union unter der Finanzhilfvereinbarung Nr. 952873 finanziert.

Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren. Sie spiegelt nicht unbedingt die Meinung der Europäischen Union wider. Weder die Europäische Kommission noch die Autoren sind für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>5</b>
1.1	Ausgangslage.....	5
1.2	Nutzen und Funktion .....	5
<b>2</b>	<b>Übergangslösungen.....</b>	<b>6</b>
2.1	Einführung .....	6
2.2	Energieträger.....	6
2.3	Technische Lösungen.....	6
2.4	Wirtschaftliche und betriebliche Aspekte....	7
2.5	Rechtliche Rahmenbedingungen .....	7
<b>3</b>	<b>Praxiserfahrungen.....</b>	<b>10</b>
3.1	Hürden.....	10
3.2	Hemmnisse.....	10
3.3	Best-Practice Beispiele .....	11
3.3.1	Kommunale Energierichtpläne und Kommunikation.....	11
3.3.2	Fördergelder und Subventionen:.....	11
3.3.3	Anmeldung Übergabelösung bis Anschluss an das thermische Netz an Beispielen in Basel: .....	11
3.3.4	Nahwärmeverbund als Insellösung: .....	12
3.3.5	Minergie-Label.....	12
3.3.6	Occasionsmarkt für gebrauchte Heizungen (Holz-, Gas- und Ölfeuerungen) .....	13
3.3.7	WKK-Anlagen:.....	13
<b>4</b>	<b>Handlungsempfehlungen.....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Quellenverzeichnis.....</b>	<b>14</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Zum Vorgehen bei der Planung und beim Betrieb von thermischen Netzen liegen diverse Grundlegendokumente vor ([1], [2], [3] [4], [5], [6], [7]). In Ergänzung dazu werden Praxiserfahrungen und neue Entwicklungen zu thermischen Netzen regelmässig an Veranstaltungen wie zum Beispiel dem Fernwärme-Forum des Verbandes Thermische Netze Schweiz (TNS), den Veranstaltungen aus dem Aus- und Weiterbildungsangebot des SVGW, TNS oder QM Fernwärme sowie dem Holzenergie-Symposium von Verenum AG vorgestellt. Zu Übergangslösungen bei der Projektierung und Umsetzung von thermischen Netzen fehlen dagegen allgemeingültige und unabhängige Unterlagen. Diese Lücke soll mit dem vorliegenden Leitfaden geschlossen werden.

Durch den Ausbau von Fernwärme in der Schweiz gibt es bereits über 1'000 thermische Netze die schätzungsweise mehr als 150'000 Wärmeabnehmer versorgen (basierend auf den Geofachdaten des Programms «Thermische Netze» [8]). Hinzu kommt ein Ausbaupotenzial der thermischen Netze um einen Faktor 2 von heute rund 9 TWh/a auf etwa 18 TWh/a bis 2050 [9].

Um einen raschen Ausbau der thermischen Netze zu ermöglichen, benötigt es neben dem Abbau von Hemmnissen auch ein Angebot an Übergangslösungen für bestehende sowie für geplante thermische Netze.

## 1.2 Nutzen und Funktion

Grundsätzlich geht es darum potenzielle Wärmekunden und Areale für den Anschluss an ein geplantes oder sich in Planung befindendes thermisches Netz zu gewinnen und zu binden. Diese frühe Kundenbindung ist eine ökonomische Notwendigkeit, damit ein wirtschaftlicher Betrieb gewährleistet werden kann.

Es ist daher wichtig, in einer frühen Phase der Planung, das Projekt soweit voranzutreiben, dass potenzielle Wärmekunden und Areale von einem Anschluss an das geplante thermische Netz überzeugt werden können. Da kommt die Übergangslösung als zusätzliches (positives) Verkaufsargument ins Spiel. Im Bild 1.1 ist eine zeitliche Einordnung des Angebots an Übergangslösungen im Planungs- und Betriebsablauf eines thermischen Netzes anhand der SIA-Phasen nach SIA 108 [10] dargestellt.

Das bestehende Bedürfnis an Wärme und Kälte soll mit der Übergangslösung solange gewährleistet werden, bis die Versorgung durch das thermische Netz gesichert ist. Womit die zu Beginn geltende Planungs- und Versorgungsunsicherheit in eine Planungs- und Rechtssicherheit zwischen Kunde und Lieferant gewandelt werden kann (Wärmeliefer- oder Contractingvertrag).

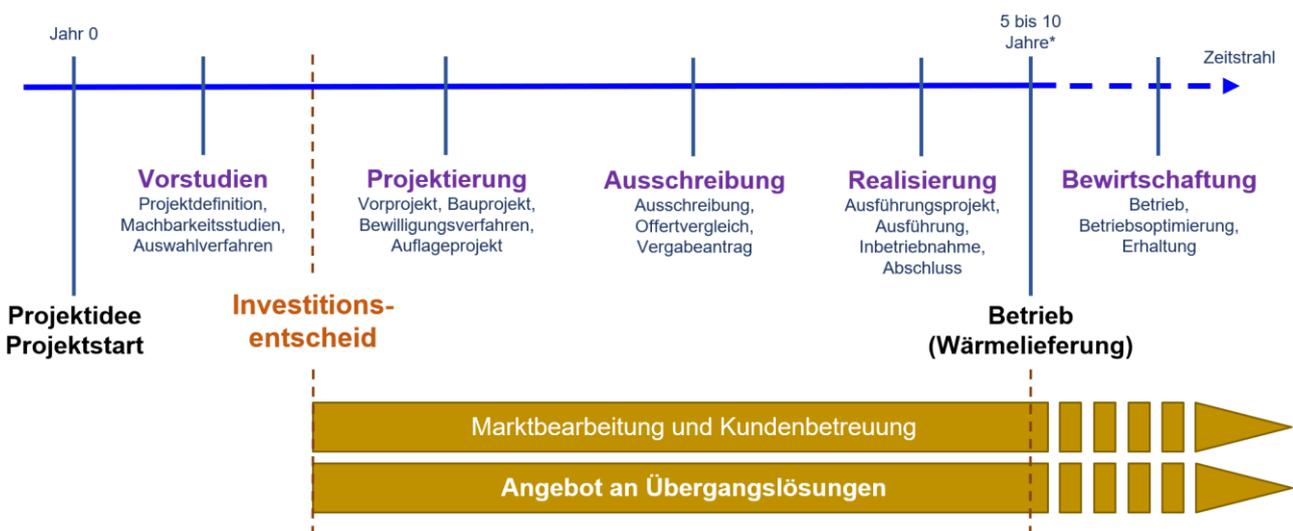


Bild 1.1 Zeitliche Einordnung des Angebots an Übergangslösungen im Planungs- und Betriebsablauf eines thermischen Netzes anhand der SIA-Phasen nach SIA 108 [10].

\* Schätzung, je nach Situation auch kürzer oder länger

## 2 Übergangslösungen

### 2.1 Einführung

Eine Übergangslösung ist nicht nur als eine technische Anlage zur Wärme- und Kälteversorgung zu verstehen, sondern aus Sicht des Kunden auch als Versorgungssicherheit bis zum Zeitpunkt der Versorgung durch das thermische Netz.

