

Guide

Solutions transitoires pour le déploiement de réseaux thermiques



Ce projet a été financé par le programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre de la convention de subvention n° 952873.

Le contenu de cette publication relève de la seule responsabilité de ses auteurs. Elle ne reflète pas nécessairement l'opinion de l'Union européenne. Ni la Commission européenne ni les auteurs ne sont responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent.

But et motivation

Les réseaux thermiques permettent d'utiliser les rejets de chaleur ainsi que les énergies renouvelables et contribuent à la mise en œuvre de la stratégie énergétique 2050+. Les réseaux thermiques permettent de réduire l'utilisation de chauffages fossiles décentralisés à moyen terme. En outre, avec de grands volumes de stockage thermique il est possible de découpler la production de chaleur de sa consommation. La flexibilité ainsi obtenue peut désamorcer/résoudre – en général – la question des chaudières fossiles d'appoint encore partiellement présentes, et – en particulier – des émissions CO₂. La coordination du développement des réseaux thermiques avec la planification énergétique communale est toutefois un processus complexe, coûteux et de longue haleine. Il est donc important que les preneurs de chaleur potentiels soient impliqués très tôt dans le processus de planification, afin qu'ils soient informés de la possibilité de se raccorder à un réseau thermique lors du renouvellement de leur production de chaleur ou de la construction de leur bâtiment et qu'ils n'optent pas pour une solution individuelle (décentralisée).

Pour éviter la mise en œuvre de ces solutions individuelles, des solutions de fourniture de chaleur temporaires adéquates, légalement admissibles, appelées solutions transitoires, doivent pouvoir être proposées. Cela permet de couvrir les besoins de chaleur le temps que les clients puissent être raccordés au réseau thermique.

Le présent guide présente les possibilités de solutions transitoires d'un point de vue technique, économique, opérationnel et juridique. Les informations rassemblées visent à soutenir une planification optimale et une bonne mise en œuvre, et ainsi contribuer à améliorer la rentabilité et le déploiement des réseaux thermiques.

Le contenu du guide est basé sur l'expérience des auteurs et des membres du groupe d'experts et a été élaboré en utilisant la littérature spécialisée citée ainsi que des informations issues d'enquêtes auprès de professionnels. L'élaboration a en outre été accompagnée par des associations professionnelles et des représentants du secteur. Bien que les informations aient été préparées au mieux de nos connaissances, nous n'assumons aucune responsabilité quant à leur application.

Le guide doit servir de base à la formation initiale et continue et être régulièrement mis à jour. Les remarques et propositions d'amélioration sont les bienvenues.

Public cible

- Responsables d'exploitation de réseaux thermiques dans les entreprises de distribution d'énergie.
- Commerciaux responsables de l'acquisition et du suivi des clients de réseaux thermiques dans les entreprises de distribution d'énergie.
- Représentants des autorités publiques
- Planificateurs chauffagistes
- Techniciennes et techniciens du bâtiment.

Guide sur les solutions transitoires pour le déploiement de réseaux thermiques

Équipe projet et auteurs

Stefan Thalmann, Verenum AG, 8006 Zurich
Laure Deschaintre, Planair SA, 1400 Yverdon-les-Bains

Groupe d'experts

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, Réseaux Thermiques Suisse, 3001 Bern
Pascal Leumann, Wärme Zürich, 8001 Zürich
Dominik Noger, Energie Ausserschwyz AG, 8854 Galgenen
Marcel Rindlisbacher, Regio Energie Solothurn, 4502 Solothurn

Personnes interviewées

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



Ce projet a été financé par le programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre de la convention de subvention n° 952873.

Le contenu de cette publication relève de la seule responsabilité de ses auteurs. Elle ne reflète pas nécessairement l'opinion de l'Union européenne. Ni la Commission européenne ni les auteurs ne sont responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent.

Sommaire

1	Introduction	5
1.1	Situation de départ	5
1.2	Utilité et fonction	5
2	Solutions transitoires.....	6
2.1	Introduction.....	6
2.2	Sources d'énergie.....	6
2.3	Solutions techniques	6
2.4	Aspects économiques et opérationnels.....	7
2.5	Cadre juridique	7
3	Expériences pratiques	11
3.1	Obstacles.....	11
3.2	Contraintes	11
3.3	Exemples de bonnes pratiques	11
3.3.1	Plans directeurs énergétiques communaux et communication	11
3.3.2	Subventions et financement :	11
3.3.3	Annonce de la solution transitoire jusqu'au raccordement au réseau thermique à l'aide d'exemples à Bâle :.	12
3.3.4	Réseau de chauffage de proximité en îlot :	12
3.3.5	Label Minergie.....	13
3.3.6	Marché de l'occasion pour les chaudières de seconde main (bois, gaz et fioul).....	13
3.3.7	Installations de cogénération	13
4	Recommandations	15
5	Références	16

1 Introduction

1.1 Situation de départ

Il existe diverses références relatives au processus de planification et d'exploitation des réseaux thermiques ([1], [2], [3] [4], [5], [6], [7]). En complément, les expériences pratiques et les nouveaux développements concernant les réseaux thermiques sont régulièrement présentés lors de manifestations telles que le Forum du chauffage à distance de l'Association Réseaux Thermiques Suisse (RETS), les manifestations liées à l'offre de formation initiale et continue de la SSIGE ou de QM Chauffage à distance, ainsi que le symposium bois-énergie organisé par Verenum AG. En revanche, il n'existe pas de référence générale et indépendante sur les solutions transitoires lors de l'étude et de la mise en œuvre de réseaux thermiques. Le présent guide vise à combler cette lacune.

