

Umstellung bestehender städtischer Fernwärme- und Fernkältesysteme von fossilen auf erneuerbare Energiequellen

ERNEUERBARE FERNWÄRME IN DER SCHWEIZ

Analyse der Rahmenbedingungen, Hebel und Hemmnisse zur Marktentwicklung (D2.1)



Dokument:

Autoren: Laure Deschaintre, Planair
Stefan Thalmann, Verenum

Kontakt: Planair SA
rue Galilée 6
1400 Yverdon-les-Bains
Switzerland
+41 (0)24 566 52 14
laure.deschaintre@planair.ch

PLANAIR
ingénieurs conseils en énergies et environnement



Letzte Aktualisierung: Februar 2021

Projekt Webseite: www.res-dhc.eu

Disclaimer:

The sole responsibility for the contents 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.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einführung.....	2
2. Begriffe und Anwendung	2
3. Verfügbare Ressourcen.....	4
4. Fernwärme in der Schweiz	5
4.1. Situation heute	5
4.2. Potenzial bis 2050	7
5. Marktakteure	9
6. Räumliche Energieplanung	10
7. Wirtschaftlichkeit und Förderung	11
7.1. Wirtschaftlichkeit	11
7.2. Förderung.....	12
8. Gesetze und Verordnungen.....	13
9. Sozio-ökonomische Aspekte	14
10. Hemmnisse und Hebel.....	15
11. Best practice Beispiele.....	21
11.1. Basel.....	21
11.2. Bern	22
11.3. Genf.....	22
11.4. Energie Ausserschwyz AG	23
12. Quellen	25

1. EINFÜHRUNG

Das H2020 Projekt RES-DHC fördert die Marktentwicklung von erneuerbarer Fernwärme, mit Fokus auf existierende, urbane Wärmenetze. Damit sinnvolle Massnahmen für die Schweiz erarbeitet werden können, wird im vorliegenden Dokument die aktuelle Situation (erneuerbarer) Fernwärme in der Schweiz zusammengefasst, der aktuelle Wissenstand zum Potenzial bis 2050 erläutert und die wichtigsten Rahmenbedingungen zur Marktentwicklung sowie Chancen und Hemmnisse beschrieben. Das Projekt RES-DHC dauert rund drei Jahre.

Im Auftrag von EnergieSchweiz wird von Verenum AG in Zusammenarbeit mit dem Verband Fernwärme Schweiz (VFS) und der Hochschule Luzern (HSLU) ein *Faktenblatt Fernwärme* [1] erstellt, das voraussichtlich im März 2021 publiziert wird. Die hier vorliegende Analyse enthält viele Informationen aus diesem Faktenblatt.

2. BEGRIFFE UND ANWENDUNG

Fernwärmenetze übertragen Wärme von der Quelle mit hoher Temperatur (Wärmeerzeuger) zur Senke mit niedrigerer Temperatur (Wärmebezüger) [2]. Wärme auf einer Temperatur unter der Umgebungstemperatur wird als Kälte bezeichnet. Ein thermisches Netz kann Fernkälte bereitstellen, wenn ein Bezüger seinen Kältebedarf deckt, indem er Wärme ins Netz abgibt und die Temperatur des Netzes damit erhöht.

Klassische Fernwärmenetze werden nach **Bild 1** auch als «Hochtemperaturnetze» bezeichnet und ermöglichen eine Beheizung von Gebäuden, die Bereitstellung von Warmwasser und liefern Wärme für Prozesse. Dazu kommen Vorlauftemperaturen von mindestens 60 °C und teilweise bis über 150 °C zum Einsatz. Die Wärmeenergie wird meist von einem zentralen Standort an die zu versorgenden Gebäude geleitet. Dazu ist ein leitungsgebundenes Wärmeverteilsystem in Form von wärmegeprägten und vielfach erdverlegten Rohren notwendig. Damit kann zum Beispiel Abwärme aus KVA und WKK-Anlagen oder Wärme aus tieferen geologischen Schichten direkt genutzt werden. Zur klassischen Fernwärme gehören auch zentrale Holzfeuerungsanlagen und Gross-Wärmepumpen, die Abwärme aus Kühlprozessen, Kläranlagen usw. nutzen oder die Wärme aus Grund- oder Oberflächengewässer beziehen.

Niedertemperaturnetze bezeichnen Netze zum Austausch von Wärme, die bei Temperaturen unter 60 °C betrieben werden. Die Niedertemperaturwärme kann als Raumwärme (ab 30 °C) oder zur Versorgung von dezentralen Wärmepumpen (auch unter 30 °C) dienen. Bei Temperaturen unter 20 °C kann das Netz auch als Wärmesenke und somit zur Versorgung mit Kälte dienen (siehe **Bild 1**). Im letzten Fall wird die Anwendung auch als Fernkälte bezeichnet. Anwendungen zur Wärmeverteilung bei unter 30°C werden zum Teil auch als «Anergienetz» bezeichnet. Da dies physikalisch unpräzise ist, wird dieser Begriff im vorliegenden Dokument nicht weiterverwendet.

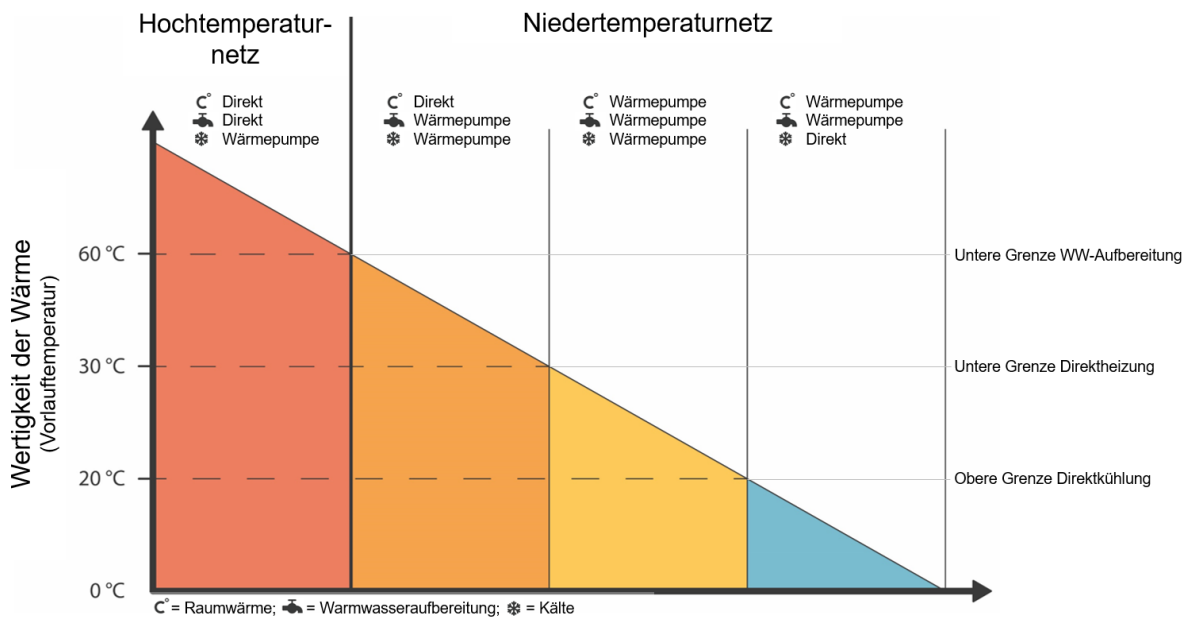


Bild 1 Einteilung thermischer Netze in Funktion der Wertigkeit der Energie als Vorlauftemperatur ins Netz (nach [3] mit Ergänzungen). Zusätzlich ist dargestellt, ob die Raumwärme, die Warmwasseraufbereitung und die Kälteversorgung direkt erfolgt oder eine zusätzliche Wärmepumpe benötigt wird.

Thermische Netze dienen als Oberbegriff für Netze zum Austausch von Wärme auf allen Temperaturniveaus. Wie bereits beschrieben werden thermische Netze unter anderem anhand der **Betriebstemperatur** unterschieden. Daneben existieren auch verschiedene **Betriebsarten** in Bezug auf die Fließrichtung des Wassers (gerichtet oder ungerichtet) und den Energiefluss im System (unidirektional oder bidirektional) [3].

Zur Versorgung thermischer Netze kommen in der Schweiz vor allem folgende **Energieträger** zum Einsatz:

- Siedlungsabfall und deren Abwärme aus KVA (in der Regel WKK-Anlagen in KVA)
- Energieholz in Form von Waldhackschnitzeln, Restholz, Altholz und vereinzelt auch Holzpellets
- Vergärbare Biomasse in Biogasanlagen zur Wärme-Kraft-Kopplung (in ARA und regionalen Biogasanlagen)
- Umweltwärme als Wärmequelle für zentrale und dezentrale Wärmepumpen zum Heizen oder als Wärmesenke für passive Kühlung von Gebäuden (Free cooling)
 - Oberflächenwasser (Seen und Flüsse)
 - Grundwasser (verschiedene Tiefen)
 - Erdwärme (v.a. Erdwärmesonden)
- Von verschiedenen Energieträgern stammende Abwärme, darunter von mit Uran betriebenen Kernkraftwerken, von fossil oder elektrisch betriebenen industriellen Prozessen, Abwärme von Kälteanlagen, Gebäuden und Abwasser sowie in Zukunft eventuell auch von Geothermiekraftwerken.
- Fossile Energieträger (für Spitzenlast und Redundanz, künftig begrenzt).