Eine Übergangslösung kann in folgenden Fällen zur Anwendung kommen:

- Für einen unausweichlichen Heizungersatz in einer bestehenden Liegenschaft für die der Anschluss an das thermische Netz planerisch vorgesehen aber nicht unmittelbar möglich ist.
- Für die Wärmeversorgung eines Neubaus bis das thermische Netz erstellt und vor Ort ist.
- Für die Wärmeversorgung eines Areals oder Quartiers als kleiner Wärmeverbund bis das thermische Netz erstellt und vor Ort ist.
- Für eine unausweichliche Sanierung der Wärmezentrale eines bestehenden thermischen Netzes vor dem Zusammenschluss mit einem anderen thermischen Netz.

Ein möglicher Ansatz ist, dass der zukünftige Energieversorger die bestehende Anlage sofort übernimmt. Der Kunde erhält einen Wärmeliefer- oder Contractingvertrag, in welchem alle Modalitäten für die Übergangslösung sowie die zukünftige Energieversorgung aus dem thermischen Netz geregelt sind. Der Energieversorger garantiert für Versorgungssicherheit, Pikettdienst, Vorhalten von Not-Heizzentralen, Ersatzteile und Reparatur. Damit hat der Kunde oder die Kundin die notwendige Versorgungssicherheit und es findet eine frühe Kundenbindung statt. Im vorliegenden Dokument wird diese Möglichkeit als Referenz angenommen.

Andere Lösungen sehen vor, dass die bestehende Anlage in Eigentum und Verantwortung des Wärmekunden bleibt, der zukünftige Energieversorger im Gegenzug eine Versorgungsgarantie verspricht und im Worst-Case das Angebot je nach Situation auch eine Übergangslösung beinhaltet. Dieser Ansatz ist aus Sicht des Energieversorgers tendenziell kosten- und ressourcenschonender. Aus Sicht des Kunden je nach Situation aber weniger bindend für einen späteren Anschluss ans thermische Netz.

Der Einsatz einer Übergangslösung kommt aus anlagen-technischer Sicht erst dann in Frage, wenn eine bestehende Anlage aus bestimmten Gründen nicht mehr betrieben werden kann. Die

Übergangslösung wird durch den Energieversorger organisiert und in Betrieb genommen. Diese muss natürlich auf die Bedürfnisse der Kunden angepasst werden.

### 2.2 Energieträger

Für Übergangslösungen kommen folgende Energieträger in Frage:

- Biomasse (Pellets, Holzhackschnitzel / Qualitäts-Holzhackschnitzel)
- Strom für Wärmepumpen und Kühlgeräte sowie für die direkte Warmwassererwärmung
- Heizöl
- Erdgas / Biogas aus dem Netz
- Methanol
- Flüssiggas (LNG / Bio LNG / Propan / Butan).

### 2.3 Technische Lösungen

Eine Übergangslösung kann vielfältiger Natur sein. Nachfolgend sind technische Lösungen aufsteigend nach Komplexität und möglicher Einsatzzeit aufgeführt:

- Erhalt der bestehenden Energieerzeugungsanlage (Wartung und Unterhalt, Instandsetzung etc.).
- Adäquater Ersatz der bestehenden Anlage für kurz- bis mittelfristigen Einsatz.
- Mobile Energiezentrale für Heizung, Kühlung und Warmwasseraufbereitung. Weitere Informationen zu mobilen Heizzentralen sind in einem separaten Dokument zusammengestellt.
- Energiezentrale als längerfristige Übergangslösung für mehrere Gebäude, Areale, Quartiere und Einzelanlagen bei Grosskunden. Bei Zeithorizonten von 10 Jahren und mehr sind auch WKK-Anlagen denkbar. Sobald die Erschliessung mit dem thermischen Netz erstellt ist, kann diese Energiezentrale zum Beispiel als Spitzenlast- oder Notversorgung betrieben werden oder sie wird durch eine Hauptübergabestation ersetzt und komplett zurückgebaut. Notwendig ist eine klare Regelung und eine Betriebsbewilligung bezüglich der Nutzung als Übergangslösung (bis das thermische Netz vor Ort ist, Weiterbetrieb als Notversorgung, Rückbau etc.).

## 2.4 Wirtschaftliche und betriebliche Aspekte

Wie in Kapitel 2.1 erwähnt, kann der zukünftige Energieversorger die bestehende Anlage sofort übernehmen. In einem Wärmeliefer- oder Contractingvertrag werden alle Modalitäten zur Übergangslösung sowie zur zukünftigen Energieversorgung festgehalten. Folgende Kosten und Kostenkomponenten sind dabei zu beachten:

- Initiale Investitionskosten (mögliche Erstinvestition)
- Bereitstellungskosten
- Mietkosten
- Betriebskosten ohne Energieträger (exkl. Brennstoff und Strom)
- Energiekosten für Brennstoff und Strom
- Kosten für Pikettorganisation
- Wartungs- und Unterhaltskosten

Der Kunde sollte mindestens für die Betriebs- und Energiekosten der Übergangslösung aufkommen. Dabei können die bisherigen Betriebs- und Energiekosten der zu ersetzenden Erzeugungsanlage und/oder die zukünftigen Kosten beim Anschluss an das thermische Netz berücksichtigt werden.

Vorteilhaft aus Kundensicht ist, dass mit einem Anschluss an ein thermisches Netz eine CO<sub>2</sub>-arme(freie) Lösung in Aussicht steht. Aus Sicht des Energieversorgers liegt der Vorteil darin, dass Kunden früh gebunden werden, dies eine positive Signalwirkung nach aussen hat und mittel- bis langfristig mit einem betriebswirtschaftlichen Erfolg gerechnet werden kann. Kurzfristig ist jedoch mit einem höheren Aufwand und höheren Kosten zu rechnen, die das betriebswirtschaftliche Ergebnis in der Startphase belasten.

Wird die Übergangslösung als Dienstleistung angeboten und ist Bestandteil eines Wärmeliefer- oder Contractingvertrages, so sind aus betrieblicher Sicht folgende Leistungen zu berücksichtigen:

- Betrieb des Energieerzeugers inklusive Regelung bis zum Anschluss an das thermische Netz sowie Inbetriebnahme im ersten Betriebsjahr (falls notwendig).
- Unterhalt und jährliche Wartung, Feuerungskontrolle, Kaminfeger, alle benötigten Ersatz- und Verschleissteile, Störungsbehebung, 24h-Pikettdienst.
- Fahrt- und Arbeitszeiten.
- Anschlussgarantie an das thermische Netz.

Auf Kundenseite sind vielfach ebenfalls Massnahmen notwendig. Folgende Punkte sind zu beachten und gehen in der Regel zu Lasten des Kunden:

- Demontage der bestehenden Wärmeerzeugungsanlage.
- Montage der Übergangslösung.
- Anpassungen an das bestehende Heizsystem und an die Kaminanlage.