Grâce au développement du chauffage à distance en Suisse, il existe déjà plus de 1'000 réseaux thermiques qui alimentent, selon les estimations, plus de 150'000 consommateurs de chaleur (sur la base de données géographiques spécialisées du programme "Réseaux thermiques" [8]). A cela s'ajoute un potentiel de développement des réseaux thermiques d'un facteur 2, passant d'environ 9 TWh/an aujourd'hui à environ 18 TWh/an d'ici 2050 [9].

Pour permettre un développement rapide des réseaux thermiques, il faut non seulement supprimer les obstacles, mais aussi proposer des solutions

transitoires pour les réseaux thermiques existants et en projet.

1.2 Utilité et fonction

Il s'agit en principe d'acquérir et de fidéliser des clients et des sites potentiels pour le raccordement à un réseau thermique prévu ou en cours de planification. Cette acquisition précoce des clients est une nécessité économique pour assurer une exploitation rentable.

Il est donc important, à un stade précoce de la planification, de faire avancer le projet de manière à pouvoir convaincre les preneurs de chaleur potentiels et les sites de se raccorder au réseau thermique prévu. C'est là qu'intervient la solution transitoire comme argument de vente (positif) supplémentaire. La Figure 1.1 présente un aperçu chronologique de l'offre de solutions transitoires dans le déroulement de la planification et de l'exploitation d'un réseau thermique présentée à l'aide des phases SIA selon la SIA 108 [10].

Le besoin existant en chaleur et en froid doit être garanti par la solution transitoire jusqu'à ce que l'approvisionnement soit assuré par le réseau thermique. Ainsi, l'incertitude de planification et d'approvisionnement qui prévaut au début peut être transformée en une sécurité de planification et une sécurité juridique entre le client et le fournisseur (contrat de fourniture de chaleur ou de contracting).

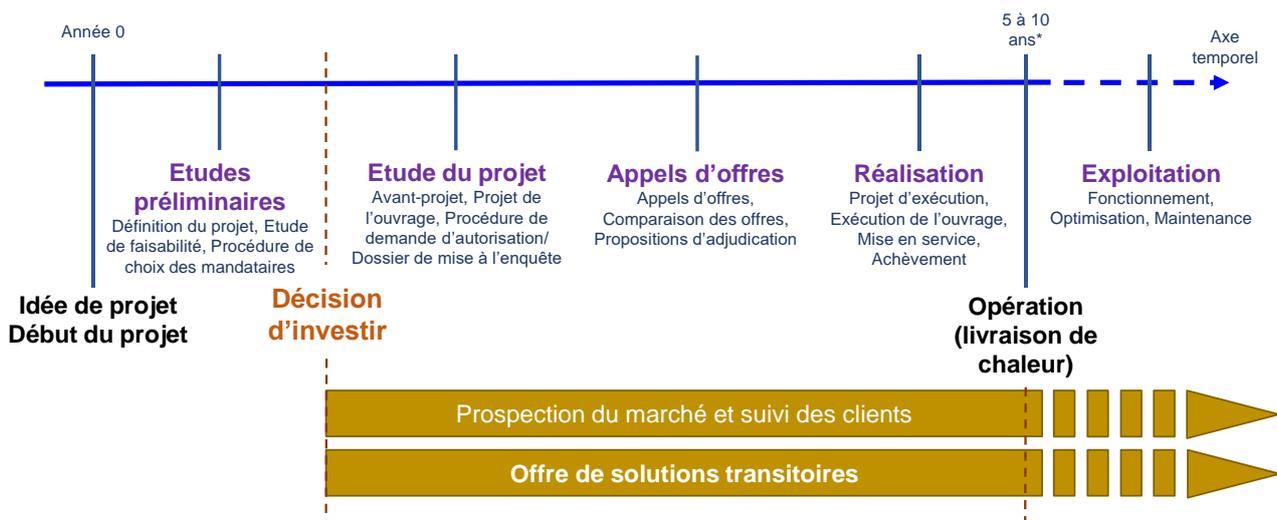


Figure 1.1 Aperçu chronologique de l'offre de solutions transitoires dans le déroulement de la planification et de l'exploitation d'un réseau thermique selon les phases SIA de la SIA 108 [10].

* estimation : plus court ou plus long selon la situation.

2 Solutions transitoires

2.1 Introduction

Une solution transitoire ne doit pas seulement être considérée comme une installation technique pour l'approvisionnement en chaleur et en froid, mais aussi, du point de vue du client, comme une sécurité d'approvisionnement jusqu'au moment où il sera connecté au réseau thermique.

Une solution transitoire peut être appliquée dans les cas suivants :

- Pour un remplacement inévitable du chauffage dans un bâtiment existant pour lequel le raccordement au réseau thermique est planifié mais n'est pas possible dans l'immédiat.
- Pour l'approvisionnement en chaleur d'un nouveau bâtiment jusqu'à ce que le réseau thermique soit construit et disponible.
- Pour l'approvisionnement en chaleur d'un site ou d'un quartier en tant que petit réseau de chaleur jusqu'à ce que le réseau thermique principal soit construit et disponible.
- Pour une rénovation inévitable de la centrale thermique d'un réseau thermique existant avant le regroupement avec un autre réseau thermique.