Daneben stehen auch Umgebungsluft und Solarstrahlung als Wärmequellen zur Verfügung, kommen aber zur Versorgung thermischer Netze bis anhin nur vereinzelt zum Einsatz. Für Wärmepumpen sind andere Wärmequellen als Luft (zum Beispiel Seewasser oder Erdwärme) für die erforderlichen Temperaturen und Leistungen effizienter. Solarwärme ist dagegen nur als Ergänzung geeignet, um einen beschränkten Teil des Wärmebedarfs (meist weniger als 20 %) zu decken [4].

3. VERFÜGBARE RESSOURCEN

Zur Charakterisierung und Beurteilung von Fernwärmenetzen dienen technische, ökologische und wirtschaftliche Kennwerte, die in verschiedener Art voneinander abhängig sind. Um das Vorgehen zur Realisierung von Fernwärmenetzen zu unterstützen, werden von der Branche und des Bundes diverse Institutionen unterstützt, welche Berichte, Dokumente und Unterlagen erarbeiten und zur Verfügung stellen.

Nachfolgend ein Auszug diverser Informationsquellen und Angeboten:

- **Verband Fernwärme Schweiz (VFS)** ist der Branchenverband in der Schweiz. Der Verband bezweckt die Förderung der Interessen der Fernwärme und -kälte in der Schweiz, den Erfahrungsaustausch unter den Mitgliedern und der Branche, Organisation und Durchführung von Symposien, Tagungen, Ausstellungen, Projekten und die Vermittlung von Fachkenntnissen über Planung, Bau und Betrieb von Fernwärme bzw. -kälte an Berufsschulen, Fachhochschulen, Kursen von Fachverbänden.
Für die strategische Planung und Bedürfnisabklärung von Fernwärmenetzen wird vom VFS den «Leitfaden Fernwärme / Fernkälte» zur Verfügung gestellt [5].
Info: www.fernwaerme-schweiz.ch
- **QM Fernwärme** ist eine im Auftrag des Bundesamts für Energie etablierte Plattform zu technischen und wirtschaftlichen Fragen zu Fernwärmenetzen und bietet Planungshilfen, Aus- und Weiterbildung sowie neutrale Beratung an. Die Aktivitäten von QM Fernwärme werden von einer Arbeitsgemeinschaft unabhängiger Experten ausgeführt.
Zur Planung von Fernwärmenetzen werden diverse Dokumente und Tools zur Verfügung gestellt. Unter anderem das «Planungshandbuch Fernwärme» [6].
Info: www.qmfernwaerme.ch
- Das **Programm Thermische Netze** war ein von EnergieSchweiz unterstütztes Projekt, das Grundlagen und Erfahrungen zu thermischen Netzen sammelte und zur Verfügung stellt. Das Programm endete Ende Januar 2021 und wird zukünftig in Teilaufgaben durch den Verband Fernwärme Schweiz weitergeführt.
Info: www.energieschweiz.ch/thermische-netze und www.hslu.ch/thermische-netze
- **QM Holzheizwerke®** ist ein Qualitäts-Management-System für Holzheizwerke zur Produktion und Verteilung von Raumwärme, Wärme zur Warmwasserbereitung und Prozesswärme. QMstandard ist das Standardverfahren für grössere Anlagen. Für kleinere monovalente Anlagen gibt es QMmini. Beide Verfahren werden von allen Kantonen zur Qualitätssicherung empfohlen und von einigen Kantonen wie auch von Energie Zukunft Schweiz für subventionierte Projekte zwingend vorgeschrieben.
Info: www.qmholzheizwerke.ch
- **Energie Stadt** ist ein Programm von Energie Schweiz für Städte, Gemeinden, Areale und Regionen und stellt diverse Dokumente zu unterschiedlichen Themen

zur Verfügung. Ein wichtiger Aspekt sind langfristig stabile Rahmenbedingungen, welche z.B. im Rahmen von regionalen oder kommunalen Energi Richtplänen definiert werden.

Info: www.energiestadt.ch/Werkzeuge

- Der **SVGW** ist die Wissens-, Fach- und Netzwerkorganisation der Schweizer Gas- und Wasserversorgungen. Seit 2017 stellt der SVGW die Richtlinie für Fernwärme zur Verfügung, die für die Planung und Projektierung, den Bau und die Prüfungen sowie den Betrieb und die Instandhaltung von Fernwärmenetzen dient.
Info: <https://www.svgw.ch/>
- **Erneuerbar heizen** ist ein Programm von Energie Schweiz für Hausbesitzerin und Hausbesitzer, Installateure und Beraterinnen. Es beinhaltet Informationen zu Fernwärme, ein Erklärvideo für potenzielle Endnutzer und ein Heizkostenrechner.
Info: <https://erneuerbarheizen.ch/erneuerbare-heizsysteme/fernwaerme/>
-

Es steht ein breites Angebot von diversen Anbietern zur Verfügung. Es ist jedoch unmöglich den Überblick zu haben und zu wissen zu welchem Thema welches Angebot von wem zur Verfügung steht. Um diese wertvollen Arbeiten allen Projektbeteiligten (Planer, Betreiber, Behörden etc.) einfach zugänglich zu machen, soll beim Verband Fernwärme Schweiz mit Unterstützung des Projektteams RES-DHC ein neuer Informationspunkt geschaffen werden.

4. FERNWÄRME IN DER SCHWEIZ

4.1. Situation heute

Die Bereitstellung von Wärme verursacht in der Schweiz einen Energieverbrauch von rund 100 TWh pro Jahr und ist damit für etwa die Hälfte des Endenergieverbrauchs verantwortlich. Knapp 60 % davon oder 60 TWh/a werden heute fossil erzeugt [7]. Da die fossilen Energien zur Erreichung der Klimaziele bis 2050 auf null reduziert werden müssen, setzt der Bund in seiner «Wärmestrategie» auf eine Erhöhung der Effizienz und einen umfassenden Ausbau der erneuerbaren Energien [8], [9]. Trotz dieser Massnahmen wird der Wärmebedarf im Jahr 2050 immer noch rund 74 TWh betragen, nämlich rund 45 TWh für Raumwärme, 10.5 TWh für Warmwasser und 18.5 TWh für Prozesswärme (gemäss [9] Basisvariante Szenario Netto-Null). Um die fossile Wärme zu ersetzen, ist der Ausbau von mit Abwärme und erneuerbaren Energien versorgten thermischen Netzen geplant, die Wärme oder Kälte auf verschiedenen Temperaturniveaus verteilen [10].

Thermische Netze im urbanen Umfeld: Praktisch alle grossen Städte in der Schweiz haben bereits seit Jahrzehnten ein oder mehrere thermische Netze in Betrieb. Diese grossen urbanen Netze wurden anfänglich vor allem mit Abwärme von Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) versorgt, später kamen Holzheizwerke und meist von Gewässern oder Abwärme versorgten Wärmepumpen dazu. Der CO₂-neutrale Anteil der Wärmeherzeugung dieser Netze beträgt zwischen gut 60 % in Lausanne und Zürich und rund 80 % in Basel oder Bern [11]. Fossile Brennstoffe werden vielfach für die Spitzenlastabdeckung eingesetzt und dienen teilweise auch als Sicherheitsreserve, was auch als Redundanz bezeichnet wird.

Thermische Netze im ländlichen Raum: Viele Gemeinden in ländlichen Gebieten und auch in Agglomerationen verfügen über Biomasse-Ressourcen in Form von Energieholz und vergärbare Biomasse aus Abwasserreinigungsanlagen (ARA) und betreiben damit eigene Wärmeverbünde. Traditionell wurden viele Heizzentralen so dimensioniert, dass Biomasse gut 80 % der Wärme erzeugt, während Spitzenlast und vereinzelt auch der Sommerbedarf fossil gedeckt werden. Um thermische Netze künftig 100 % erneuerbar zu versorgen, werden jedoch seit einigen Jahren auch Lösungen ohne fossile Zusatzheizung entwickelt. Dazu kommen unter anderem Wärmespeicher und Mehrkesselanlagen sowie Konzepte mit Holzkessel und Wärmepumpen zum Einsatz.

Da die Schweiz abgesehen von industriellen Eigenbedarfsanlagen keine fossil-thermischen Kraftwerke betreibt, sind thermische Netze zum Beispiel im Vergleich zu Ländern in Osteuropa und Skandinavien [2] bis anhin weniger stark verbreitet. Vor allem im städtischen Raum stehen aber dennoch seit mehreren Jahrzehnten gut funktionierende thermische Netze im Einsatz, die im Verbund mit KVA und zunehmend auch mit Holzfeuerungen oder Wärmepumpen realisiert wurden. Heute verfügt die Schweiz über rund 1'000 thermische Netze, die nach unterschiedlichen Quellen zwischen 6 TWh und 8 TWh Wärme pro Jahr bereitstellen und damit rund 6 % bis 8 % des Wärmebedarfs abdecken ([9], [10], [12]). Die Versorgung der thermischen Netze erfolgt zu rund 36 % aus KVA-Abwärme, 27 % aus erneuerbaren Energien (aus Biomasse oder mittels Wärmepumpen), 19 % aus Abwärme von Kernkraftwerken, anderen Abwärmequellen und sonstigen erneuerbaren Energien, 17 % aus Erdgas sowie 2 % aus Geothermie (**Bild 2**, Jahr 2019). Bei einem durchschnittlichen Wärmepreis von 15 Rp./kWh [13] entspricht die verkaufte Wärme einem Umsatz von rund 1.2 Mia. Franken pro Jahr.