## 2.5 Rechtliche Rahmenbedingungen

Bei der Installation und beim Betrieb von Übergangslösungen sind diverse rechtliche Rahmenbedingungen zu beachten respektive einzuhalten. Folgende nicht abschliessende Auflistung zeigt einen Überblick dazu:

- Kantonale Energiegesetze und deren Vorschriften: In gewissen Kantonen ist der Wiedereinbau einer fossilen Heizung nicht oder nur mit zusätzlichen Auflagen möglich. Die Anforderungen beim Wiedereinbau einer fossilen Übergangslösung müssen entsprechend den jeweiligen kantonalen Energiegesetzgebungen eingehalten werden.
- Kantonales und/oder kommunales Bau- und Planungsgesetz: Die Baubewilligungspflicht für Anlagen ist zu prüfen (Wärmepumpe, Holzkessel etc.).
- Kantonaler und/oder kommunaler Erschliessungsplan und dessen Vorschriften.
- Luftreinhalteverordnung (LRV)
- Lärmschutzverordnung (LSV)
- Auflagen Gebäudeversicherung
- VKF-Brandschutzvorschriften

**Bemerkung:** Eine Übergangslösung entspricht nicht zwingend den gesetzlichen Vorgaben und ist vielfach nicht bewilligungsfähig. Hier sollten Kantone und kommunale Baubehörde entsprechend (pragmatische) Lösungen anbieten. Im besten Fall wird dies bereits im kantonalen Energiegesetz sowie in den «Erschliessungsvorschriften», welche Bestandteil der kommunalen Erschliessungs- und Nutzungsplanung sind, paragrafisch festgehalten. Wenn nicht, müssen Übergangslösungen jeweils (aufwändig) mit den Ämtern erarbeitet werden.

In jedem Fall ist eine frühzeitige Planung der Übergangslösung notwendig (Bewilligungen, Installationszeiten, Bedingungen vor Ort etc.). Es ist emp-

fehlenswert das Bewilligungsverfahren mindestens zweistufig durchzuführen:

1. Erschliessungs- und Nutzungsplanung: Diese Arbeit ist gemäss dem kantonalen und/oder kommunalen Bau- und Planungsgesetz durchzuführen. Dies kann im einfachen Fall die Baubewilligung enthalten oder das Trasse nur planerisch sichern. Bei der nur planerischen Sicherung muss danach ein Baugesuch eingereicht werden. Dies ist insbesondere bei aufwändigen baulichen Massnahmen notwendig (Einbauten in Grundwasser / Querungen von SBB-Trassen / Querungen von Gewässer / Bauten in belasteten Böden etc.).
2. Baugesuche: Baugesuche können nach unterschiedlichen Gewerken aufgeteilt werden: Baugesuch für nur «planerisch gesicherte» Trassen, Baugesuch für Wärmezentrale, Baugesuch für das Gebäude beim Wechsel des Wärme-Energieträgers, etc.

In diversen Gemeinden und Städten wird der Anschluss an ein thermisches Netz finanziell gefördert. Konkrete Angebote zu Übergangslösungen in Versorgungsgebieten, in welchen ein thermisches Netz zwar geplant, jedoch noch nicht gebaut ist, gibt es jedoch weniger. Beispielhaft werden an dieser Stelle Angebote der Städte Basel, Bern, Luzern, St.Gallen, Winterthur und Zürich beschrieben. Vertiefte Informationen sind über das Quellenverzeichnis zu finden.

### **Basel [11], [12]:**

Seit 2017 erlaubt die Energiegesetzgebung den Einbau fossiler Heizungen nur noch in Ausnahmefällen. Im November 2022 hat das Stimmvolk in Basel-Stadt den Gegenvorschlag zur Klimagerechtigkeitsinitiative angenommen, womit dem Netto-Null CO<sub>2</sub>-Emissions-Ziel bis 2037 zugestimmt wurde.

Die Industriellen Werke Basel (IWB) verdichten das bereits gut ausgebaute Fernwärmenetz, während gleichzeitig die Gasversorgung stillgelegt wird. Für Gasheizungen, die aufgrund der Gasnetzstilllegung vor Ablauf Ihrer Lebensdauer ersetzt werden müssen, ist eine Restwertentschädigung vorgesehen.

In Gebieten, die im Teilrichtplan Energie als Fernwärmegebiete oder Wärmeverbundgebiete bezeichnet sind, sind Übergangslösungen für den befristeten Ersatz des Wärmeerzeugers zulässig. Hierbei kann der defekte Wärmeerzeuger befristet durch einen fossilen Wärmeerzeuger ersetzt werden. Der Anschluss an ein Wärmenetz hat aber zwingend und unmittelbar zu erfolgen, sobald der

Anschluss möglich wird. Der befristet eingesetzte fossile Wärmeerzeuger ist dann umgehend stillzulegen und auszubauen. Abhängig vom Zeitpunkt des Anschlusses an das Wärmenetz gelten folgende Bedingungen:

- Bis maximal 3 Jahre nach Installation der Übergangslösung: keine Bedingungen
- Bis maximal 8 Jahre nach Installation der Übergangslösung: Umsetzung einer Massnahme gemäss [11] Anhang 7 oder Nachweis GEAK-Klasse D (Gesamtenergie)
- Ist innerhalb von 8 Jahren nach Installation der Übergangslösung kein Anschluss an das Wärmenetz möglich, ist eine Standardlösungskombination gemäss [11] Anhang 7 umzusetzen oder die Erreichung der GEAK-Klasse C (Gesamtenergie) nachzuweisen.

Im Versorgungsgebiet der Industriellen Werke Basel (IWB) stellt IWB eine Übergangslösung zur Verfügung, falls eine Heizung mit fossilem Energieträger ersetzt werden muss und am Standort ein thermisches Netz noch nicht verfügbar ist. Von IWB wird dabei ein Heizkessel als Mietlösung zur Verfügung gestellt. Sobald die Liegenschaft an das thermische Netz angeschlossen werden kann, wird die Übergangslösung rückgebaut und eine Übergabestation installiert.

### **Bern [13]:**

Sollte in der Stadt Bern eine Heizung ersetzt werden müssen, bevor das thermische Netz zur Verfügung steht, wird von Energie Wasser Bern und dem Ökofonds für erneuerbare Energien eine Übergangslösung finanziell unterstützt.

Angesprochen sind Hauseigentümer/innen, die spätestens fünf Jahre nach Gesuchstellung einen Anschluss an ein geplantes thermisches Netz realisieren. Finanziell unterstützt werden allfällige Reparaturen oder, falls eine Reparatur unverhältnismässig ist, eine provisorische Heizungslösung.

### **Luzern [14], [15], [16]:**

Die Stadt Luzern hat eine neue Klima- und Energiestrategie, welche im September 2022 von den Stimmberechtigten angenommen wurde. Es werden darin langfristige strategische Zielsetzungen formuliert und sie umfasst 32 konkrete Massnahmen, welche in den nächsten Jahren umgesetzt werden sollen, unter anderem auch der Ausbau der thermischen Netze. Dabei sollen in Zusammenarbeit mit Energie Wasser Luzern (ewl) und Dritten Konzepte für sinnvolle Übergangslösungen in Gebieten mit geplanten Fern- und Nahwärmenetzen entwickelt und angeboten werden.