Une approche possible est la reprise immédiate de l'installation existante par le futur fournisseur d'énergie. Le client reçoit un contrat de fourniture de chaleur ou de contracting dans lequel sont réglées toutes les modalités de la solution transitoire comme de l'approvisionnement futur à partir du réseau thermique. Le fournisseur garantit la sécurité d'approvisionnement, le service de piquet, la mise à disposition de centrales de chauffage de secours, les pièces de rechange et les réparations. Le client ou la cliente bénéficie ainsi de la sécurité d'approvisionnement nécessaire et une fidélisation précoce a lieu. Cette approche sera adoptée comme référence dans ce document.

D'autres solutions prévoient que l'installation existante reste la propriété et la responsabilité du client et que le futur fournisseur d'énergie promette en contrepartie une garantie d'approvisionnement. Pour le pire des cas, l'offre comprend également une solution transitoire selon la situation. Du point de vue du fournisseur d'énergie, cette approche est plus économique en termes de coûts et de ressources. Mais du point de vue du client, selon la situation, elle est moins contraignante pour un raccordement ultérieur au réseau thermique.

L'utilisation d'une solution transitoire n'est considérée que lorsqu'une installation existante ne peut plus être exploitée pour une raison ou une autre. La solution transitoire est organisée et mise en service par le fournisseur d'énergie. Celle-ci doit bien entendu être adaptée en fonction des besoins des clients.

2.2 Sources d'énergie

Les sources d'énergie suivantes sont à prendre en compte pour les solutions transitoires :

- Biomasse (pellets, plaquettes de bois / plaquettes de bois de qualité)
- Electricité pour les pompes à chaleur et machines de froid et pour la production directe d'eau chaude sanitaire
- Mazout
- Gaz naturel / biogaz du réseau
- Méthanol
- Gaz de pétrole liquéfié (GNL/bio GNL/propane/butane)

2.3 Solutions techniques

Une solution transitoire peut être de nature diverse. Les solutions techniques sont présentées ci-dessous par ordre croissant de complexité et de durée d'utilisation possible :

- Maintien de l'installation de production de chaleur existante (maintenance et entretien, remise en état, etc.).
- Remplacement adéquat de l'installation existante pour une utilisation à court ou moyen terme.
- Centrale énergétique mobile pour le chauffage, le refroidissement et la production d'eau chaude. Plus d'informations sur les centrales de chauffage mobiles sont disponibles dans un document séparé.
- Centrale énergétique comme solution transitoire à long terme pour les plusieurs bâtiments, les zones d'habitations, les quartiers et les installations individuelles chez les gros clients. Pour des horizons de 10 ans et plus, des installations de cogénération sont également envisageables. Dès que le raccordement au réseau thermique est réalisé, cette centrale énergétique peut par exemple être exploitée en tant qu'approvisionnement d'appoint ou de secours, ou être remplacée par une sous-station principale et entièrement démantelée. Il

est nécessaire de disposer d'une réglementation claire et d'une autorisation d'exploitation pour l'utilisation comme solution transitoire (jusqu'à ce que le réseau thermique arrive sur place, poursuite de l'exploitation comme alimentation de secours, démantèlement, etc.).

2.4 Aspects économiques et opérationnels

Comme mentionné au chapitre 2.1, le futur fournisseur d'énergie peut immédiatement reprendre l'installation existante. Toutes les modalités de la solution transitoire ainsi que de l'approvisionnement énergétique futur sont consignées dans un contrat de fourniture de chaleur ou de contracting. Les coûts et les composantes de coûts suivants doivent être pris en compte :

- Coûts d'investissement initiaux (éventuel investissement initial)
- Frais de mise à disposition
- Frais de location
- Frais d'exploitation sans combustible ni électricité
- Frais de combustible et d'électricité
- Frais d'organisation du service de piquet
- Frais d'entretien et de maintenance

Le client devrait au minimum prendre en charge les coûts d'exploitation et d'énergie de la solution transitoire. Pour ce faire, on peut prendre en compte les coûts d'exploitation et d'énergie passés de l'installation de production à remplacer et/ou les coûts futurs lors du raccordement au réseau thermique.

Du point de vue du client, l'avantage est qu'une solution faiblement émettrice (ou neutre) en CO₂ est en vue avec le raccordement au réseau thermique. Du point de vue du fournisseur d'énergie, l'avantage réside dans le fait que les clients sont fidélisés très tôt, qu'il y a un effet de signal positif vers l'extérieur et que l'on peut s'attendre à un succès économique à moyen et long terme. A court terme, il faut toutefois s'attendre à des dépenses et des coûts plus élevés, ce qui pèse sur le résultat économique de la phase de démarrage.

Si la solution transitoire est proposée en tant que service et fait partie d'un contrat de fourniture de chaleur ou de contracting, les prestations suivantes doivent être prises en compte du point de vue de l'exploitation :

- Exploitation du système de production d'énergie, y compris la régulation, jusqu'au

raccordement au réseau thermique ainsi que la mise en service au cours de la première année d'exploitation (si nécessaire).

- Entretien et maintenance annuelle, contrôle de la combustion, ramonage, toutes les pièces de rechange et d'usure nécessaires, dépannage, service de piquet 24h/24.
- Temps de trajet et de travail.
- Garantie de raccordement au réseau thermique.

Du côté du client, des mesures sont souvent également nécessaires. Les points suivants doivent être pris en compte et sont en général à la charge du client :

- Démontage de l'installation de production de chaleur existante.
- Montage de la solution provisoire.
- Adaptations au système de chauffage existant et à la cheminée.