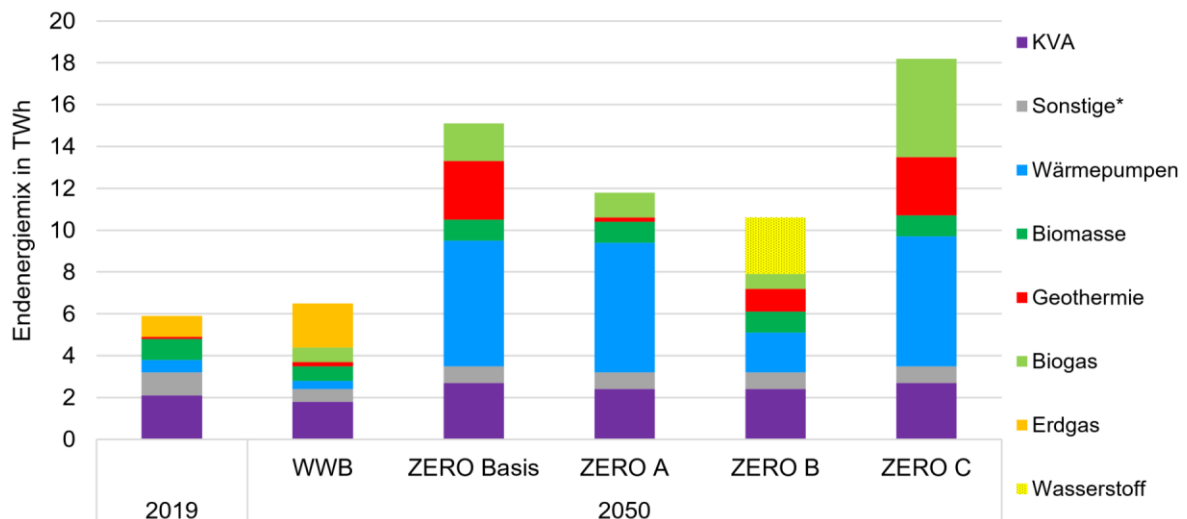


Bild 2 Endenergiemix zur Versorgung thermischer Netze im Jahr 2019 sowie im Jahr 2050 (inkl. Prozesswärme für CO₂-Sequestrierung) für das Szenario «Weiter wie bisher» (WWB) und die vier Szenarien Zero Basis, Zero A, Zero B und Zero C nach [9]. * Sonstige: Abwärme von Kernkraftwerken, anderen Abwärmequellen und sonstigen erneuerbaren Energien.

Zur Analyse der aktuellen Situation wurden im Programm «Thermische Netze» von EnergieSchweiz rund 1'000 Netze erfasst ([Link](#), [14]). Mit durchschnittlich über 50 MW Anschlussleistung versorgen die 30 Netze der KVA jeweils grosse Gebiete, während die mit Holz betriebenen Netze mit rund 600 Anlagen eine mittlere Leistung von etwa 1.5 MW aufweisen. Die meisten Netze versorgen ein Gebiet mit 100 kW bis 5 MW Anschlussleistung. Daneben werden in der Analyse auch sieben Beispiele von thermischen Netzen mit Vorlauftemperaturen unter 40 °C beschrieben ([Download](#), [15]).

Interessant ist auch eine Analyse auf kantonaler Ebene (**Bild 3**). Die Daten der gesamten installierten Heizleistung pro Kanton fehlen aber noch, um die lokale Eindringung der Fernwärme-Lösungen zu beurteilen.

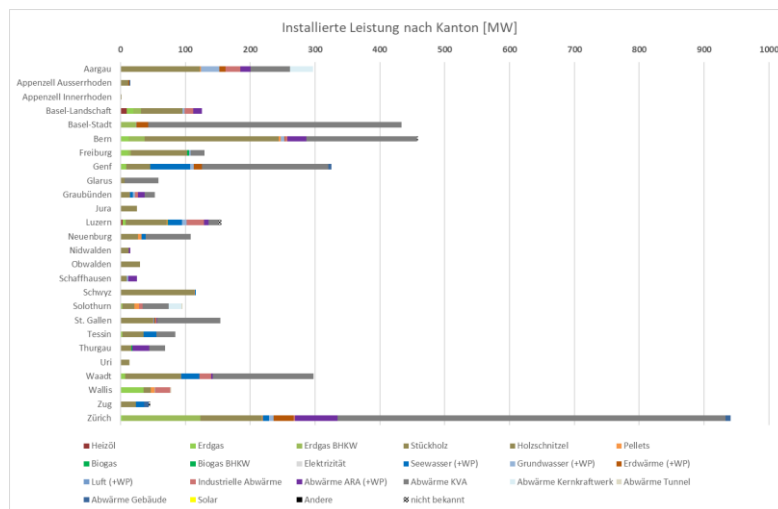


Bild 3 Installierte Fernwärmeleistung nach Kanton und Energiequelle. Auswertung der Liste Thermische netze. Quelle: HSLU

4.2. Potenzial bis 2050

Das **Bild 2** zeigt das Potenzial der thermischen Netze im Jahr 2050 bei unterschiedlichen Szenarien gemäss [9]. Wie folgt beschrieben, werden das Szenario «Weiter wie bisher» (WWB) und verschiedene Szenarien zu «Netto-Null» (Zero) definiert:

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

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

Bei einem für 2050 prognostizierten Endenergiebedarf für Wärme in Gebäuden für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme von 74 TWh/a [9], liegen die Potenziale für thermische Netze bei gut 10 TWh/a (Zero B) und 18 TWh/a (Zero C) und decken dabei rund 14 % bis 24 % ab (**Bild 4**). Das Weissbuch Fernwärme [16] [15] prognostizierte bereits im Jahr 2014 für 2050 ein wirtschaftliches Potenzial der thermischen Netze von 17 TWh/a, was somit zwischen den 2020 prognostizierten Szenarien Zero Basis und Zero C liegt.

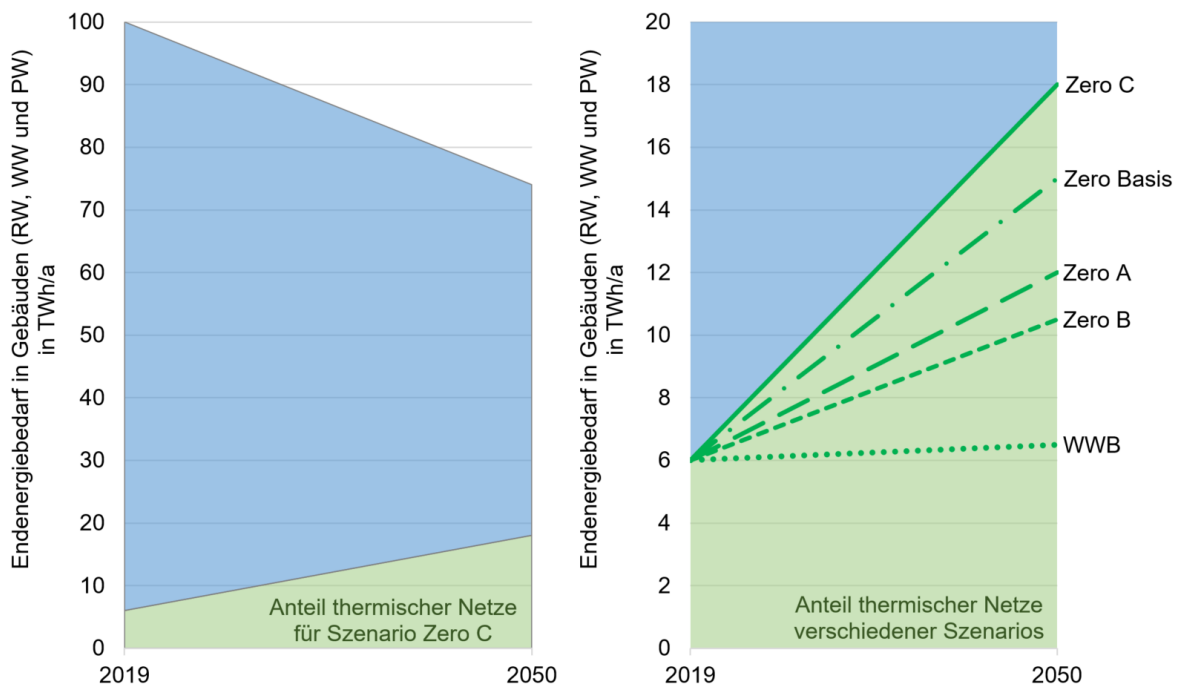


Bild 4 Links: Anteil thermischer Netze zur Deckung des Endenergieverbrauchs in Gebäuden für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme von 2019 bis 2050 für Szenario Zero C. Rechts: Ausschnitt aus Bild links bis 20 TWh/a mit Anteil thermischer Netze von 2019 bis 2050 nach Szenario WWB, Zero Basis, Zero A, Zero B und Zero C. Eigene Grafik nach Daten in [9].