Voraussetzung ist die Energieplanung 2.0. Es werden dabei geeignete Gebiete für thermische Netze unterschiedlicher Ausprägung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, CO<sub>2</sub>-Emissionen und Charakterisierung der Konkurrenzsituation mit dezentralen erneuerbaren Energieträgern sowie Auswirkungen auf das Gasverteilnetz ausgearbeitet.

Weitere Voraussetzung für eine Übergangslösung ist gemäss neuem Bau- und Zonenreglement (noch nicht rechtskräftig), dass diese während maximal 10 Jahren und längstens bis 31. Dezember 2040 betrieben werden kann, wenn eine von der Eigentümerschaft der Liegenschaft und von einem konzessionierten Betreiber eines Wärmenetzes unterzeichnete Anschlussbestätigung an das zu mindestens 75 % mit erneuerbarer Energie versorgte Wärmenetz vorliegt. Der Anschluss an das Wärmenetz hat zu erfolgen, sobald dieser möglich ist

#### **St.Gallen [17]:**

In St.Gallen übernimmt der städtische Energieversorger (St.Galler Stadtwerke) die Verantwortung für die Übergangslösung zu denselben Konditionen wie für den späteren Fernwärmeanschluss. Bedingung ist, dass für das Versorgungsgebiet ein Ausbaulos der Fernwärme für die nächsten drei bis fünf Jahre parlamentarisch beschlossen wurde.

Für Ausbaulose, bei welchen noch kein parlamentarischer Beschluss vorliegt, bieten die St.Galler Stadtwerke in Übereinstimmung mit dem Energiekonzept 2050 der Stadt St.Gallen eine Übergangslösung mit einem Blockheizkraftwerk (BHKW) oder mit einer Wärmepumpe an. Die Bedingungen für ersteres sind eine ausreichende Heizlast von mindestens 90 kW und eine Vertragsdauer, die der Nutzungsdauer des BHKW entspricht. Für Objekte, welche für den Fernwärmeausbau von ausschlaggebender Bedeutung sind, bieten die St.Galler Stadtwerke zudem eine weitere Übergangslösung an. Hierbei betreibt der Energieversorger die bestehende Heizung auf eigene Kosten und eigenes Risiko bis zur Fernwärmerschliessung oder für maximal 5 Jahre weiter. Kann innerhalb der Vertragslaufzeit eine Fernwärmeanschluss realisiert werden, besteht eine Anschlusspflicht.

#### **Winterthur [18], [19], [20], [21]:**

Die Stadt Winterthur hat einen neuen kommunalen Energieplan welcher am 31. Oktober 2022 vom Stadtparlament angenommen wurde. Die Baudirektion des Kantons Zürich muss diesen noch genehmigen, womit dieser voraussichtlich 2023 in Kraft treten wird. Der Energieplan beinhaltet lang-

fristige strategische Zielsetzungen, welche in den nächsten Jahren umgesetzt werden.

Wie in Zürich soll Gas ab 2040 nicht mehr flächendeckend, sondern nur noch für Prozesse in den Industrie- und Gewerbebezonen und zur Spitzenlastdeckung in Wärmeverbunden zur Verfügung stehen. Um Gaskunden genügend Zeit für die Umstellung der Heizung zu gewähren, wird die Stilllegung der Gasversorgung, wenn möglich mindestens 10 Jahre im Voraus bekannt gegeben (siehe auch [22]). Überdies benötigt der (Aus-)Bau der thermischen Netze in den Verbundgebieten in den kommenden Jahren Zeit, somit ist ein koordinierter, etappierter Gasrückzug sowie ein Angebot von Übergangslösungen erforderlich.

Stadtwerk Winterthur bietet bereits jetzt projektspezifische Übergangslösungen dort an, wo es einen bestehenden Wärmeverbund gibt oder eine konkrete Baubewilligung vorliegt. Das Angebot wird zudem weiterentwickelt und kontinuierlich ausgebaut. Der Anschluss an ein Wärmenetz wird von der Stadt gefördert.

#### **Zürich [23], [24], [25], [26], [27], [28]:**

Die Stadt Zürich hat zum Ziel den CO<sub>2</sub>-Ausstoss bis 2040 auf Netto-Null zu reduzieren. Die Transformation der Wärmeversorgung ist dafür von entscheidender Bedeutung. Das kantonale Energiegesetz (EnerG) und die kommunale Wärmeversorgungsverordnung (WVV) der Stadt Zürich stützen diese Entwicklung. Entscheidende Eckpunkte in der WVV sind folgende:

- Gebäude der Stadt Zürich werden ab 2040 kein fossiles Gas für Heizung und Warmwasser verwenden. Gebäude der Stadtverwaltung bereits ab 2035.
- Thermische Netze erschliessen bis 2040 mindestens 60 % des Siedlungsgebiets.
- Eine gebietsweise Stilllegung des Gasverteilnetzes erfolgt nur dort, wo eine alternative Wärmeversorgung besteht. Stilllegungen werden im Grundsatz mindestens 10 Jahre im Voraus angekündigt. In Gebieten mit thermischen Netzen kann die Vorankündigungszeit kürzer sein, sie beträgt aber mindestens 5 Jahre (siehe auch [22]).

Die Versorgung mit Wärme und Kälte durch thermische Netze wird etappenweise kontinuierlich ausgebaut. Die entsprechenden Gebiete werden im Rahmen der kommunalen Energieplanung festgelegt und durch die beauftragten Energieversorgungsunternehmen umgesetzt.

Für den Heizungsersatz gibt es von der Stadt ein Förderprogramm, in welchem auch der Anschluss an ein thermisches Netz gefördert wird. Für Gebäude, die erst in einigen Jahren an ein thermisches Netz angeschlossen werden können, aber schon vorher eine neue Heizung benötigen, müssen Übergangslösungen gefunden werden. Zu diesem Zweck bietet die Stadt Zürich in den Gebieten, in denen bis 2024 das Gasverteilnetz stillgelegt wird (Zürich Nord) eine kostenlose Energieberatung an.

Um den Ersatz fossiler Heizungen durch klimafreundliche Lösungen zu beschleunigen, werden nicht-amortisierte Investitionen beim vorzeitigen Heizungsersatz mit einer Restwertentschädigung zusätzlich gefördert, vorerst bis 2024 [29].

Weiter bieten ERZ und Energie 360° als Partnerin von ERZ in Quartieren, die durch die Erweiterung der ERZ-Fernwärmenetze erschlossen werden, sogenannte Gemeinschaftsanschlüsse an. Dabei werden dicht aneinandergebaute Gebäude durch ein Nahwärmenetz verbunden und so gemeinsam an die Fernwärme oder falls diese noch nicht vorhanden ist an eine Übergangslösung angeschlossen. Diese Möglichkeit bietet für die Kunden finanzielle Vorteile, da die Investitionskosten über mehrere Eigentümer verteilt werden.