2.5 Cadre juridique

Lors de l'installation et de l'exploitation de solutions transitoires, il convient de tenir compte de diverses conditions-cadres légales et de les respecter. La liste suivante, non exhaustive, en donne un aperçu :

- Les lois cantonales sur l'énergie et leurs ordonnances : Dans certains cantons, la réinstallation d'un chauffage fossile n'est pas possible ou seulement sous certaines conditions. Les exigences lors de l'installation d'une solution transitoire fossile doivent être respectées conformément aux législations cantonales respectives sur l'énergie.
- Loi cantonale et/ou communale sur la construction et l'aménagement du territoire : l'obligation d'obtenir un permis de construire pour les installations doit être examinée (pompe à chaleur, chaudière à bois, etc.).
- Plan d'aménagement cantonal et/ou communal et ses prescriptions.
- Ordonnance sur la protection de l'air (OPair)
- Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB)
- Conditions de l'assurance bâtiment
- Prescriptions de protection incendie AEAI

Remarque : Une solution transitoire ne répond pas nécessairement aux exigences légales et ne peut souvent pas être autorisée. Dans ce cas, les

cantons et les autorités communales en charge de la construction devraient proposer des solutions (pragmatiques). Dans le meilleur des cas, cela est déjà stipulé dans la loi cantonale sur l'énergie ainsi que dans les "prescriptions d'équipement technique", qui font partie intégrante du plan d'équipement et d'affectation communal. Si ce n'est pas le cas, des solutions transitoires doivent être élaborées avec les autorités (ce qui représente une charge de travail importante).

Dans tous les cas, une planification précoce de la solution est nécessaire (autorisations, temps d'installation, conditions sur place, etc.) Il est recommandé d'effectuer la procédure d'autorisation en deux étapes au moins :

1. Planification du raccordement et de l'utilisation : ce travail doit être effectué conformément à la loi cantonale et/ou communale sur la construction et l'aménagement. Dans le cas le plus simple, il peut s'agir d'un permis de construire ou d'une simple planification du tracé. Dans ce dernier cas, une demande de permis de construire peut être déposée plus tard. Cette planification est particulièrement nécessaire pour les mesures de construction coûteuses (installations dans les eaux souterraines / traversées de voies CFF / traversées de cours d'eau / constructions dans des sols pollués, etc.).
2. Demandes de permis de construire : les demandes de permis de construire peuvent être réparties selon différents corps de métier : Demande de permis de construire pour les seuls tracés "garantis par la planification", demande de permis de construire pour la centrale thermique, demande de permis de construire pour le bâtiment en cas de changement de source d'énergie thermique, etc.

Dans plusieurs communes et villes, le raccordement à un réseau thermique est soutenu financièrement. Il existe cependant peu d'offres concrètes de solutions transitoires dans les zones d'approvisionnement où un réseau thermique est prévu, mais pas encore construit. Les offres des villes de Bâle, Berne, Lucerne, Saint-Gall, Winterthour et Zurich sont décrites ici à titre d'exemple. De plus amples informations sont disponibles dans les références.

Bâle [11], [12]:

Depuis 2017, la législation sur l'énergie n'autorise l'installation de chauffages fossiles que dans des cas exceptionnels. En novembre 2022, les électeurs de Bâle-Ville ont accepté le contre-projet à

l'initiative pour la justice climatique, approuvant ainsi l'objectif de zéro émission nette de CO₂ d'ici 2037.

Les services industriels de Bâle (IWB) densifient le réseau de chauffage à distance déjà bien développé, tandis que l'approvisionnement en gaz est simultanément arrêté. Pour les chauffages à gaz qui doivent être remplacés avant la fin de leur durée de vie en raison de la fermeture du réseau de gaz, une indemnisation de la valeur résiduelle est prévue.

Des solutions transitoires pour le remplacement temporaire du système de production de chaleur sont autorisées dans les zones désignées comme zones de réseau de chaleur dans le plan directeur partiel de l'énergie. Dans ce cas, le système de production de chaleur défectueux peut être remplacé temporairement par un générateur de chaleur fossile. Le raccordement à un réseau de chaleur doit cependant impérativement et immédiatement avoir lieu dès que le raccordement devient possible. Le générateur de chaleur fossile utilisé temporairement doit alors être immédiatement mis hors service et démonté. Les conditions suivantes s'appliquent en fonction de la date de raccordement au réseau de chaleur :

- Jusqu'à 3 ans maximum après l'installation de la solution transitoire : pas de conditions
- Jusqu'à 8 ans maximum après l'installation de la solution transitoire : mise en œuvre d'une mesure selon [11] Annexe 7 ou preuve d'un CECB classe D (sur l'énergie totale)
- Si aucun raccordement au réseau de chaleur n'est possible dans les 8 ans suivant l'installation de la solution transitoire, il faut implémenter une combinaison de solutions standards selon [11] Annexe 7 ou prouver que la classe CECB C (sur l'énergie totale) a été atteinte.

Dans la zone d'approvisionnement des services industriels de Bâle (IWB), IWB met à disposition une solution transitoire si un chauffage à énergie fossile doit être remplacé et qu'un réseau thermique n'est pas encore disponible sur le site. IWB met à disposition une chaudière en tant que solution de location. Dès que le bâtiment peut être raccordé au réseau thermique, la solution transitoire est démontée et une sous-station est installée.

Berne [13]:

Si un chauffage doit être remplacé dans la ville de Berne avant que le réseau thermique ne soit disponible, Energie Wasser Bern et le fonds écologique pour les énergies renouvelables soutiennent financièrement une solution transitoire.

Sont concernés les propriétaires qui réalisent un raccordement à un réseau thermique planifié au plus tard cinq ans après le dépôt de la demande. Les éventuelles réparations ou, si les coûts d'une réparation sont disproportionnés, une solution de chauffage provisoire sont soutenues financièrement.

Lucerne [14], [15], [16]:

La ville de Lucerne dispose d'une nouvelle stratégie climatique et énergétique, qui a été adoptée par les électeurs en septembre 2022. Des objectifs stratégiques à long terme y sont formulés et elle comprend 32 mesures concrètes qui doivent être mises en œuvre dans les prochaines années parmi lesquelles le développement des réseaux thermiques. En collaboration avec Energie Wasser Luzern (ewl) et des tiers, des concepts doivent être développés et proposés pour des solutions transitoires adéquates dans les zones où des réseaux thermiques sont prévus.

La condition préalable est la planification énergétique 2.0. Des zones appropriées pour des réseaux thermiques de différentes natures sont élaborées en fonction de la rentabilité, des émissions de CO₂ et de la caractérisation de la situation de concurrence avec les sources d'énergie renouvelables décentralisées ainsi que des répercussions sur le réseau de distribution de gaz.

Selon le nouveau règlement de construction et de zone (pas encore en vigueur), une autre condition pour une solution transitoire est que celle-ci puisse être exploitée pendant 10 ans au maximum et au plus tard jusqu'au 31 décembre 2040, si une attestation de raccordement au réseau de chaleur alimenté à au moins 75 % par des énergies renouvelables, signée par un des propriétaires de l'immeuble et par un exploitant de réseau de chaleur concessionnaire, est disponible. Le raccordement au réseau de chaleur doit être effectué dès que cela est possible.

Saint-Gall [17]:

A Saint-Gall, le fournisseur d'énergie de la ville (St.Galler Stadtwerke) assume la responsabilité de la solution transitoire aux mêmes conditions que pour le raccordement ultérieur au réseau de chaleur. La condition est qu'un lot de construction du réseau de chaleur pour les trois à cinq prochaines années ait été décidé par le parlement pour la zone d'approvisionnement.

Pour les lots de construction qui n'ont pas encore fait l'objet d'une décision parlementaire, les services industriels de St-Gall proposent, en accord avec le concept énergétique 2050 de la ville de St-Gall, une

solution transitoire avec une centrale de cogénération ou une pompe à chaleur. Les conditions pour la première solution sont une charge de chauffage suffisante d'au moins 90 kW et une durée de contrat correspondant à la durée d'utilisation de la centrale de cogénération. Les services municipaux de Saint-Gall proposent en outre une autre solution transitoire pour les objets d'une importance décisive pour le développement du chauffage à distance. Dans ce cas, le fournisseur d'énergie continue d'exploiter le chauffage existant à ses propres frais et risques jusqu'à la mise en place du chauffage à distance ou pendant 5 ans maximum. Si un raccordement au chauffage à distance peut être réalisé pendant la durée du contrat, le raccordement est obligatoire.

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

La ville de Winterthur dispose d'un nouveau plan communal des énergies qui a été adopté le 31 octobre 2022 par le parlement de la ville. La direction des travaux publics du canton de Zurich doit encore l'approuver, ce qui signifie qu'il entrera probablement en vigueur en 2023. Le plan des énergies contient des objectifs stratégiques à long terme qui seront mis en œuvre au cours des prochaines années.

Comme à Zurich, le gaz ne sera plus disponible sur l'ensemble du territoire à partir de 2040, mise à part pour les procédés dans les zones industrielles et commerciales et pour couvrir les demandes de pointe dans les réseaux de chaleur. Afin d'accorder aux clients du réseau de gaz suffisamment de temps pour changer de mode de chauffage, l'arrêt de l'approvisionnement en gaz sera annoncée, si possible au moins 10 ans à l'avance (voir aussi [22]). En outre, la construction ou l'extension des réseaux thermiques dans les zones à connecter prendra du temps, ce qui nécessite un retrait coordonné et échelonné du gaz ainsi qu'une offre de solutions transitoires.

Stadtwerk Winterthur propose d'ores et déjà des solutions transitoires spécifiques aux projets là où il existe un réseau de chaleur existant ou un permis de construire concret. L'offre est en outre développée et continuellement élargie. Le raccordement à un réseau de chaleur est subventionné par la ville.

Zurich [23], [24], [25], [26], [27], [28]:

La ville de Zurich a pour objectif de réduire les émissions de CO₂ à zéro net d'ici 2040. Pour cela, la transformation de l'approvisionnement en chaleur joue un rôle décisif. La loi cantonale sur l'énergie (EnerG) et l'ordonnance communale sur l'approvisionnement en chaleur (WVV) de la ville de Zurich soutiennent cette évolution. Les points essentiels de l'ordonnance sont les suivants :

- Les bâtiments de la ville de Zurich n'utiliseront plus de gaz fossile pour le chauffage et l'eau chaude à partir de 2040. Les bâtiments de l'administration municipale dès 2035.
- Les réseaux thermiques desserviront au moins 60 % des zones d'habitation d'ici 2040.
- Un retrait local du réseau de distribution de gaz n'a lieu que là où il existe un approvisionnement alternatif en chaleur. Les retraits sont en principe annoncés au moins 10 ans à l'avance. Dans les zones avec des réseaux thermiques, le délai de préavis peut être plus court, mais il est d'au moins 5 ans (voir aussi [22]).

L'approvisionnement en chaleur et en froid par des réseaux thermiques est développé en continu par étapes. Les zones concernées sont définies dans le cadre de la planification énergétique communale et mises en œuvre par les entreprises d'approvisionnement en énergie mandatées.