Die zunehmende städtische Verdichtung und eine künftig steigende Nachfrage nach Kälte erhöhen das Potenzial für thermische Netze zusätzlich. Die wachsende städtische Verdichtung und eine künftig steigende Nachfrage nach Kälte erhöhen das Potenzial für thermische Netze zusätzlich. Eine Studie der Genfer Universität hat den Einfluss von dem reduzierten Wärmebedarf auf das Potenzial von Fernwärmenetzen in der Schweiz [26] analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass (1) das Thema in der Planung von Netzen unbedingt berücksichtigt werden muss, (2) das Potenzial verschiebt sich von Hochtemperaturnetze zu Niedertemperaturnetze und (3) das Potenzial immer noch viel höher ist, als was heute schon versorgt wird. Der Ausbau der Fernwärme ermöglicht zudem die Nutzung von Brennstoffen in Feuerungsanlagen mit effizienten Massnahmen zur Emissionsminderung.

Mit dem Szenario Zero Basis können die Treibhausgasemissionen aus der Wärme- und Kältebereitstellung von rund 46 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 2018 auf rund

12 Mio. Tonnen im Jahr 2050 reduziert werden. Die verbleibenden Emissionen fallen hauptsächlich in den Bereichen Landwirtschaft, industrielle Prozesse und KVA an und müssen durch CO₂-Sequestrierung und Negativemissionstechnologien kompensiert werden [9].

5. MARKTAKTEURE

Relevante Akteurinnen und Akteure bei thermischen Netzen sind Bauherrschaft (Projekteigentümerschaft), Standortgemeinde, Standortkanton, Betreiberfirmen (z. B. Contractor), Wärmekundinnen und -kunden, Brennstoff- und Energielieferant, Beratende für Kundinnen und Kunden sowie indirekt Beteiligte (Anwohnerinnen und Hauseigentümer, Mietenden-Organisationen, Vereine und Wirtschaftsverbände). Detailliert beschrieben sind die relevanten Projektbeteiligten in den Berichten «Risiken bei thermischen Netzen» [18] und «Sozioökonomische Aspekte thermischer Netze» [19].

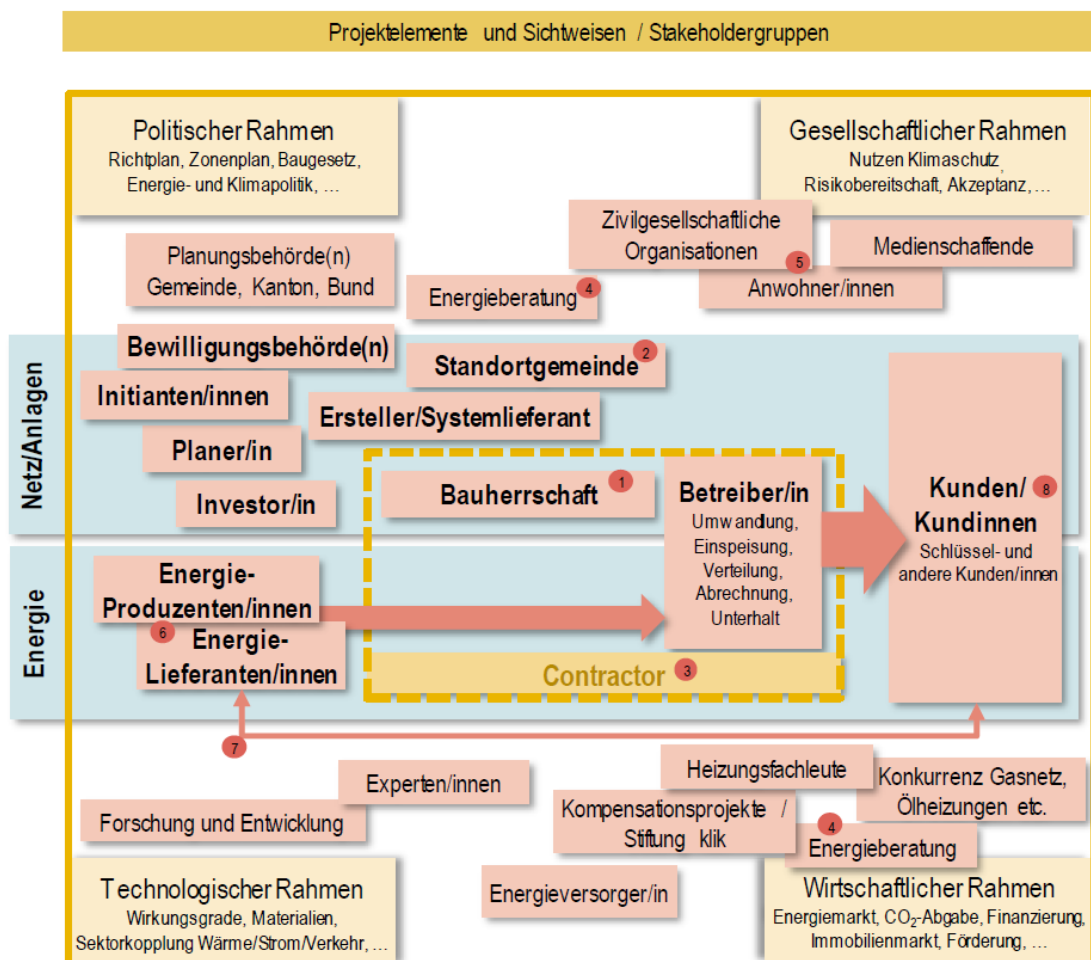


Bild 5 Übersicht zu möglichen Stakeholdern eines thermischen Netzes [19].

Von den über 1'000 Wärmeverbänden in der Schweiz [14] werden schätzungsweise 40 % von einem Contractor betrieben. Contractor sind oft eine Abteilung oder eine Tochterfirma eines Energieversorgungsunternehmens. Ein Contractor übernimmt in der Regel die Funktion als Bauherr, Projektentwickler (oft mit Unterstützung eines Planers), Investor und Betreiber. Die restlichen Wärmeverbände befinden sich zu einem grossen Teil in den Händen

von lokal verankerten Betreibern wie Gemeinden, städtischen Werken oder privaten Investoren wie zum Beispiel Sägereien. Bei dieser Gruppe werden vielfach externe Partner für die Projektentwicklung und zum Teil auch für den Betrieb beigezogen.

Holzwärmeverbände werden oft von Einwohner- oder Bürgergemeinden initiiert, die selbst Wald besitzen und mit der Nutzung des Holzes auch eine lokale Wertschöpfung anstreben. Bei der Nutzung von standortgebundenen Abwärmequellen spielen Betreiber von KVA und Kläranlagen sowie Industriebetriebe eine wichtige Rolle. Da der Unterhalt eines thermischen Netzes für diese Akteure keine Kernaufgabe ist, wird die Wärmeversorgung in diesen Fällen meist durch einen Contractor koordiniert. Einwohnergemeinden betreuen oft die lokale Energieplanung und spielen eine entscheidende Rolle zur Initiierung und Entwicklung von Projekten. Daneben sind die Kantone und die Gemeinden für Konzessionen zuständig und verfügen teilweise selbst über grössere Wärmeverbraucher und beteiligen sich zum Teil an den Investitionen und am Betrieb.

Die aktuelle Liste Thermische Netze zeigt in **Bild 6**, wie diese Unternehmensformen verteilt sind. Es ist zu beachten, dass diese Liste nicht vollständig ist und die Ergebnisse kritisch zu betrachten sind.

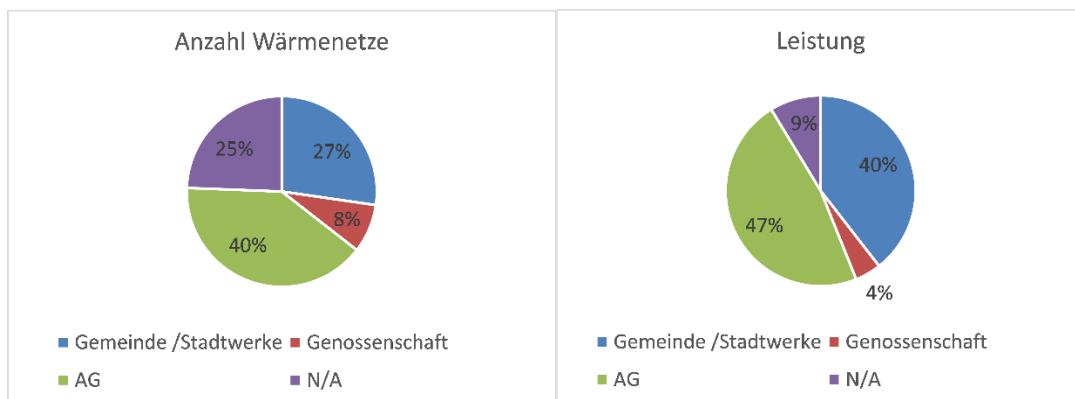


Bild 6 Verteilung der unterschiedliche Betriebsformen von Wärmenetzbetreiber gemäss Daten von [14].

Der Einfluss dieser Unternehmensformen auf die finanziellen Entscheidungen und Geschäftsmodelle ist noch zu analysieren.

Bei der Kombination von Wärmeabnehmer und -lieferant, sogenannte **Prosumer-Konzepte** mit bi-direktionaler Energieverteilung, lässt Wärmekunden aktiv mitwirken und werden somit zeitweise auch zum Wärmeproduzenten. Das Konzept steckt noch in der Entwicklungsphase. Erste Versuche sehen aber vielversprechend aus, wobei noch technische und auch regulatorische Hürden zu meistern sind.

6. RÄUMLICHE ENERGIEPLANUNG

Je nach Kanton liegt die Hauptverantwortung für die räumliche Energieplanung beim Kanton oder, was häufiger der Fall ist, bei den einzelnen Gemeinden. Die räumliche Energieplanung hat für den Ausbau der thermischen Netze eine grosse Bedeutung. Dabei ist wichtig, dass erneuerbare Energien und Abwärme so genutzt werden, dass sie sich optimal

ergänzen. Durch ein geeignetes Zusammenspiel der verschiedenen Wärmequellen kann eine gegenseitige Konkurrenzierung vermieden und der Anteil fossiler Energien und deren CO₂-Emissionen rasch reduziert werden. Besonders zu beachten ist dabei die Unterscheidung zwischen standortgebundenen Wärmequellen (zum Beispiel Abwärme und Seewasser) und solchen Wärmequellen, die nicht standortgebunden sind. Nicht standortgebundene Wärmequellen wie insbesondere Holz sollten in erster Linie für Anwendungen eingesetzt werden, wo keine Alternativen zur Verfügung stehen.

Da auf Gemeindeebene teilweise Interessenkonflikte zur Nutzung der Wärmequellen möglich sind, kann eine übergeordnete Koordination der Energieplanung durch den Kanton vorteilhaft sein, welche zum Beispiel Gebiete zur Nutzung standortgebundener Wärmequellen definiert. Sowohl die Bundesverfassung, das eidgenössische Raumplanungsgesetz, das Energiegesetz als auch die energiepolitischen Leitlinien der Energiedirektorenkonferenz (EnDK) streben eine optimale Nutzung der erneuerbaren Energien an. Da die räumliche Energieplanung bis anhin jedoch lediglich in einem freiwilligen Modul der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE_n) aufgeführt ist, fehlen in den kantonalen Energiegesetzen zum Teil entsprechende Vorgaben.

7. WIRTSCHAFTLICHKEIT UND FÖRDERUNG

7.1. Wirtschaftlichkeit

Der Bericht «Volkswirtschaftlicher Nutzen von thermischen Netzen» [20] zeigt die Vorteile von thermischen Netzen gegenüber individuellen Lösungen aus ökonomischer und ökologischer Sicht auf. Die Studie der Initiative Wärme Schweiz [21] zeigt auch, dass die Dekarbonisierung des gesamten Wärmemarktes gesamtwirtschaftlich zu einer Zunahme der Wertschöpfung führt. Die einheimische Bau- und Gebäudebranche würde merklich davon profitieren, mit 4000 zusätzlichen Vollzeitäquivalenten. Im Gegenzug sind die Kosten mit 2,2 Milliarden Franken bescheiden und entspricht einer Steigerung des Aufwandes für Energiekosten um 0,3% des verfügbaren Haushaltseinkommens.

Eine Studie der Empa, ETHZ und HSLU kommt zum Schluss, dass in den Städten für 50 % bis 80 % und in dichter besiedelten bzw. industrialisierten Agglomerationen für bis zu 50 % der Quartiere eine Versorgung mit thermischen Netzen energetisch und ökonomisch sinnvoll ist. Die Investitionskosten solcher Quartierslösungen sind zwischen 20 % und 25 % niedriger als eigenständige Gebäudelösungen [17].

Um das Netto-Null Ziel bis 2050 zu erreichen, sind die annualisierten Investitionen für den Umbau des Energiesystems im Szenario Zero Basis gegenüber den «Sowieso-Kosten» im Szenario WWB um insgesamt 109 Milliarden Franken oder rund 8 % höher. Die zusätzlichen Betriebskosten betragen total rund 14 Milliarden Franken. Die gesamten gegenüber dem Szenario WWB eingesparten Energiekosten betragen annähernd 50 Milliarden Franken. Daraus ergeben sich bis zum Jahr 2050 direkte volkswirtschaftliche Mehrkosten von 73 Milliarden Franken [9].

In der Praxis werden die Investitionen aber nicht global betrachtet, und heutzutage haben ökologische Aspekte oder lokale Wertschöpfung auf den Investitionsentscheidungen vielfach kaum Einfluss. Auch für den Endverbraucher ist es sehr oft schwierig, die Fernwärmepreise mit Vollkosten der individuellen Heizung zu vergleichen: es werden oft nur Brennstoffkosten berücksichtigt. Thermische Netze erfordern jedoch hohe Investitionskosten und lange Investitionszeiten. Daher sind eine Langzeitplanung und stabile gesetzliche Rahmenbedingungen umso wichtiger. Ausserdem reduziert die Nutzung von lokalen (teilweise eigenen) erneuerbaren Ressourcen das Risiko einer Preissteigerung durch Brennstoffkosten.

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist die aktuelle Norm der SIA anzuwenden (SIA 480 [22]).

Bei fossilen Energieträgern gilt zu beachten, dass bereits heute und in Zukunft vermehrt Auflagen bezüglich des Anteils erneuerbarer Energieträger für Raumwärme und Warmwasser bei Sanierungen und Neubauten zu berücksichtigen sind.

7.2. Förderung

Die Mittel für die Förderung stammen aus der CO₂-Abgabe, die als Globalbeiträge an das Gebäudeprogramm der Kantone verteilt werden. Die Kantone können im Rahmen des Gebäudeprogramms sowohl den Neubau als auch die Erweiterung von thermischen Netzen fördern und an Gebäudeeigentümer Beiträge zum Anschluss an ein thermisches Netz entrichten. Voraussetzung zur Förderung ist die Nutzung von mehrheitlich erneuerbaren Energien oder Abwärme.

Die CO₂-Reduktionsleistungen können zudem im Rahmen der CO₂-Gesetzgebung beim Bund (Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Energie) als Kompensationsprojekte nach Artikel 5 der CO₂-Verordnung ([SR 641.711](#)) angemeldet werden. In diesem Fall wird eine Wirkungsabgrenzung zu den kantonalen Förderprogrammen vorgenommen. Die Mittel stammen von Geldern zur Erfüllung der CO₂-Kompensationspflicht auf Treibstoffimporten ([SR 641.71](#)).

Im Rahmen der Beratung der Totalrevision des CO₂-Gesetzes hat der Ständerat 2019 die Schaffung eines Klimafonds eingebracht. Dieser ist Bestandteil des vom Parlament im September 2020 verabschiedeten CO₂-Gesetzes. Mit einem Teil dieser Gelder sollen Absicherungen von Risiken für Investitionen in den Neu- und Ausbau thermischer Netze und der dazugehörigen Anlagen zur Wärmeerzeugung mittels erneuerbarer Energien oder Abwärme finanziert werden. Wichtig für die Förderung thermischer Netze sind langfristig stabile Rahmenbedingungen, welche zum Beispiel in regionalen oder kommunalen Energieleitplänen definiert werden ([24] Modul 2). Zusätzlich zu den getroffenen Massnahmen im CO₂-Gesetz, sollten als wichtige Unterstützung für Investitionen und den Ausbau thermischer Netze, Darlehen (Vorzugszinsen oder zinslose Bürgschaften), Beiträge aus lokalen Fonds (z. B. Ökofonds aus Abgaben auf Strom oder Gas) sowie die Möglichkeit einer zeitlich begrenzten Ausnahmegewilligung, sofern die Energieplanung mittelfristig eine konkrete Lösung vorsieht, die der Zielsetzung des CO₂-Gesetzes entspricht.

Um eine rasche Absenkung der fossilen CO₂-Emissionen zu erzielen, ist ein effektiver Einsatz der Fördermittel sicher zu stellen. Für die Projektabwicklung wird dazu eine Qualitätssicherung mit Einhaltung anerkannter Qualitätsstandards empfohlen.

Das Harmonisierte Fördermodell 2015 [25] sieht zwei Massnahmen vor, die Fernwärme betreffen.

- M-07 sieht Förderung für den Gebäudeeigentümer vor, wenn er sich einen Fernwärmenetz anschliesst und dabei eine fossile Heizung ersetzt. Eine mögliche Bedingung ist ein minimalen erneuerbare und oder Abwärme Anteil. 7 Kantone setzten eine Grenze zwischen 70 und 80 % (Jura). 9 Kantone setzen die Grenze bei 50 %. Vier Kantone setzen keine Grenze oder eine Grenze von 20 %. Im Kanton Obwald gilt die Förderung nur für Biomasse-Wärmenetze.
- M-18 sieht eine Förderung für den Wärmenetzbetreiber beim Bau oder Erweiterung von Fernwärmenetze. Zwölf Kantone bieten diese Förderung an, Kanton Bern nur für Biomasse-Wärmenetze. Nur die Hälfte hat eine Bedingung zum erneuerbaren Anteil.

Weiter werden in acht Kantone Machbarkeitsstudien für Fernwärme bis zu einem Anteil von 60 % der Studienkosten gefördert.