## 3 Praxiserfahrungen

### 3.1 Hürden

Um den Ausbau und die Wirtschaftlichkeit von thermischen Netzen langfristig zu gewährleisten, machen die nachfolgend aufgeführten Hürden Übergangslösungen notwendig:

- Der notwendige Platz für die leitungsgebundene Wärme- und Kälteverteilung im urbanen Gebiet ist vielfach bereits ausgereizt (oberwie auch unterirdisch).
- Nach Sanierungen von Strassenzügen sind in der Regel für weitere fünf Jahre keine neuen Strassenaufbrüche mehr möglich. Dies verzögert Hausanschlüsse oder auch Feinerschliessungen im Quartier um weitere fünf Jahre.

Ein strategisch langfristiges und koordiniertes Bauen, insbesondere im urbanen Gebiet, ist deshalb unerlässlich. Das ist jedoch aufwändig, ressourcen- und zeitintensiv. Hier sind insbesondere die zuständigen Abteilungen der Gemeinde und Energieversorger gefordert, dies bei der Anschluss- und Versorgungsplanung thermischer Netze entsprechend zu planen und zu koordinieren.

### 3.2 Hemmnisse

Die folgenden Hemmnisse sind bei der Planung und beim Betrieb von Übergangslösungen zu beachten:

- Eine der grössten Herausforderungen im Bestandsbau ist der Platzbedarf für mobile und stationäre Energiezentralen.
- Ein Gemeinschaftsanschluss als Übergangslösung benötigt vielfach ein grösseres Abgasrohr und kann vielfach nur als Aussenkaminanlage ausgeführt werden. Das wiederum erfordert eine Bewilligung und einen Heizzentralenstandort nahe an der Aussenwand.
- Unklare rechtliche Rahmenbedingungen mit teilweise sehr aufwändigen Bewilligungsverfahren (siehe auch Kapitel 2.5). Beispiel: Wenn die kommunale Baubehörde den Inselbetrieb der Fernwärme mit einer Gasheizung für einen Neubau als «Gasheizung» und nicht als «Übergangslösung» einstuft, wird keine Baubewilligung erteilt. Der Aufwand für eine erneute Prüfung mit einer (befristeten) Betriebsbewilligung ist dabei nicht zu unterschätzen.
- Lärm- und Geruchs-Emissionen von mobilen Energiezentralen.

### 3.3 Best-Practice Beispiele

#### 3.3.1 Kommunale Energierichtpläne und Kommunikation

Installateure, Planer oder Energieberater sind vielfach der Erstkontakt bei Gebäudeeigentümern und sind auf Informationen und Hinweise zu entsprechenden Angeboten sowie Bedingungen beim Anschluss an ein thermisches Netz angewiesen. Hilfreich sind daher interaktive und öffentlich zugängliche kommunale Energierichtpläne und klare Kommunikationsmittel der Gemeinde und der Energieversorger. Diese ermöglichen rasch und parzellengenau die wichtigsten Informationen zu erhalten (Stossrichtung der Energieplanung, priorisierte Technologie im entsprechenden Gebiet, möglicher Anschlusszeitpunkt an ein geplantes thermisches Netz etc.).

Von diversen Städten werden solche interaktiven und periodisch aktualisierte Karten mit Informationen zum entsprechenden Gebiet zur Verfügung gestellt. Beispielhaft aufgeführt sind Informationen für folgende Städte: Basel [30], Bern [31], Luzern [32], Winterthur [33] und Zürich [34]).

#### 3.3.2 Fördergelder und Subventionen:

Fördergelder werden vielfach nach dem Giesskannenprinzip verteilt. Das bedeutet, dass der Kunde auch Fördergelder für dezentrale Wärmepumpen oder Holzfeuerungen erhält, obwohl im Gebiet ein thermisches Netz vorgesehen ist. Zudem ist die Förderung von Wärmepumpen oder Holzfeuerungen vielfach grosszügiger als diejenige für die Fernwärme. Das ist für den Ausbau der thermischen Netze ein grundsätzliches Problem.

Kantone haben jedoch die Möglichkeit, in Gebieten in welchen die Gemeinde eine parzellenscharfe, räumliche Zuteilung durchgeführt hat und ein thermisches Netz geplant ist, beim Vollzug des Gebäudeprogramms die Förderung von erneuerbaren Einzelheizsystemen auszusetzen. Das BFE empfiehlt dabei, unter anderem folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Das thermische Netz nutzt vorhandene Energieressourcen optimal und kann wirtschaftlich betrieben werden.
- Neben der parzellenscharfen, räumlichen Zuteilung sollte auch das geplante Netz einen gewissen Projektfortschritt mit sich bringen und den Hauseigentümerinnen und Hauseigentümern ermöglichen, spätestens innert 3 Jahren an den Verbund anschliessen zu können.

#### 3.3.3 Anmeldung Übergabelösung bis Anschluss an das thermische Netz an Beispielen in Basel:

Beispiel 1: Gemäss Energierichtplan liegt die Liegenschaft im Fernwärmegebiet. Anhand der Karte von IWB konnte ermittelt werden, dass der Anschluss an die Fernwärme innerhalb der nächsten drei Jahre möglich ist. Daraufhin wurde bei IWB ein Anschlussgesuch eingereicht. Mit den notwendigen Unterlagen wurde der Einbau der Übergangslösung über das Portal «Meldung fossilbefeuerte Heizung» beim Kanton eingegeben. Daraufhin wurde der Eigentümerschaft das Standardschreiben «Einverständniserklärung» zugestellt. Mit der Rücksendung der unterschriebenen Einverständniserklärung wurde die Meldung offiziell von Seiten Kanton bestätigt, gleichzeitig wurde diese Information an IWB weitergegeben. Da in diesem Fall die Übergangslösung mit Gas nicht lange in Betrieb sein sollte (3 Jahre) hat sich die Eigentümerschaft für den Einbau eines Mietkessels von IWB entschieden. Zur Info: Mietkessel werden teilweise auch von Installateuren angeboten und müssen nicht zwingend von IWB kommen. Nach 3 Jahren Betrieb konnte der Anschluss an die Fernwärme realisiert werden. Da die Übergangslösung nur für 3 Jahre in Betrieb war, mussten keine Standardlösungen umgesetzt werden.

Beispiel 2: Auch in diesem Fall liegt die Liegenschaft im Fernwärmegebiet, der Anschluss an die Fernwärme ist jedoch erst in 7 Jahren möglich. Das Vorgehen in Bezug auf den Vollzug geschah wie im Beispiel oben. Jedoch wurde eine neue Gasheizung und kein Mietkessel installiert. Da die Gebäudehülle noch nicht energetisch ertüchtigt war, ist als erste Standardlösung nach 3 Jahren Betrieb die Dämmung des Dachs ausgeführt worden. An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass bereits ausgeführte Massnahmen angerechnet werden, sofern diese nicht mehr als 10 Jahre zurück liegen und die Anforderungen für Förderbeiträge eingehalten werden.