Pour le remplacement du chauffage, la ville a mis en place un programme d'aide dans le cadre duquel le raccordement à un réseau thermique est également subventionné. Pour les bâtiments qui ne pourront être raccordés à un réseau thermique que dans quelques années, mais qui auront besoin d'un nouveau chauffage avant, des solutions transitoires doivent être trouvées. Dans ce but, la ville de Zurich propose des conseils gratuits en matière d'énergie dans les quartiers dans lesquels le réseau de distribution de gaz sera démantelé d'ici 2024 (Zürich Nord).

Afin d'accélérer le remplacement des chauffages fossiles par des solutions respectueuses du climat, les investissements non amortis sont en outre compensés par une indemnité de valeur résiduelle lors du remplacement anticipé du chauffage, pour l'instant jusqu'en 2024 [29].

Par ailleurs, ERZ et Energie 360° proposent des raccordements collectifs dans les quartiers qui seront desservis par l'extension des réseaux de chauffage à distance de ERZ. Des bâtiments très proches les uns des autres sont reliés par un réseau de chaleur de proximité et sont ainsi raccordés ensemble au chauffage à distance ou à une solution transitoire si le réseau n'est pas encore construit. Cette possibilité présente des avantages financiers pour les clients, car les coûts d'investissement sont répartis entre plusieurs propriétaires.

3 Expériences pratiques

3.1 Obstacles

Afin de garantir le développement et la rentabilité des réseaux thermiques sur le long terme, les obstacles énumérés ci-dessous rendent nécessaires des solutions transitoires :

- L'espace nécessaire à la distribution de chaleur et de froid par canalisations dans les zones urbaines est souvent déjà épuisé (en surface comme en sous-sol).
- Après la rénovation d'un tronçon de route, il n'est généralement plus possible de procéder à de nouvelles ouvertures de route pendant cinq ans. Cela retarde encore de cinq ans les raccordements de maisons ou les aménagements fins dans le quartier.

Un développement réalisé de manière stratégique et coordonnée sur le long terme est donc indispensable, en particulier dans les zones urbaines. Toutefois, cela demande beaucoup d'efforts, de ressources et de temps. Il est ici conseillé aux services compétents de la commune et aux fournisseurs d'énergie en particulier de planifier et coordonner cela de manière appropriée lors de la planification du raccordement et de l'approvisionnement des réseaux thermiques.

3.2 Contraintes

Les contraintes suivantes doivent être prises en compte lors de la planification et de l'exploitation de solutions transitoires :

- L'un des plus grands défis dans la construction existante est l'espace nécessaire pour les centrales énergétiques mobiles et stationnaires.
- Un raccordement collectif en tant que solution transitoire nécessite souvent un tuyau d'évacuation des gaz plus grand et ne peut souvent être réalisé que sous forme de cheminée extérieure. Cela nécessite une autorisation et un emplacement de la centrale de chauffage à proximité du mur extérieur.
- Cadre juridique peu clair avec des procédures d'autorisation parfois très lourdes (voir également le chapitre 2.5). Exemple : Si l'autorité communale en matière de construction considère le fonctionnement en îlot du chauffage à distance avec un chauffage au gaz pour un nouveau bâtiment comme un "chauffage au gaz" et non comme une "solution transitoire", aucun permis de construire ne sera délivré. Dans ce cas, il ne faut pas sous-estimer le coût d'un nouvel examen pour une autorisation d'exploitation (limitée dans le temps).

- Émissions sonores et olfactives des chaufferies mobiles.

3.3 Exemples de bonnes pratiques

3.3.1 Plans directeurs énergétiques communaux et communication

Les installateurs, les planificateurs ou les conseillers en énergie sont souvent le premier contact des propriétaires de bâtiments et ont besoin d'informations et d'indications sur les offres correspondantes ainsi que sur les conditions de raccordement à un réseau thermique. Il est donc utile de disposer de plans énergétiques communaux interactifs et accessibles au public, ainsi que de moyens de communication clairs de la part de la commune et des fournisseurs d'énergie. Ceux-ci permettent d'obtenir rapidement et précisément les informations les plus importantes pour les parcelles (orientation de la planification énergétique, technologie prioritaire dans la zone concernée, date possible de raccordement à un réseau thermique prévu, etc.).

Diverses villes mettent à disposition de telles cartes interactives et périodiquement actualisées avec des informations sur la région correspondante. A titre d'exemple, des informations sont données pour les villes suivantes : Bâle [30], Berne [31], Lucerne [32], Winterthur [33] et Zurich [34]).

3.3.2 Subventions et financement :

Les subventions sont souvent distribuées selon le principe de l'arrosoir. Cela signifie que le client reçoit également des subventions pour des pompes à chaleur ou des chauffages au bois décentralisés, même s'il est situé dans une zone où un réseau thermique est prévu. De plus, les subventions pour les pompes à chaleur ou les chauffages au bois sont souvent plus généreuses que celles pour les réseaux de chaleur. Cela pose fondamentalement un problème pour le développement des réseaux thermiques.

Les cantons ont toutefois la possibilité, dans les zones où la commune a procédé à une répartition spatiale précise des parcelles et où un réseau thermique est prévu, de suspendre le subventionnement des systèmes de chauffage individuels renouvelables lors de l'exécution du Programme Bâtiments. L'OFEN recommande notamment de tenir compte des points suivants :

- Le réseau thermique utilise de manière optimale les ressources énergétiques existantes et peut être exploité de manière économique.

- En plus de l'attribution spatiale spécifique à chaque parcelle, le réseau prévu devrait également être dans une phase suffisamment avancée du projet et permettre aux propriétaires de se raccorder au plus tard dans les 3 ans.

3.3.3 Annonce de la solution transitoire jusqu'au raccordement au réseau thermique à l'aide d'exemples à Bâle :

Exemple 1 : selon le plan directeur de l'énergie, le bien immobilier se trouve dans une zone de chauffage à distance. Sur la base de la carte d'IWB, il a été possible de déterminer que le raccordement au chauffage à distance était possible dans les trois prochaines années. Une demande de raccordement a donc été déposée auprès d'IWB. Avec les documents nécessaires, l'installation de la solution transitoire a été soumise au canton via le portail "Annonce d'un chauffage à combustible fossile". La lettre standard "Déclaration d'accord" a ensuite été envoyée au propriétaire. En renvoyant la déclaration d'accord signée, le canton confirmait officiellement l'annonce et transmettait simultanément cette information à IWB. Comme dans ce cas, la solution transitoire au gaz ne devait pas rester longtemps en service (3 ans), le propriétaire a opté pour l'installation d'une chaudière de location d'IWB. Pour information : les chaudières de location sont parfois proposées par des installateurs et ne doivent pas nécessairement provenir d'IWB. Après 3 ans d'exploitation, le raccordement au chauffage à distance a pu être réalisé. Comme la solution transitoire n'a fonctionné que pendant 3 ans, il n'a pas été nécessaire de mettre en œuvre des solutions standard.

Exemple 2 : dans ce cas également, l'immeuble se trouve dans la zone de chauffage à distance, mais le raccordement au chauffage à distance ne sera possible que dans 7 ans. La procédure d'exécution a été la même que dans l'exemple ci-dessus. Toutefois, un nouveau chauffage au gaz a été installé et non une chaudière de location. Comme l'enveloppe du bâtiment n'avait pas encore été améliorée sur le plan énergétique, la première solution standard après 3 ans d'exploitation a consisté à isoler le toit. Il convient de mentionner ici que les mesures déjà réalisées sont prises en compte, pour autant qu'elles ne remontent pas à plus de 10 ans et que les exigences relatives aux subventions soient respectées.

Si le raccordement au chauffage à distance peut être réalisé dans les 7 ans prévus, une deuxième mesure standard n'est pas nécessaire. Dans le cas

contraire, le remplacement des fenêtres devrait être privilégié par rapport à l'installation d'un chauffe-eau thermodynamique du point de vue du service de l'énergie. C'est un peu le point faible des directives : Si la copropriété opte pour l'installation d'un chauffe-eau thermodynamique, seul l'approvisionnement en chaleur côté chauffage sera réalisé par le biais du chauffage à distance en cas de raccordement au chauffage à distance. Cela peut être fait, mais dans l'idéal, le chauffage est entièrement assuré par le chauffage à distance.

3.3.4 Réseau de chauffage de proximité en îlot :

Dans le cas des solutions en îlot, on planifie et exploite des centrales énergétiques avec un petit réseau de distribution. Le réseau de distribution alimente plusieurs bâtiments, une zone ou un quartier individuel dans le secteur d'approvisionnement d'un réseau thermique prévu. L'objectif est de démonter cette solution transitoire après le raccordement au réseau thermique ou de l'exploiter éventuellement encore comme approvisionnement de secours.

Dans un cas concret, cela a été déclenché dans la zone d'approvisionnement de Regio Energie Solothurn par une nouvelle construction (client clé) d'une puissance de raccordement de 450 kW. Le back-up de toute façon nécessaire pour un approvisionnement de secours assure dans un premier temps le rôle de centrale thermique pour ce client clé.

Un autre exemple est, à Soleure Ouest, la nouvelle construction VEBO-Soleure. Un réseau en îlot reliant plusieurs nouveaux bâtiments a été construit et sera raccordé ultérieurement au réseau de chauffage à distance de l'UVTD. D'ici là, l'approvisionnement de secours en gaz, prévu de toute façon, produira la chaleur.

Dans une zone de la ville de Zurich, un grand réseau thermique est prévu, qui sera probablement mis en service en 2025. Dans cette zone, un propriétaire privé prévoit de construire un nouveau bâtiment en remplacement d'un ancien. Ce même propriétaire possède d'autres biens immobiliers à proximité du nouveau bâtiment. Le fournisseur d'énergie qui planifie, construit et exploitera le réseau thermique, a conclu avec ce propriétaire privé un contrat d'approvisionnement en énergie avec une solution transitoire. Le nouveau bâtiment de remplacement et les immeubles existants seront chauffés de 2021 à 2025 par une chaudière fossile (avec 20 % de biogaz pour respecter la loi sur l'énergie en vigueur à l'époque) d'un grand industriel voisin, via des conduites de chauffage à distance. Les

conduites de chauffage à distance ainsi que les sous-stations seront achevées. En 2025, le chauffage à distance local sera raccordé au nouveau réseau thermique et l'approvisionnement renouvelable sera ainsi assuré par ce réseau. Le gros client a ainsi pu être acquis pour le réseau thermique, ce qui est important pour une exploitation rentable de ce réseau.

Important : de telles solutions en îlot sont souvent alimentées par des combustibles fossiles tels que le gaz ou le mazout. Une autorisation du canton et des autorités communales en matière de construction est nécessaire jusqu'à ce que le réseau thermique soit en place.

3.3.5 Label Minergie

Le label Minergie peut être un instrument de commercialisation important pour les investisseurs et/ou les propriétaires de bâtiments. Il est donc important pour eux de savoir si le label peut également être attribué en cas d'utilisation d'une solution transitoire (fossile).

Les questions suivantes ont été clarifiées avec l'association Minergie (voir également les aides à l'application sous "Documents de travail" dans le champ "Bases" sur le site Internet de Minergie [35]).

Le label peut-il être délivré directement (provisoirement) ? Quels sont les documents justificatifs nécessaires pour un futur raccordement au chauffage à distance et quels sont les délais à respecter ?

La pratique actuelle est la suivante :

- Si le site du projet est raccordé au chauffage à distance dans les cinq à huit prochaines années, le chauffage à distance peut être utilisé comme source d'énergie pour la preuve du certificat provisoire et le certificat provisoire peut être établi en conséquence avec une validité maximale de huit ans. La demande doit être accompagnée d'un contrat de fourniture de chaleur signé pour le futur raccordement et d'un calendrier pour la mise en service.
- Lors de la mise en service du bâtiment, le justificatif et toutes les annexes sont envoyés pour la certification définitive. L'organisme de certification vérifie le tout et délivre aux demandeurs une confirmation d'examen positif et l'indication que le certificat définitif peut être délivré avec le raccordement au chauffage à distance.
- Après le raccordement au chauffage à distance, une confirmation de raccordement et le protocole de la mise en service de la production de chaleur sont remis, après quoi

l'organisme de certification peut délivrer le certificat définitif.

Le label peut-il aussi être délivré avec un délai ?

Le label Minergie peut être demandé à tout moment. Minergie ne précise pas quand le bâtiment a été construit. C'est la version du justificatif en vigueur au moment de la demande qui s'applique.

Dès que le label Minergie est demandé, la certification provisoire est effectuée dans les trois mois qui suivent. Un délai plus long n'est pas possible et entraînerait une interruption du processus.

Il convient toutefois de noter que Minergie impose des exigences concernant la définition du chauffage à distance et la part maximale d'énergie fossile dans un réseau de chauffage à distance.

3.3.6 Marché de l'occasion pour les chaudières de seconde main (bois, gaz et fioul)

Pour les fournisseurs d'énergie, la possibilité de disposer d'installations de chauffage pouvant être utilisées comme solution transitoire doit être examinée. Cette approche pourrait également être intéressante en collaboration avec des sociétés immobilières possédant plusieurs bâtiments dans la zone de desserte des réseaux thermiques. Exemple : le bâtiment 1 est situé dans la zone de desserte et pourrait déjà être raccordé, mais le chauffage au gaz existant n'a que cinq ans et il faudrait attendre encore au moins dix ans. Le bâtiment 2 dispose d'un chauffage au gaz vieillissant, mais il faut encore attendre cinq ans avant que le réseau thermique soit sur place et puisse être raccordé. Pour que la société immobilière puisse réaliser rapidement des économies de CO₂, le raccordement au réseau thermique devrait être réalisé immédiatement pour le bâtiment 1 et le chauffage au gaz du bâtiment 1 devrait être installé dans le bâtiment 2.

Certains fabricants proposent des "chaudières itinérantes" fonctionnant au gaz ou au fioul. Celles-ci peuvent être restituées à une valeur amortie dès que le réseau de chaleur est sur place. Cette offre a par exemple été conclue entre un fournisseur d'énergie connu et un fabricant dans le cadre d'un contrat-cadre.

3.3.7 Installations de cogénération

Actuellement, dans le canton de Soleure, deux clients industriels de renom étudient la possibilité d'utiliser des installations de CCF comme solution transitoire pour le futur couplage de réseaux thermiques et pour l'exploitation pilotée par la demande en électricité en cas de pénurie d'électricité.

L'intérêt premier des deux clients industriels est de garantir leur approvisionnement en électricité. Regio Energie Solothurn a pu démontrer qu'il existe un besoin en chaleur et qu'un raccordement au chauffage à distance est justifié. Il en résulte donc deux avantages supplémentaires pour les clients industriels. La production de chaleur à base de gaz devient immédiatement exempte de CO₂ en fonctionnement régulier (la consigne de réduction de l'AEnEC est respectée) et le fournisseur de chaleur supporte une partie des coûts de l'installation CCF.

La question se pose de savoir s'il s'agit d'une solution transitoire ou plutôt d'une installation d'alimentation électrique de secours pouvant faire l'objet d'une autorisation d'exploitation.

4 Recommandations

Sur la base des chapitres précédents et des expériences pratiques, les recommandations suivantes sont importantes pour les fournisseurs d'énergie qui ne proposent pas encore de solutions transitoires :

- Besoins de chaleur dans la zone d'approvisionnement
 - Définir la zone d'approvisionnement
 - Estimer le potentiel de raccordement
- Etat des chauffages dans la zone
 - Recenser le parc de chauffage existant (source d'énergie, âge de l'installation, situation dans la zone, possibilité d'approvisionnement en énergie alternative),
- Elaboration d'une offre de solution transitoire (technique, exploitation, modèle économique, etc.)
 - Savoir-faire technique, opérationnel et administratif nécessaire
 - Ressources internes techniques, opérationnelles et administratives
 - Définir l'offre
 - Elaborer une stratégie de communication
- Rentabilité et évaluation des risques
 - Vérifier la faisabilité économique
 - Évaluation des risques (techniques, opérationnels, économiques)

5 Références

- [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
- [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
- [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
- [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
- [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 (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 Heizungersatz». <https://www.ewb.ch/angebot/foerderprogramme/foerderprogramm-heizungersatz.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/privatkundenschaft/angebote/heizen> (zugegriffen 2. November 2022).
- [21] Stadtwerk Winterthur, «Förderaktionen», *Förderaktionen*. <https://stadtwerk.winterthur.ch/privatkundenschaft/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 (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 (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 (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/energjs/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).