8. GESETZE UND VERORDNUNGEN

Bundesebene

Das Energiegesetz erwähnt Fernwärme nur in Zusammenhang mit der Förderung von Abwärmenutzung (Art. 50). In der entsprechenden Verordnung wird es nicht erwähnt. Nur die Verordnung über die Massnahmen zur rationellen Energieverwendung und zur Nutzung erneuerbarer Energien von 1992 listet den Anschluss an einen Fernwärmenetz als eine der Massnahmen zur rationellen Energieverwendung und zur Nutzung erneuerbarer Energien. Im Gegensatz zum Strombereich, ist der Wärmebereich auf Bundesebene wenig geregelt.

Wie in Kapitel 4.1 erwähnt, müssen die fossilen Energien zur Erreichung der Klimaziele bis 2050 auf null reduziert werden. Der Bund setzt somit in seiner «Wärmestrategie» auf eine Erhöhung der Effizienz und Ausbau der thermischen Netze [8].

Kantonale Ebene

Auf kantonale Ebene, haben die Gesetze Einfluss auf:

- Die kommunale Energieplanung, die Prioritätsgebiete oder Verbundgebiete mit möglichst hohen Anteilen an Abwärme und erneuerbarer Energie.
- Die Anforderungen an eine allfällige Anschlussverpflichtung

Fernwärmenetzbetreiber und Kommune

Die Rechte und Pflichten von Fernwärmenetzbetreibern wurden in einem umfangreichen Bericht dokumentiert [23] und in einem Modul für die Dokumentation über Räumliche Planung von Energiestadt zusammengefasst [24]. Grundsätzlich sollen die Kantone, die Kommunen und Energiedienstleister in Zusammenarbeits- oder Konzessionsverträgen oder im Falle öffentlich-rechtlicher Energiedienstleister (EDL) über Leistungsvereinbarungen die Regeln für das Fernwärmenetz festhalten. Diese Regeln können auch einen Mindestanteil an erneuerbarer Energie beinhalten.

Die kantonalen Rahmenbedingungen haben Einfluss auf:

- Die kommunale Energieplanung, die Prioritätsgebiete oder Verbundgebiete mit möglichst hohen Anteilen an Abwärme und erneuerbarer Energie.
- Die Anforderungen an eine allfällige Anschlussverpflichtung

Für Endkunden

Für Altbauten gilt ab 2023 ein CO₂-Grenzwert, wenn eine Heizung ersetzt werden muss. So sollen noch maximal 20 Kilogramm CO₂ pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr ausgestossen werden dürfen. Dieser Wert wird in Fünfjahresschritten verschärft und erhöht somit den Druck auf den Endverbraucher. Hier kann Fernwärme eine einfache Lösung bieten, um auf erneuerbare Energie zu wechseln.

9. SOZIO-ÖKONOMISCHE ASPEKTE

Die Ergebnisse aus dem Bericht *Sozioökonomische Aspekte thermischer Netze* [19] unterstützen die verschiedenen Stakeholder bei Planung, Realisierung und Betrieb thermischer Netze. Dabei stehen die folgenden Elemente im Fokus:

- Identifikation und Strukturierung der zentralen Stakeholder: Wie können zentrale Stakeholder bei Planung, Realisierung und Betrieb thermischer Netze identifiziert und eingeordnet werden?
- Motivationen und Handlungsspielräume der zentralen Stakeholder: Welche Rolle spielen Motivationen und Handlungsspielräume zentraler Stakeholder bei wichtigen Entscheidungen rund um Planung, Realisierung und Betrieb thermischer Netze?
- Entscheidungsmuster der zentralen Stakeholder: Welche gängigen Entscheidungsmuster der zentralen Stakeholder sind zu beachten?

Diese grundlegenden Elemente tragen zu einem besseren Verständnis der Denkweisen wichtiger Stakeholder bei. Sie unterstützen einen Perspektivenwechsel, durch den Entscheidungen verschiedener Stakeholder eingeordnet und besser verstanden werden können. Dies ist eine wichtige Basis für ein erfolgreiches Agieren bei der Planung, Realisierung und dem Betrieb thermischer Netze.

Aus diesen grundlegenden Elementen leiten sich aus sozioökonomischer Sicht zwei Hauptachsen für erfolgreiches Agieren bei Planung, Realisierung und Betrieb thermischer Netze ab (siehe **Bild 7**):

- a) Den Austausch mit den Stakeholdern gestalten, das heisst insbesondere die Interaktionsstufe mit Stakeholdern bewusst wählen und die Vorteile partizipativer Ansätze nutzen.
- b) Entscheidungssituationen gestalten.

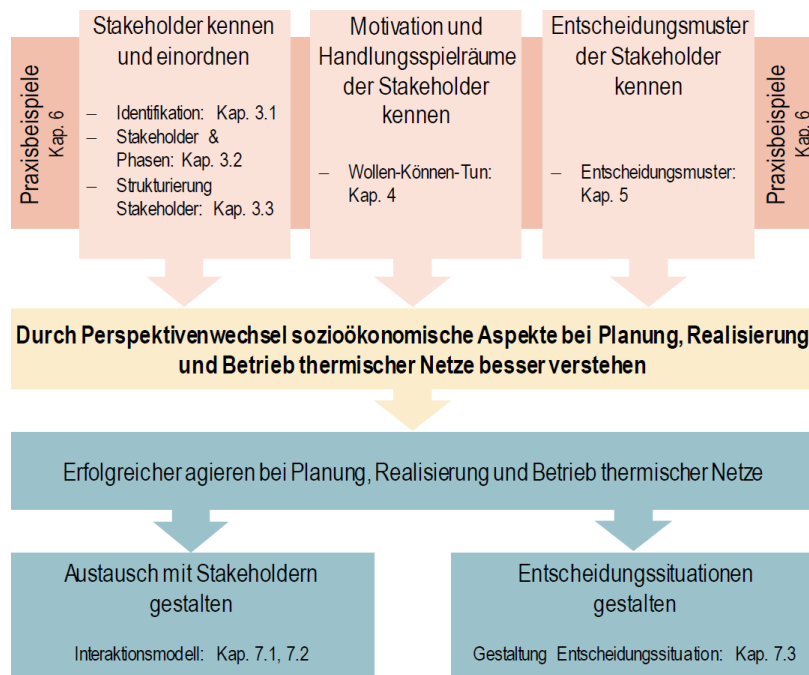


Bild 7 Übersicht über die Inhalte des Berichts Sozioökonomische Aspekte thermischer Netze [19].

Aus dem Bericht gehen konkrete Empfehlungen zur Gestaltung von Entscheidungssituationen hervor.

Hier stellt sich die Frage wie die oben aufgeführten Entscheidungssituationen bezüglich erneuerbarer Fernwärme inhaltlich gefüllt werden können. Eventuell sollte ein ansprechendes Argumentarium zugunsten der Sache (RES-DHC) erarbeitet werden.

10. HEMMNISSE UND HEBEL

Eine Erhebung bei Kommunen in Deutschland zeigt, dass die Umsetzung der Wärmewende vor allem durch rechtliche Rahmenbedingungen, Personalmangel und beschränkte finanzielle Mittel behindert wird **Erreur ! Source du renvoi introuvable..** Besondere Hindernisse sind die komplexen Genehmigungsprozesse für neue Anlagen und hohe Anforderungen zur Förderung. Weitere Hindernisse sind unklare Positionen von Verantwortlichen für Klimaschutz, wenig Expertise im Handwerk, komplexe Abstimmungsprozesse zwischen Politik, Verwaltung und Forschung sowie der hohe Aufwand zur Sanierung bestehender Gebäude.

In der Schweiz gibt es soweit bekannt keine Hemmnis-Studie. Auf Kommunalen Ebene ist in der Schweiz eine ähnliche Beurteilung zu erwarten. Neben den Kommunen gibt es aber noch etliche andere Betreibergesellschaften von thermischen Netzen, welche nicht dieselben Hemmnisse und Herausforderungen aufweisen müssen.

Die von AEE Suisse initiierte «Wärme Initiative Schweiz» zeigt in ihrem Bericht aus dem Jahr 2020 [10], dass ein vollständig dekarbonisierter Wärmesektor in der Schweiz möglich ist. Dazu muss jedoch das gesamte Potenzial an erneuerbaren Energieträgern genutzt und die richtigen Rahmenbedingungen für den Ausbau der erneuerbaren Wärme geschaffen

werden. Die Empfehlungen aus diesem Bericht sind wichtig und stehen im Einklang mit den Zielen des RES-DHC Projekts. Spezifische Empfehlungen zu thermischen Netzen werden hier kurz zusammengefasst:

Auf politische Ebene:

- Förderung von ortsfester **Umweltwärme durch Grosswärmepumpen, mitteltiefer Geothermie und Speicher** auf Bundesebene.
- **Förderung thermischer Netze auf kantonale Ebene:** Rollierende Fonds, zinslose Darlehen oder Investitions- bzw. Risikogarantien für thermische Netze, die als subsidiäre Instrumente zu den Konzessionen mit Zielvereinbarung gelten.
- Harmonisierung der Regelungen zwischen den Kantonen.
- Vereinfachung der Verfahrensabläufe zur Nutzung erneuerbarer Energien (bspw. Im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens, des Lärm- und des Gewässerschutzes).
- Kommunale Energieplanung und Konzessionen mit Zielvereinbarungen, Übernahme einer verpflichtenden Koordination
- Eigentümerstrategie bei EVUs: Kantone und Kommunen mit namhaften Beteiligungen an EVU sollen die Dekarbonisierung bis 2050 und die Integration erneuerbarer Energien in die Versorgung (Beschaffung, Netze) in die Eigentümerstrategie ihrer EVU aufnehmen bzw. darauf hinwirken.
- Verstärkte Informationsanstrengungen: Verstärkung der Informations- und Kommunikationsanstrengung zur Verankerung der Langfristsichtweise bei Eigentümern.
- **Auf- und Ausbau von thermischen Netzen** auf kommunale Ebene inkl. Übergangslösungen für Eigentümer: Aufgrund des langfristigen Charakters von grösseren, leitungsgebundenen Projekten ist deren Aufbau gezielt zu unterstützen (planerisch und mit wirtschaftlichen Instrumenten wie z.B. Risikogarantien, Vorinvestitionen, Beteiligungen). Um hohe Anschlussgrade zu ermöglichen, sind den Gebäudeeigentümern im Perimeter kurzfristig Übergangslösungen anzubieten.

Für Akteure des Wärmemarktes

- Dekarbonisierung des Angebots sowohl im Bereich Brennstoffe (Gasversorgung) und thermische Energieträger (Nah- und FW-Erzeugung) als auch bei der Strombeschaffung
- Aufbau von neuen Geschäftsfeldern zur Investition in thermische Netze und die Erschliessung von erneuerbaren Energiepotenzialen, umfassende Contracting-Angebote (inkl. EPC) unter Umständen gar in Kooperation mit grösseren EVU.
- Anbieten von Übergangslösungen, beispielsweise um Bewilligungsfristen oder die Zeit bis zur Bereitstellung von leitungsgebundenen Energieträgern zu überbrücken.
- Informations- und Sensibilisierungsmassnahme für Installateure, oder Gebäudetechniker, sowie Immobilienverwaltungen, Treuhänder und technische Facility Manager und Banken

Tabelle 1 fasst die in dieser Analyse identifizierte Hemmnisse zur Marktentwicklung von erneuerbarer Fernwärme. Mögliche Hebel und Vorschläge, inkl. die von der Initiative werden gegenübergestellt und in konkrete Massnahme umgesetzt. Diese konkrete Massnahme sind eine Wunschliste, eine Auswahl wird im RES-DHC Projekt umgesetzt. Die Tabelle wird im nächsten Schritt zusammen mit der Marktakteure ergänzt.

Kategorie	Hemmnisse	Hebel	Konkrete Massnahme
Technische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> - Hohe Betriebstemperaturen - Für neue Netze: 100% erneuerbare Lösungen noch nicht von allen Akteuren, insbesondere Planer bekannt - Lange Umsetzungszeiten 	<ul style="list-style-type: none"> - Bildungs- und Informationsaktivitäten für FW-Betreiber und Planer zu den technischen Lösungen z. B. Speicherlösungen, Reduktion der Vorlauftemperatur, Lastmanagement auf Kundenseite - Pilotprojekte mitteltiefe Geothermie - Anbieten von Übergangslösungen 	Internationale und nationale Bildungsaktivitäten und Erfahrungsaustausch: Kurse.
			Machbarkeitsstudien um das Ziel 100% CO ₂ neutrale Fernwärme zu erreichen und Verbreitung der Ergebnisse
			Entwicklung eines Entscheidungstools auf Basis von den Kriterien von [27] und den 100% erneuerbaren Ziele.
			Factsheet für Kommunen und FW-Betreiber zu den Übergangslösungen.
Ökonomische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> - Hohe Investitionskosten, Finanzierungsschwierigkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> - Bildungs- und Informationsaktivitäten für Kommunen, FW-Betreiber und Planer 	Machbarkeitsstudien von ausgewählten Wärmenetzen die repräsentativ für den Markt sind und deren Ergebnisse möglichst universell gelten.

	<ul style="list-style-type: none"> - Keiner oder schlechter Businessplan mit Planbilanz und Planerfolgsrechnung (Grundvoraussetzung für Fremdfinanzierung) - Wirtschaftlichkeit, insbesondere der 100% erneuerbare Lösungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Grosswärmepumpen ganz oder teilweise von der KEV-Abgabe oder von den Netzgebühren befreien. - Förderung von Langzeit-Speicher - Finanzierung- oder Förderinstrumente von Kommunen und Kantone - neue Geschäftsmodelle für Investition in thermische Netze und die Erschliessung von erneuerbaren Energiepotenzialen 	<p>Herstellung von Richtlinien zu den Finanzierungsmöglichkeiten und alternative Geschäftsmodelle, inkl. Prosumer Modelle.</p>
<p>Gesetzliche Aspekte und Förderung</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kein Anreiz, den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen - Fehlende langfristige Planung - Unterschiedliche Regelungen zwischen den Kantonen - Fehlende Ressourcen in den Kommunen - Komplexe Verfahrensabläufe 	<ul style="list-style-type: none"> - Kommunale Energieplanung und Konzessionen mit Zielvereinbarungen, Übernahme einer verpflichtenden Koordination - Vereinfachung der Verfahrensabläufe zur Nutzung erneuerbarer Energien - Harmonisierung der Regelungen zwischen den Kantonen, Erhöhung der gesetzlichen erneuerbare Energie Anteil - Reduktion der Konzessionsgebühren für See-/Grundwasserwärmenutzung 	<p>Einfache Erklärung (wie z.B. Video) zur Vollkostenrechnung</p> <p>Analyse der Gründe für den gesetzlichen Mindestanteil an erneuerbarer Energie in den Kantonen und dessen Einfluss auf die lokale Wärmenetze.</p> <p>Factsheets und Workshop über Best Practice Beispiele von kommunale / kantonale Energieplanung oder Konzessionsverträgen zwischen Kommunen und Energiedienstleister oder sonstige Unterstützung für Kommunen und lokale Verbände im Prozess, wie z.B. einen Infopunkt, Informationsveranstaltungen etc..</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Ausnahmeregelung für zeitlich verzögerten W-Anschluss <p>Förderung von Machbarkeitsstudien nur wenn mindestens eine 100% CO₂ neutrale Lösung gerechnet wird, um Kommune oder Verbände muss den Zugang zu 100% EE-Machbarkeitsstudien vereinfacht werden</p> <p>-</p>	<p>Dieser Punkt sollte auch die Konkurrenz mit existierenden Gasnetzen behandeln.</p> <p>Positionspapier zu mögliche politische Massnahmen.</p>
Sozioökonomische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> - Fehlende Informationen bei Endkunden: nicht bekannte Lösung Akzeptanzfragen für Standorte von Wärmезentralen oder Durchleitungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Verbreitung eines guten Images von Fernwärme als 100% CO₂-neutral und lokal - Informations- und Sensibilisierungsmassnahme von Entscheidungsträger und deren direkten Berater - Eigentümerstrategie bei EVUs: Kantone und Kommunen 	<p>Marketing Kampagne, Image «100% CO₂ neutrale FW» mit Video, oder Broschüre, ansprechendes Argumentarium zugunsten der Sache</p>
			<p>Best practice Beispiele über Bürgerbeteiligung</p>
Allgemein		<p>Informationsaustausch in der Branche, aber auch mit allen identifizierten Akteuren erhöhen</p> <p>Keine detaillierte Analyse der Hemmnisse</p>	<p>Alle zu Verfügung stehende Ressourcen sollten einfach und zentral erreichbar sein. Die Entwicklung einer zentralen Ausbildung / Austausch / Ressourcen Plattform ist empfehlenswert.</p>
			<p>Gründung eine Arbeitsgruppe</p>

			<p>Für das Projekt haben wir folgende Akteure identifiziert und eingeladen, in der Begleitgruppe mitzuwirken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fernwärme Schweiz • Schweizerischer Städteverband • Swisspower AG • Konferenz Kantonaler Energiedirektoren • Bundesamt für Energie • Hochschule Luzern • Wärmeinitiative Schweiz /AEE <p>Zudem gibt es für jede erneuerbare oder CO₂-freie Energiequelle einen Verband: Swissolar, Infracore (Abwasser, Abfall, Abwärme und Trinkwasser), Holzenergie Schweiz, Fachvereinigung Wärmepumpe Schweiz.</p> <p>Vertiefung der Hemmnisse-Analyse z.B. via Anfrage von Entscheidungsträger.</p>
--	--	--	---

Tabelle 1: Zusammenfassung von Hemmnissen und Hebel zur Marktentwicklung und entsprechende Vorschläge für die Umsetzung konkreter Massnahmen.

11. BEST PRACTICE BEISPIELE

11.1. Basel

Am 1. Oktober 2017 trat die Revision des kantonalen Energiegesetzes in Basel in Kraft. Sie verlangt, dass die Fernwärme bis 2020 zu 80 Prozent CO₂-frei wird. Die Industriellen Werke Basel (IWB) haben schon viel umgesetzt, um dieses Ziel zu erreichen:



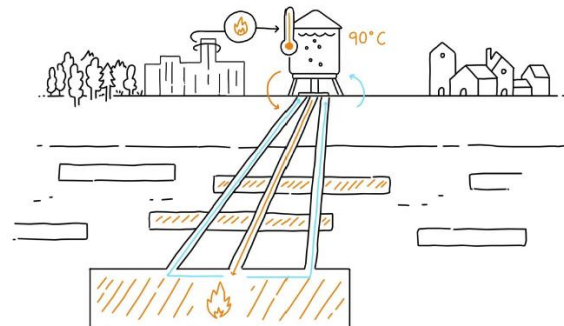
Bild 8 Stadt Basel

- Netzoptimierung mit Wärmespeicher von 1260 m³
- Neues Holzkraftwerk für 80 GWh Wärme und 27 GWh Strom im Jahr.
- Wärmepumpe auf der Kehrichtverwertungsanlage, um Wärme aus Rauchgasen zu gewinnen

11.2. Bern

Die Stadt Bern hat auch grosse Entwicklungspläne für die Fernwärme, die aktuell zu 75% aus CO₂-freien Quellen besteht. Die Priorität der Energie Wasser Bern ist es, den Gasverbrauch für die Spitzenlasten zu reduzieren. Dafür entwickeln ewb ein Pilotprojekt Geospeicher, um die Abwärme vom Sommer bis in den Winter zu speichern.

Idee Geospeicher



11

SVGW - Technische Fachgruppe FW / 09.09.2020, sid

tbfpartner
Pionier und Ingenieur

ewb

Bild 9 Idee Geospeicher im Bern, Quelle SVGW Fachgruppe 09.09.2020, tbfpartner und ewb.

11.3. Genf

Die Services industriels de Genève sind auch sehr aktiv in der Entwicklung von erneuerbaren Energie Lösungen für die thermische Netze die sie betreiben. Zwei gute Beispiele sind:

Fernwärme und Fernkälte mit Seewasser:

Das Netz «Genève Lac Nations» versorgt seit 2006 rund 10'000 Personen mit Wärme und Kälte mittels Wärmepumpe die das Wasser aus den Genfersee als Quelle benutzen. Das Netz «GenieLac» für Kälteversorgung ist gerade in Entwicklung und wird zukünftig 25'000 Personen versorgen.



Bild 10 Genf und Genfersee

Solarthermie:

SIG betreibt auch seit 2020 eine 1000 m² Solarthermie Pilotanlage auf dem Netz «CAD SIG».

11.4. Energie Ausserschwyz AG

Im Energiezentrum in Galgenen SZ wird mit einem Holzkraftwerk und einer Biogasanlage umweltfreundliche Wärme und Strom produziert. Aus Grüngut, Speiseabfällen und Gülle wird in Fermentern Biogas erzeugt, welches für den Betrieb eines Gasmotors genutzt wird, der Ökostrom produziert. Regionales Wald-, Rest- und Altholz dient als Rohstoff für das moderne Holzkraftwerk. Die bei der Verbrennung entstehende Wärme treibt

eine Dampfturbine an, welche Ökostrom für das öffentliche Netz produziert. Die Wärme aus der Stromproduktion wird für das Fernwärmenetz verwendet. Auf diese Weise wird das CO₂-neutrale, nachwachsende Holz optimal eingesetzt.

Die erste Erschließungsetappe des Fernwärmenetzes umfasst die Gemeinden Galgenen, Lachen, Altendorf und Freienbach. Liegenschaften wie Ein- und Mehrfamilienhäuser, öffentliche Bauten oder Industriebauten können im Versorgungsgebiet an die Fernwärme angeschlossen werden.

Das Netz wird voraussichtlich ab 2021 Wärme liefern und laufend erweitert werden.



Bild 11 Netzausdehnung Energie Ausserschwyz AG (1. Etappe in Orange, 2. Etappe in Gelb und 3. Etappe in Grün)

12. QUELLEN

- [1] Nussbaumer, T.; Thalmann, S.; Hurni, A.; Mennel, S.: Faktenblatt Thermische Netze, Verenum AG, Verband Fernwärme Schweiz VFS und Hochschule Luzern HSLU i.A. von Energie Schweiz, Zürich und Bern, in Vorbereitung – Publikation voraussichtlich März 2021.
- [2] Frederiksen, S.; Werner, S.: District Heating and Cooling, Studentlitteratur AB, Lund 2013, ISBN 978-91-44-08530-2. [Link](#)
- [3] Hochschule Luzern – Technik & Architektur: Fernwärme in Kürze, Horw, März 2019. [Download](#)
- [4] Mojic, I.; Ruesch, F.; Haller, M.: Machbarkeit solarunterstützter Wärmenetze im Kanton St.Gallen, HSR, Rapperswil 2017. [Download](#)
- [5] Oppermann, G.; Arnold, O.; Ködel, J.; Büchler, M.; Jutzeler, M.: Leitfaden Fernwärme / Fernkälte, VFS, Bern 2018. [Link](#)
- [6] Nussbaumer, T.; Thalmann, S.; Jenni, A.; Ködel, J.: Planungshandbuch Fernwärme, ARGE QM Fernwärme, Version 1.2, Zürich 2018. [Link](#)
- [7] Kemmler, A.; Spillmann, T.: Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000–2019 nach Verwendungszwecken, Prognos AG, INFRAS AG und TEP Energy i.A. des Bundesamts für Energie BFE, Zürich und Bern 2020. [Download](#)
- [8] Büchel, D.: Energiestrategie 2050. 16. Holzenergie-Symposium, ETH Zürich 11.09.2020, 25–29. [Download](#)
- [9] Kirchner, A. et al: Energieperspektiven 2050+ - Kurzbericht, Prognos AG, INFRAS AG, TEP Energy GmbH und Ecoplan AG i.A. des Bundesamts für Energie BFE, Zürich und Bern 2020. [Link](#)
- [10] Jakob, M. et al: Erneuerbare- und CO₂-freie Wärmeversorgung Schweiz, AEE Suisse, Bern 2020. [Download](#)
- [11] Information von Netzbetreibern Stand Oktober 2020: [Lausanne](#), [Zürich](#), [Bern](#), [Basel](#)
- [12] VFS: Jahresbericht 2019 und Ergänzungen von A. Hurni, Verband Fernwärme Schweiz, Bern 2020. [Link](#)
- [13] Thalmann, S.; Nussbaumer, T.: Ist-Analyse von Fernwärmenetzen, 13. Holzenergie-Symposium, ETH-Zürich 12.09.14, Verenum Zürich 2014. [Link](#)
- [14] Schweizerische Eidgenossenschaft: Geodaten Thermische Netze, geo.admin.ch, Bern 2019, 14. Januar 2020. [Link](#)
- [15] Hochschule Luzern – Technik & Architektur: Fallbeispiele Thermische Netze, Horw 2018. [Link](#)
- [16] Sres, A.: Weissbuch Fernwärme – VFS Strategie, Schlussbericht Phase 2, VFS, Bern 2014. [Download](#)
- [17] Sulzer, M. et al.: Konzepte für die nächste Generation von technischen Regulierungen im Bereich Gebäude und Energie - Energiewende und Technische Regulierung EnTeR – Schlussbericht Phase 1, Dübendorf, Zürich, Horw 2020. [Link](#)
- [18] Küng, L.; Kräuchi, P.; Kayser, G.: Risiken bei thermischen Netzen, Programm Thermische Netze, Hochschule Luzern T&A, Horw 2018. [Link](#)
- [19] Meier, B. et al: Sozioökonomische Aspekte thermischer Netze, Programm Thermische Netze, Hochschule Luzern T&A, Horw 2019. [Link](#)
- [20] Von Felten, N.; Perch-Nielsen, S.; Bruns, F.: Volkswirtschaftlicher Nutzen von thermischen Netzen, Programm Thermische Netze, Hochschule Luzern T&A, Horw 2020. [Link](#)
- [21] AEE Suisse: Machbar und zahlbar. Wärme 2050 — CO₂-neutral und erneuerbar, AEE Suisse, Bern 2020. [Download](#) SIA 480, Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau, 2016. [Link](#)
- [22] SIA 480: Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zürich 2016. [Link](#)

- [23] Hoesli, B. et al: Rechte und Pflichten bei der Wärmeversorgung im Verbund – Modul B Rechtliche Abklärungen, Fallbeispiele, Regelungsinhalte, Mustertexte, Planar AG und Ecosens AG, Zürich und Wallisellen 2016. [Download](#)
- [24] Energie Stadt, Räumliche Energieplanung – Module 1 bis 10. [Link](#)
- [25] Sigrist, D.; Kessler, S.: Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (HFM2015), Schlussbericht, INFRAS i.A. von Konferenz Kantonaler Energiefachstellen EnFK und Bundesamt für Energie BFE, Bern 2016. [Link](#)
- [26] Chambers, J. et al: Mapping district heating potential under evolving thermal demand scenarios and technologies: A case study for Switzerland, Energy Volume 176, 1 June 2019, Pages 682-692. [Link](#)
- [27] Thalmann, S.: Energiepreisgestaltung zur Verbesserung der Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Fernwärmenetzen, Abschlussarbeit MAS Business Administration & Engineering ZHAW, Zürich 2020
- [28] Trecco, S.; Da Silva, R.; Gemperle, S.: Entscheidungskriterien für die Systemwahl Phase 2, Programm Thermische Netze, Hochschule Luzern T&A, Horw 2019. [Link](#)
- [29] AEE: Projekt Kommunale Wärmewende - Befragung verdeutlicht Hemmnisse bei der Umsetzung der kommunalen Wärmewende, Agentur für Erneuerbare Energien e.V., Berlin 2020. [Link](#)