Kann der Anschluss an die Fernwärme nun innerhalb der vorgesehenen 7 Jahre erfolgen, ist keine zweite Standardmassnahme erforderlich. Ansonsten müsste z. B. der Ersatz der Fenster gegenüber dem Einbau eines Wärmepumpenboilers aus Sicht Energiefachstelle favorisiert werden. Hier liegt ein wenig die Schwachstelle der Vorgaben: Entscheidet sich die Eigentümerschaft für den Einbau eines Wärmepumpenboilers, dann wird bei einem Anschluss an die Fernwärme nur die heizungsseitige Wärmeversorgung über die Fernwärme realisiert. Das darf so gemacht werden, im Idealfall aber erfolgt die Wärmeversorgung komplett über Fernwärme.

### 3.3.4 Nahwärmeverbund als Insellösung:

Bei Insellösungen werden Energiezentralen mit einem kleinen Verteilnetz geplant und betrieben. Das Verteilnetz versorgt dabei mehrere Gebäude, Areale oder einzelne Quartiere im Versorgungsgebiet eines geplanten thermischen Netzes. Ziel ist es diese Übergangslösung nach Anschluss an das thermische Netz zurückzubauen oder eventuell noch als Notversorgung zu betreiben.

In einem konkreten Fall wurde dies im Versorgungsgebiet von Regio Energie Solothurn durch einen Neubau (Schlüsselkunde) mit 450 kW Anschlussleistung ausgelöst. Das ohnehin notwendige Backup für eine Notversorgung übernimmt in der ersten Phase diese Wärmezentrale.

Ein weiteres Beispiel ist in Solothurn West der Neubau VEBO-Soleure. Der Aufbau der Fernwärmeinsel verbindet mehrere Neubauten und wird später an das Fernwärmenetz der KVA angeschlossen. Bis dahin wird die ohnehin vorgesehene Gas-Notversorgung die Wärme erzeugen.

In einem Gebiet der Stadt Zürich ist ein grosser Energieverbund geplant, welcher voraussichtlich im Jahre 2025 in Betrieb genommen wird. In diesem Gebiet plant ein privater Eigentümer einen Ersatzneubau. Derselbe Eigentümer besitzt angrenzend zum Ersatzneubau weitere Liegenschaften. Mit diesem privaten Eigentümer hat der Energiedienstleister, welcher den Energieverbund plant, baut und betreiben wird einen Energieversorgungsvertrag mit Übergangslösung abgeschlossen. Von einer benachbarten grossen Infrastruktur-Liegenschaft werden mit einem fossilen Kessel (mit 20 % Biogasanteil zur Erfüllung des damals geltenden Energiegesetzes) über Fernwärmeleitungen der Ersatzneubau sowie die bestehenden Liegenschaften von 2021 bis 2025 beheizt. Die Fernwärmeleitungen sowie die Fernwärmeübergabestationen werden fertig ausgebaut. Im Jahre 2025 erfolgt der Anschluss der Fernleitung an den neuen Energieverbund und damit die erneuerbare Versorgung über den Energieverbund. Damit konnte der Grosskunde für den Energieverbund gewonnen werden, was wichtig für einen wirtschaftlichen Betrieb des neuen Energieverbundes ist.

**Wichtig:** Solche Insellösungen werden vielfach fossil mit Gas oder Heizöl betrieben. Eine Bewilligung des Kantons und der kommunalen Baubehörde ist notwendig bis das thermische Netz vor Ort ist.

### 3.3.5 Minergie-Label

Das Minergie-Label kann für Investoren und/oder Gebäudeeigentümer ein wichtiges Vermarktungsinstrument sein. Daher ist es für sie wichtig zu wissen, ob das Label auch beim Einsatz einer (fossilen) Übergangslösung erteilt werden kann.

Die folgende Fragen wurden mit dem Verein Minergie geklärt (siehe auch Anwendungshilfen bei «Arbeitsdokumente» im Feld «Grundlagen» auf der Webseite von Minergie [35]).

*Kann das Label direkt (provisorisch) erteilt werden? Welche Nachweisdokumente sind für einen zukünftigen Fernwärmeanschluss notwendig und welche Fristen sind zu beachten?*

Die aktuelle Handhabung ist folgendermassen:

- Wird der Standort des Projekts in den nächsten fünf bis acht Jahren mit Fernwärme erschlossen, so kann für den Nachweis des prov. Zertifikats Fernwärme als Energieträger eingesetzt werden und das prov. Zertifikat mit einer Gültigkeit von maximal acht Jahren entsprechend ausgestellt werden. Dem Antrag ist ein unterschriebener Wärmeliefervertrag über den zukünftigen Anschluss mit einem Zeitplan für die Erschliessung beizulegen.
- Mit der Inbetriebnahme des Gebäudes wird der Nachweis mit allen Beilagen für die definitive Zertifizierung eingereicht. Die Zertifizierungsstelle prüft alles und stellt den Antragstellenden eine Bestätigung zur positiven Prüfung aus und dem Hinweis, dass das definitive Zertifikat mit Anschluss an die Fernwärme ausgestellt werden kann.
- Nach Anschluss an die Fernwärme wird eine Anschlussbestätigung und das IBS-Protokoll der Wärmeerzeugung eingereicht, worauf die Zertifizierungsstelle das definitive Zertifikat ausstellen kann.

*Kann das Label auch verzögert erteilt werden?*

Das Minergie-Label kann zu jedem Zeitpunkt beantragt werden. Minergie macht keine Vorgaben, wann das Gebäude erstellt wurde. Es gilt die jeweilige Nachweisversion welche zum Zeitpunkt der Einreichung gültig ist.

Sobald das Minergie-Label beantragt wird, wird die provisorische Zertifizierung in den nächsten rund drei Monaten durchgeführt. Eine längerfristige Verzögerung ist nicht möglich und würde zu einem Abbruch des Prozesses führen.

Zu beachten gilt jedoch, dass Minergie Vorgaben zur Definition der Fernwärme und zu dem maximalen fossilen Anteil in einem Fernwärmenetz macht.

### 3.3.6 Occasionsmarkt für gebrauchte Heizungen (Holz-, Gas- und Ölf Feuerungen)

Für Energieversorger ist die Möglichkeit über Heizungsanlagen zu verfügen, welche für einen Einsatz als Übergangslösung in Frage kommen, zu prüfen. Dieser Ansatz könnte auch in Zusammenarbeit mit Immobilien-Gesellschaften mit mehreren Objekten im Versorgungsgebiet von thermischen Netzen interessant sein. Beispiel: Objekt 1 liegt im Versorgungsgebiet und könnte bereits angeschlossen werden, die bestehende Gasheizung ist aber erst fünf Jahre alt und man würde noch mindestens 10 Jahre zuwarten. Objekt 2 hat eine altersschwache Gasheizung. Es dauert aber noch fünf Jahre bis die Fernwärme vor Ort ist und das Objekt angeschlossen werden kann. Damit die Immobilien-Gesellschaft rasch CO<sub>2</sub>-Einsparungen realisieren kann, sollte der Anschluss ans thermische Netz bei Objekt 1 sofort realisiert werden und die Gasheizung aus Objekt 1 in Objekt 2 installiert werden.

Zum Teil bieten Hersteller sogenannte «Wanderkessel» an, die mit Gas- oder Öl betrieben sind. Diese können, sobald die Fernwärme vor Ort ist, zu einem abgeschriebenen Wert zurückgegeben werden. Dieses Angebot hat zum Beispiel ein bekannter Energieversorger mit einem Hersteller in einem Rahmenvertrag entsprechend vereinbart.

### 3.3.7 WKK-Anlagen:

Aktuell wird im Kanton Solothurn von zwei namhaften Industriekunden geprüft, ob WKK-Anlagen als Übergangslösung für die künftige Kopplung von thermischen Netzen und zum stromgeführten Betrieb in Strommangellagen möglich sind. Die beiden Industriekunden haben das primäre Interesse an einer gesicherten Stromversorgung. Regio Energie Solothurn konnte aufzeigen, dass ein Bedürfnis an Wärme vorhanden ist und ein Anschluss an die Fernwärme gerechtfertigt ist. Somit ergeben sich zwei Zusatznutzen für die Industriekunden. Die gasgestützte Wärmeerzeugung wird im Regelbetrieb sofort CO<sub>2</sub>-frei (Absenkpfad EnAW wird erfüllt) und der Wärmeversorger trägt einen Teil der Kosten für die WKK-Anlage.

Es stellt sich die Frage, ob dies als Übergangslösung oder eher als eine Notstromversorgungsanlage zu betrachten ist und betriebsbewilligungsfähig ist.

## 4 Handlungsempfehlungen

Auf Basis der vorangegangenen Kapitel und den Erfahrungen aus der Praxis sind für Energiedienstleister, welche bis heute noch keine Übergangslösungen anbieten, folgende Handlungsfelder und Empfehlungen von Bedeutung:

- Nachfrage im Versorgungsgebiet
  - Versorgungsgebiet definieren
  - Anschlusspotenzial abschätzen
- Heizungsbestand im Versorgungsgebiet
  - Erheben des aktuellen Heizungsbestands (Energieträger, Alter der Anlage, Lage im Versorgungsgebiet, Möglichkeit für alternative Energieversorgung,
- Ausarbeiten Angebot Übergangslösung (technisch, betrieblich, Businessmodell etc.)
  - Notwendiges technisches, betriebliches und administratives Knowhow
  - Interne technische, betriebliche und administrative Ressourcen
  - Angebot definieren
  - Kommunikationsstrategie erarbeiten
- Wirtschaftlichkeit und Risikobeurteilung
  - Betriebswirtschaftliche Machbarkeit prüfen
  - Risikobeurteilung (technisch, betrieblich, wirtschaftlich)

## 5 Quellenverzeichnis

- [1] T. Nussbaumer, S. Thalmann, A. Jenni, und J. Ködel, *Planungshandbuch Fernwärme*, Version 1.3. Zürich: Verenum Dr. Thomas Nussbaumer, 2021. [Online]. Verfügbar unter: [http://www.verenum.ch/Planungshandbuch\\_QMFW.html](http://www.verenum.ch/Planungshandbuch_QMFW.html)
- [2] S. Thalmann, S. Mennel, A. Jenni, und T. Nussbaumer, *Leitfaden zur Planung von Fernwärme-Übergabestationen*, Version 1.0. Zürich: Verenum AG, 2020. [Online]. Verfügbar unter: [http://www.verenum.ch/Dokumente\\_QMFW.html](http://www.verenum.ch/Dokumente_QMFW.html)
- [3] S. Thalmann, A. Hurni, S. Mennel, und T. Nussbaumer, «Faktenblatt Thermische Netze», Verenum AG, Zürich, Feb. 2021. [Online]. Verfügbar unter: [http://www.verenum.ch/Dokumente\\_QMFW.html](http://www.verenum.ch/Dokumente_QMFW.html)
- [4] J. Ködel, G. Oppermann, O. Arnold, M. Büchler, und M. Jutzeler, «Leitfaden Fernwärme / Fernkälte», Verband Fernwärme Schweiz für Bundesamt für Energie, Niederrohrdorf, Schlussbericht, Aug. 2018. Zugegriffen: 15. August 2019. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.fernwaerme-schweiz.ch/fernwaerme-deutsch-wAssets/docs/Dienstleistungen/Leitfaden-Fernaerme-Fernkaelte/Fernwaerme\\_Leitfaden-deutsch.pdf](https://www.fernwaerme-schweiz.ch/fernwaerme-deutsch-wAssets/docs/Dienstleistungen/Leitfaden-Fernaerme-Fernkaelte/Fernwaerme_Leitfaden-deutsch.pdf)
- [5] Bundesamt für Energie BFE, «Programm Thermische Netze - Publikationen», 2021 2016. <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/suche?keywords=658> (zugegriffen 26. Januar 2022).
- [6] Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW, «Richtlinien für Fernwärme», Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW, Zürich, 2017. Zugegriffen: 26. Januar 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.svgw.ch>
- [7] S. Frederiksen und S. Werner, *District heating and cooling*, 1. Auflage. Lund: Studentlitteratur, 2013.
- [8] Schweizerische Eidgenossenschaft, «Swiss Geoportal, Wärme- und Kältenachfrage von Industrie, Wohnen und Dienstleistungen sowie bestehende thermische Netze», *geo.admin.ch*. <https://map.geo.admin.ch> (zugegriffen 19. März 2021).
- [9] A. Kirchner u. a., «Energieperspektiven 2050+ - Kurzbericht», Prognos AG, INFRAS AG, TEP Energy GmbH und Ecoplan AG i.A. des Bundesamts für Energie BFE, Bern, 2020. Zugegriffen: 26. Januar 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html>
- [10] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, «SIA 108 - Ordnung für Leistungen und Honorare der Ingenieurinnen und Ingenieure der Bereiche Gebäudetechnik, Maschinenbau und Elektrotechnik», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich, Richtlinie SN 508108, Jan. 2020. Zugegriffen: 20. Oktober 2022. [Online]. Verfügbar unter: <http://shop.sia.ch/normenwerk/ingenieur/sia%20108/d/2020/D/Product>
- [11] Kanton Basel Stadt, «Verordnung zum Energiegesetz (SG 772.110)», *Systematische Gesetzessammlung Kanton Basel-Stadt*. [https://www.gesetzessammlung.bs.ch/app/de/texts\\_of\\_law/772.110](https://www.gesetzessammlung.bs.ch/app/de/texts_of_law/772.110) (zugegriffen 3. November 2022).
- [12] Industrielle Werke Basel IWB, «Übergangslösung», 15. Dezember 2020. <https://www.iwb.ch/Fuer-Zuhause/Waerme/Heizung-ersetzen/uebergangsloesung.html> (zugegriffen 20. Oktober 2022).
- [13] Energie Wasser Bern ewb, «Förderprogramm Übergangslösung Heizungsersatz». <https://www.ewb.ch/angebot/foerderprogramme/foerderprogramm-heizungsersatz.php> (zugegriffen 20. Oktober 2022).
- [14] Stadt Luzern, «Klima- und Energiestrategie Stadt Luzern in Kürze», Luzern, Kurzfassung, Juni 2021. Zugegriffen: 2. November 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.stadtluzern.ch/dienstleistungeninformation/38>
- [15] Stadt Luzern, «Klima- und Energiestrategie Stadt Luzern», Luzern, Bericht und Antrag an den Grossen Stadtrat von Luzern vom 30. Juni 2021 (StB 524) B+A 22/2021 (StB 524), Juni 2021. Zugegriffen: 2. November 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.stadtluzern.ch/dienstleistungeninformation/38>
- [16] Stadt Luzern, *Bau- und Zonenreglement der Stadt Luzern (Version öffentliche Auflage von 24. Oktober bis 22. November 2022)*. noch nicht rechtskräftig, S. 43. Zugegriffen: 2. November 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://dialogluzern.ch/processes/bzo/f/172/>
- [17] St.Galler Stadtwerke, «St.Galler Wärme», *Wärme - Produkte*. <https://www.sgs.ch/home/waerme.html> (zugegriffen 2. Dezember 2022).
- [18] Stadt Winterthur, «Kommunaler Energieplan Winterthur - Das Instrument zur Koordination der Wärmeversorgung», Stadt Winterthur, Winterthur, Broschüre, Juni 2022. Zugegriffen: 2. November 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://stadt.winterthur.ch/gemeinde/verwaltung/stadtkanzlei/kommunikation-stadt-winterthur/medienmitteilungen-stadt-winterthur/revision-des-energieplans-fuer-die-waermeversorgung-1>
- [19] R. Gnehm, A. Greter, und B. Hösli, «Stadt Winterthur - Revision Kommunale Energieplanung», Planar AG für Raumentwicklung, Zürich, Erläuterungsbericht, Apr. 2022. Zugegriffen: 2. November 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://parlament.winterthur.ch/politbusiness/1583540>
- [20] Stadtwerk Winterthur, «Wärme», *Wohlige Wärme für ihr Zuhause*. <https://stadtwerk.winterthur.ch/privatkundschaft/angebote/heizen> (zugegriffen 2. November 2022).
- [21] Stadtwerk Winterthur, «Förderaktionen», *Förderaktionen*. <https://stadtwerk.winterthur.ch/privatkundschaft/nachhaltigkeit/foerderaktionen> (zugegriffen 2. November 2022).

- [22] A. Grüniger u. a., «Ergänzungsstudie Direktumstieg Gas-Fernwärme Stadt Zürich», eicher+pauli Olten AG und INFRAS, Olten und Zürich, Schlussbericht, März 2022. Zugriffen: 2. November 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.infras.ch/de/projekte/ausbau-fernwaerme-stillegung-gasnetz-direktumstieg-von-gas-auf-fernwaerme-in-der-stadt-zuerich/>
- [23] Kanton Zürich, *Energiegesetz (EnerG)*, Bd. 730.1\_19.6.83\_118. 2022, S. 13. Zugriffen: 2. November 2022. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.zhlex.zh.ch/Erlass.html?Open&Ordnr=730.1>
- [24] Stadt Zürich, «Wärmeversorgungsverordnung (WVV)», Zürich, Verordnung, Nov. 2021. Zugriffen: 3. November 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.stadt-zuerich.ch/energie/de/index/energiepolitik/aktuelles/wvv.html>
- [25] Stadt Zürich, «Geplante Fernwärmenetze - Stadt Zürich». <https://www.stadt-zuerich.ch/energie/de/index/heizen-kuehlen/fernwaerme/waerme-zuerich/geplante-netze.html> (zugegriffen 20. Oktober 2022).
- [26] Stadt Zürich, «Stadtratsbeschluss STRB Nr. 0382/2021 - Stadt Zürich». [https://www.stadt-zuerich.ch/portal/de/index/politik\\_u\\_recht/stadtrat/geschaefte-des-stadtrates/stadtratsbeschluesse/2021/Apr/StZH\\_STRB\\_2021\\_0382.html](https://www.stadt-zuerich.ch/portal/de/index/politik_u_recht/stadtrat/geschaefte-des-stadtrates/stadtratsbeschluesse/2021/Apr/StZH_STRB_2021_0382.html) (zugegriffen 20. Oktober 2022).
- [27] Stadt Zürich, «Förderprogramme Heizungsersatz - Stadt Zürich». <https://www.stadt-zuerich.ch/energie/de/index/foerderung/Heizungsersatz.html> (zugegriffen 2. November 2022).
- [28] Energie 360° AG, «Energie 360° AG - Anschluss ans Fernwärmenetz», *Energie 360°*, 8. Juli 2020. <https://www.energie360.ch/de/unternehmen/planung-produktion/fuer-zueri/fernwaerme-zuerich/> (zugegriffen 3. November 2022).
- [29] Stadt Zürich, «Restwertentschädigung bei vorzeitigem Heizungsersatz», *Restwertentschädigung bei vorzeitigem Heizungsersatz*. [https://www.stadt-zuerich.ch/energie/de/index/foerderung/alle-foerderprogramme/Restwertentschaedigung\\_Heizungsersatz.html](https://www.stadt-zuerich.ch/energie/de/index/foerderung/alle-foerderprogramme/Restwertentschaedigung_Heizungsersatz.html) (zugegriffen 2. Dezember 2022).
- [30] Industrielle Werke Basel IWB, «Wärmelösungen für Basel-Stadt», *Welche Wärmelösung ist an meiner Adresse vorgesehen?*, 31. August 2020. <https://www.iwb.ch/Fuer-Zuhause/Waerme/Waermeloesungen-Basel-Stadt.html> (zugegriffen 20. Oktober 2022).
- [31] Kanton Bern, «Geoportal Kanton Bern», *Kommunale Richtpläne Energie*. [https://www.map.apps.be.ch/pub/synserver?project=a42pub\\_komrpe&userprofile=geo&language=de](https://www.map.apps.be.ch/pub/synserver?project=a42pub_komrpe&userprofile=geo&language=de) (zugegriffen 20. Oktober 2022).
- [32] Stadt Luzern, «Erneuerbar Heizen Luzern: Heizung ersetzen mit erneuerbarer Energie», *Mit welchem erneuerbaren Energieträger kann ich mein Haus heizen?* <https://www.klimafreundlichheizen.ch/> (zugegriffen 2. November 2022).
- [33] Stadt Winterthur, «Stadtplan Winterthur - Energieplan interaktiv», *Stadtplan Winterthur*. <https://stadtplan.winterthur.ch/?topic=Energieplan> (zugegriffen 27. Oktober 2022).
- [34] Stadt Zürich, «EnerGIS», *Erneuerbar heizen: Ihre Optionen*. <https://www.stadt-zuerich.ch/energis/frontend/> (zugegriffen 20. Oktober 2022).
- [35] Verein Minergie, «Mit Minergie zertifizieren», *Mit Minergie zertifizieren*. <https://www.minergie.ch/de/zertifizieren/minergie/> (zugegriffen 16. Februar 2023).



Dieses Projekt wurde mit Mitteln aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union unter der Finanzhilfvereinbarung Nr. 952873 finanziert.

Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren. Sie spiegelt nicht unbedingt die Meinung der Europäischen Union wider. Weder die Europäische Kommission noch die Autoren sind für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich.