

Schlussbericht, 13. Mai 2026

Hemmnisabbau bei der Nutzung von Abwärme in thermischen Netzen

Hilfsmittel für die vereinfachte Nutzung industrieller Abwärme



Kundennähe



Wärmemenge



Verfügbarkeitsprofil



Temperaturniveau



Zugänglichkeit der Abwärme



Kosten



Strategischer Aspekt



Lokale Verankerung



...

Autoren

Nicole Calame, CSD Ingénieurs

Daniel Gasser, CSD Ingénieurs

Fabrice Rognon, CSD Ingénieurs

Begleitung BFE

Matthias Bendig, BFE

Laure Deschaintre, Planair

BFE-Vertrag Nr. SH/8100389-01-01-09

Die vorliegende Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.
Die Verantwortung für den Inhalt liegt ausschliesslich bei den Autoren.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	5
Kontext	6
Definitionen und Vorbemerkungen	6
1. Ermittlung von Potenzialen industrieller Abwärme	8
1.1 Räumliche Energieplanung	8
1.2 Abwärmekataster	8
1.3 Vielversprechende Standorte	9
1.3.1 Rechenzentren	9
1.3.2 Industriebetriebe	9
1.3.2.1 Verfügbarkeit	9
1.3.2.2 Technische Daten	10
1.4 Auslöser und Rolle der Behörden	12
1.5 Praxisbeispiele	13
1.5.1 Erfahrungsberichte	13
1.5.2 Beispiele für realisierte Projekte	15
2. Instrumente zur Potenzialbewertung	16
2.1 Bewertungstool	17
2.2 Einschränkungen und Empfehlungen	17
2.3 Überblick über bestehende Web-Tools	19
3. Möglichkeiten zur Risikominimierung und zur Überwindung von Hindernissen	20
3.1 Einleitung	20
3.2 Geschäftsmodelle und finanzielle Unterstützung	20
3.3 Schlüsselemente des Verhandlungsprozesses	22
3.4 Vertragliche Aspekte	23
3.4.1 Rolle und Bedeutung des vertraglichen Rahmens	23
3.4.2 Vorgehen und bewährte Praxis	24
3.4.3 Definition der Schnittstellen und Verantwortlichkeiten	24
3.4.4 Typen von Vertragsklauseln	24
3.4.5 Nutzung des Untergrunds	28
3.4.6 Erkenntnisse und Empfehlungen	28
4. Schlussfolgerungen und Ausblick	29

5.	Weiterführende Informationen.....	30
5.1	Thematische Dokumentation.....	30
5.2	Berechnungstools oder Entscheidungshilfen	32
5.3	Risikominderung und vertragliche Aspekte.....	32
	Literaturverzeichnis	34
6.	ANHÄNGE.....	36
6.1	Entscheidungsdiagramm für die Betriebstemperatur des thermischen Netzes.....	36
6.2	Tool zur Projektprüfung und -bewertung	37

Einleitung

Dieser Leitfaden wurde im Rahmen des Programms „Beschleunigung des Ausbaus thermischer Netze“ erstellt mit der Absicht, die Nutzung von Abwärme aus Industrieanlagen und Rechenzentren (Data Centers) in thermischen Netzen zu fördern. Er richtet sich in erster Linie an Gemeinde- und Stadtwerke sowie an Betreiber von Wärmenetzen, die sich für dieses Thema interessieren, und bietet Hilfsmittel und Instrumente sowie einen Überblick über den spezifischen Kontext und die damit verbundenen Herausforderungen. Ziel ist es, dem Leser zu ermöglichen, in den verschiedenen Phasen eines Projekts folgende Fragen zu beantworten:

Wo liegt das Potenzial in meinem Gebiet? Wie kann die Gemeinde die Umsetzung solcher Projekte erleichtern?

Der erste Teil des Dokuments bietet Unterstützung bei der Identifizierung von Betrieben mit Abwärmepotenzial. Er stellt die Besonderheiten und verschiedene zu berücksichtigende Aspekte vor, um vielversprechende Standorte zu ermitteln.

- Ermittlung von Potenzialen
- Rolle der Gemeinden

Ein Industriebetrieb wurde identifiziert – wie lässt sich feststellen, ob es sich lohnt, einen Schritt weiterzugehen?

Das Tool «Checkliste und Bewertung» dient als Leitfaden bei einem ersten Gespräch, beispielsweise mit dem Energiebeauftragten des Unternehmens, um frühzeitig die Realisierbarkeit eines Projekts zur Abwärmenutzung einzuschätzen. Die daraus resultierende Bewertung dient als Entscheidungshilfe bei der Identifizierung vielversprechender Projekte, die realistische Chancen auf eine Umsetzung haben.

- Tool zur Potenzialbewertung
- Identifizierte Hemmnisse und Lösungsansätze

Das Projekt ist aus technisch-wirtschaftlicher Sicht sinnvoll. Welche vertraglichen Lösungen gibt es, um die Risiken zu verringern?

Dieser Abschnitt befasst sich mit der Risikominderung bei Projekten zur Abwärmenutzung in thermischen Netzen. Insbesondere werden verschiedene Geschäftsmodelle, vertragliche Elemente und Empfehlungen zur Beseitigung von Hindernissen aufgeführt.

- Wichtigste Schritte
- Geschäftsmodelle
- Vertragliche Elemente

Weiterführende Informationen...

- Erfahrungsberichte zu realisierten oder abgebrochenen Projekten in der Schweiz
- Der letzte Abschnitt des Dokuments enthält eine Auswahl relevanter Hilfsmittel zur Vertiefung der vorgestellten Themen.

Anmerkung: In diesem Dokument wird der Begriff „Industrie“ häufig unterschiedslos sowohl für industrielle Produktionsstätten als auch für Rechenzentren verwendet. Es sei darauf hingewiesen, dass Kehrlichtverwertungsanlagen (KVA) und Abwasserreinigungsanlagen (ARA) nicht Gegenstand dieser Studie sind; diese Wärmequellen werden häufig bereits genutzt, wenn in der Nähe thermische Netze vorhanden sind.

Die Erstellung des Berichts stützt sich auf vorhandene Hintergrunddokumente, Interviews mit Fachleuten und Antworten aus einer Umfrage zu realisierten, laufenden oder aufgegebenen Projekten in der Schweiz.

Kontext

Die Nutzung von industrieller Abwärme bietet zahlreiche Vorteile: Reduzierung der CO₂-Emissionen, Schonung natürlicher Ressourcen und Senkung der Energiekosten. Abwärme stellt eine lokale Ressource dar, deren Nutzung Vorrang vor anderen, leichter speicherbaren und mobileren Energieträgern haben sollte. Dieses Dokument bietet Ansätze und Instrumente zur Förderung einer breiteren Entwicklung von Projekten zur Verwertung von Abwärme durch deren Nutzung in thermischen Netzen. Dadurch kann die Effizienz des Energiesystems verbessert und die Kreislaufwirtschaft sowie die nachhaltige Entwicklung gefördert werden.

Etwa 20 % des gesamten Energieverbrauchs in der Schweiz entfallen derzeit auf den Industriesektor. Ein Teil der verbrauchten Energie geht anschliessend in Form von Wärme verloren. Diese stellt eine interessante CO₂-freie Quelle für thermische Netze dar. Sie ermöglicht es, deren bestehenden Energieverbrauch zu senken. Die für industrielle Prozesse oder die Kühlung von Rechenzentren benötigte Energie wird ohnehin verbraucht. Auch wenn keine Verpflichtung dazu besteht, verringert die Verwertung von sonst ungenutzter Abwärme die Verschwendung von Wärme, die an die Atmosphäre abgegeben wird. Mit dem Ersatz von Öl- oder Gaskesseln durch eine Wärmeversorgung über ein thermisches Netz können auch die CO₂-Emissionen der angeschlossenen Gebäude gesenkt werden.

Gemeinde- und Stadtwerke sowie interessierte Betreiber von thermischen Netzen finden in diesem Bericht Informationen und Entscheidungshilfen, um die Umsetzung von Projekten zur Abwärmenutzung in thermischen Netzen zu unterstützen. Die Gemeinden spielen eine Schlüsselrolle, insbesondere im Rahmen ihrer räumlichen Energieplanung, in der Abwärme berücksichtigt werden muss. Sie können als Impulsgeber fungieren und Projekte initiieren, indem sie dank ihres Überblicks über die lokale Industriestruktur Netzbetreiber und Industrieunternehmen zusammenbringen, die Koordination übernehmen oder als Beteiligte auftreten.

Der Schlüssel zu einem erfolgreichen und fruchtbaren Projekt liegt in der Übereinstimmung zwischen einer Wärmeabfallquelle und dem Wärmebedarf der Nutzer, insbesondere in der geografischen Nähe zwischen beiden. Das hier behandelte Thema betrachtet die Abwärme aus dieser Perspektive, fügt sich jedoch in den grösseren Rahmen der Entwicklung von thermischen Netzen ein. Spezifische Informationen hierzu finden sich im Kapitel 5. Aspekte der Konzeption und Planung von Netzen werden nicht behandelt. Es wird davon ausgegangen, dass ein nachgewiesener und definierter Wärmebedarf der Suche nach einer Wärmequelle wie beispielsweise industrieller Abwärme vorausgeht. Die vorgeschlagenen Instrumente ermöglichen es, das Potenzial solcher Ressourcen zu ermitteln und zu bewerten.

Definitionen und Vorbemerkungen

Eine Abwärme wird definiert als die unvermeidbare und intern nicht verwertbare Restwärme, die aus einem Prozess austritt und für einen anderen Zweck genutzt werden kann. Es muss unterschieden werden zwischen den Wärmeflüssen, die an einem Standort in seinem derzeitigen Zustand abgegeben werden, und der Restwärme, die in einem zukünftigen Zustand verbleiben wird, in dem die interne Rückgewinnung optimiert ist. Somit ist das Potenzial veränderlich, und die Menge an Wärme, die derzeit von den Unternehmen abgegeben wird, wird insgesamt durch Massnahmen zur internen Verwertung und zur Verbesserung der Energieeffizienz der Prozesse abnehmen.

Abwärme ist als Ressource weder erneuerbar noch fossil. Sie bildet eine eigene Kategorie: Abwärme ist keine Primärenergie zugeteilt und sie gilt als CO₂-frei. (BFE, 2018).

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichts besteht keine gesetzliche Verpflichtung zur externen Verwertung von Abwärme. Zur Erinnerung: Der Abschluss einer Zielvereinbarung (dieser Schritt ist für Grossverbraucher obligatorisch, deren Wärmekosten 5 GWh oder deren Stromverbrauch 0,5 GWh/a übersteigt) mit

dem Bund oder dem Kanton zielt auf eine effizientere Bewirtschaftung und eine umfassendere Nutzung von Abwärme ab, insbesondere intern.

Bevor darüber nachgedacht wird, die unvermeidbare Abwärme aus einem Industriestandort oder einem Rechenzentrum abzuführen, ist sicherzustellen, dass die industriellen Prozesse und technischen Anlagen bereits optimiert sind und dass die Möglichkeiten einer internen Verwertung dieser Abwärme bereits geprüft wurden. Zudem ist es sinnvoll, die Nutzung dieser Wärme entsprechend ihrer Temperaturstufe zu priorisieren: Wenn eine Nutzung zur Versorgung industrieller Prozesse oder zur Stromerzeugung in Betracht kommt – bei Temperaturen von 80 °C bis etwa 500 °C –, ist dies grundsätzlich zu bevorzugen. Darüber hinaus bieten diese Anwendungen in der Regel die Möglichkeit, auch Komfortwärme bereitzustellen. Eine weitere Alternative ist die Kälteerzeugung mithilfe einer Absorptionskältemaschine bei Temperaturen von 80 °C bis etwa 160 °C (Interreg, 2025). Diese Variante kann für die Nutzung von im Sommer überschüssiger Wärme zu Kühlzwecken interessant sein, wenn der Bedarf des Netzes ansonsten begrenzt ist.

Es ist zu beachten, dass die Wärmequelle nicht zwingend eine höhere Temperatur als das Netz aufweisen muss. Ist dies der Fall, reicht ein einfacher Wärmetauscher aus, um die gewonnene Wärme an das Netz zu übertragen. Dies ist die vorteilhafteste Situation, da sie geringe Investitionen in Technologien und niedrige Betriebskosten mit sich bringt. Ist dies nicht der Fall, kann die Temperatur der Wärmequelle durch den Einsatz von Wärmepumpen (WP) mittels zusätzlichen Stromverbrauchs erhöht werden. Diese ausgereifte Technologie bietet Anlagen in einem breiten Leistungsspektrum (bis zu mehreren zehn MW) und ermöglicht es heute, Wärme mit Temperaturen über 120 °C zu erzeugen. Die richtige Dimensionierung und der korrekte Betrieb der Wärmepumpen sind entscheidend, um einen hohen Wirkungsgrad und möglichst niedrige Betriebskosten zu erreichen.

In der Schweiz werden seit mehreren Jahrzehnten grosse Wärmepumpen eingesetzt, insbesondere zur Speisung von thermischen Netzen mit Wärme, die beispielsweise aus dem Wasser von Seen oder Flüssen gewonnen wird. Abwärme aus Industrieanlagen oder Rechenzentren bietet den Vorteil, dass sie bei höheren Temperaturen zur Verfügung steht. Dies wirkt sich positiv auf den Leistungskoeffizienten (COP) der Wärmepumpe aus und senkt somit die Betriebskosten.

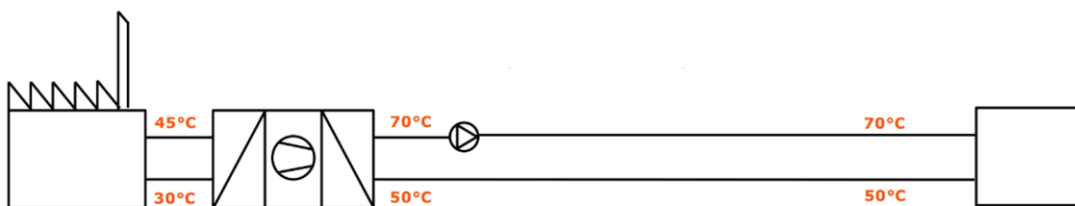


Abbildung 1.: Darstellung des Konzepts zur Versorgung eines thermischen Netzes mit Abwärme über eine Wärmepumpe [WP in TN_energieschweiz 2020]

Die Entscheidung, eine zentrale Wärmepumpe wie in Abbildung 1 dargestellt zu installieren oder vielmehr bei den Kunden unter Nutzung des Netzes bei der Temperatur der Ressource, wird in einem zweiten Schritt während der Projektplanung getroffen. Die Art des Bedarfs sowie eine Vielzahl anderer Faktoren fließen bei der Auswahl des Konzepts mit ein. Der Entscheidungsbaum im Anhang 6.1 dient als Hilfe bei der vorläufigen Auswahl des Betriebstemperaturniveaus des Netzes.

1. Ermittlung von Potenzialen industrieller Abwärme

Zur Ermittlung von Potenzialen sind die folgenden Quellen in der angegebenen Prioritätenfolge zu konsultieren:

- Räumliche Energieplanung, siehe Abschnitt 1.1
- Wenn obiges nicht vorhanden: kantonales Abwärmekataster, siehe Abschnitt 1.2
- Wenn obiges nicht vorhanden: Identifizierung vielversprechender lokaler Standorte anhand der im Abschnitt 1.3 aufgeführten Anhaltspunkte

Zudem werden im Abschnitt 1.4 Hinweise dazu gegeben, welche Rolle die Behörden als Impulsgeber für Projekte spielen können. Zur Information finden sich am Ende des Kapitels im Abschnitt 1.5 Beispiele für umgesetzte Projekte.

1.1 Räumliche Energieplanung

Wenn auf Gemeindeebene eine Energieplanung durchgeführt wurde, sollte das Abwärmepotenzial darin erfasst sein. Es kann vorkommen, dass dieses Potenzial bei der Ausarbeitung der räumlichen Energieplanung nicht berücksichtigt wurde. In diesem Fall kann geprüft werden, ob der Kanton einen Abwärmekataster erstellt und zur Verfügung gestellt hat.

Wenn die räumliche Energieplanung noch aussteht, ist es unerlässlich, sicherzustellen, dass die Untersuchung des Abwärmepotenzials darin berücksichtigt wird.

Da die Gemeindegrenzen in der Praxis zu eng sein können, wird eine regionale Betrachtung des Wärmeabsatzgebiets empfohlen. Dies gilt umgekehrt auch für die Wärmequelle: Je nach geografischer Entfernung zwischen dem Wärmebedarf und dem Standort, an dem Abwärme anfällt, kann es sinnvoll sein, potenzielle Quellen ausserhalb der Gemeindegrenzen zu untersuchen.

1.2 Abwärmekataster

Was Rechenzentren betrifft, so ist die Schweiz eines der Länder mit der weltweit höchsten Anzahl pro Kopf. Eine Liste der nationalen kommerziellen Rechenzentren ist verfügbar¹. Per Ende 2025 waren 114 Standorte mit einer installierten Leistung zwischen 2 MW und 20 MW erfasst und geolokalisiert.

Einige Kantone haben auf ihrem Gebiet ein Abwärmekataster erstellt. Der Kanton Waadt beispielsweise bietet ein Kataster der bedeutenden Abwärmequellen². Es verzeichnet die wichtigsten Standorte von kantonalem Interesse mit Angaben zur Unternehmenskategorie, qualitativen Informationen zum Verwertungspotenzial und indikativen Daten zur jährlichen Verfügbarkeit, zur Temperatur und zur Abwärmemenge sowie einem Hinweis darauf, ob bereits eine Nutzung besteht. Ein solches Kataster ist zwar nicht vollständig, bietet aber ein gutes Instrument, um Standorte mit interessantem Potenzial im betrachteten Gebiet zu identifizieren. Falls kein Kataster existiert, können die im Projektgebiet ansässigen Industriebetriebe untersucht werden, indem beispielsweise die Industriegebiete auf einer Online-Karte eingesehen werden.

Derzeit gibt es in der Schweiz auf nationaler Ebene kein Abwärmekataster, das auf konkreten Felddaten basiert. Eine auf Schätzungen gestützte Studie (Zuberi J. et al., 2018) bietet einen Überblick über die verfügbare Abwärme unter 150 °C und deren Verteilung auf dem Schweizer Staatsgebiet. Gebiete mit Abwärmedichten von über 8.3 GWh/ha pro Jahr konzentrieren sich vor allem in den Regionen Basel-Stadt, Genf, Aargau und Zürich. Dieses bedeutende Potenzial für die Verwertung über thermische Netze zeigt sich in diesen Gebieten, wo sich bereits Netze entwickelt haben.

¹ Verfügbar unter <https://www.datacentermap.com/switzerland/>, ausgenommen private Rechenzentren

² Verfügbar unter www.geo.vd.ch, suchen Sie nach «Cadastré des rejets de chaleur importants» und zoomen Sie in die Karte hinein, um die Standorte zu sehen

1.3 Vielversprechende Standorte

Innerhalb eines Industriezweigs können je nach Art der eingesetzten Technologien, der intern durchgeführten Wärmerückgewinnung oder der Produktionskapazität grosse Unterschiede hinsichtlich der Abwärmemengen bestehen. Dieser Abschnitt stellt allgemeine Merkmale vor, deren Gültigkeit durch direkte Kontaktaufnahme mit den Energiebeauftragten oder anderen Ansprechpartnern überprüft werden sollte. Das Kapitel 2 bietet Unterstützung bei diesem Vorgehen.

Aus einer sehr lokalen Perspektive ist eine visuelle Bestandsaufnahme ein pragmatischer Ansatz für eine Erstabklärung: Befinden sich technische Anlagen auf dem Dach? Sind Kühltürme oder Luftkühler vorhanden, wird Wärme an die Umgebung abgegeben, die möglicherweise zurückgewonnen werden könnte.

→ Generell ist die geografische Nähe zwischen der Abwärmequelle und dem Netz ein wichtiger Faktor, da die Anschlusskosten einen direkten Einfluss auf die Gesamtrentabilität eines Projekts haben.

1.3.1 Rechenzentren

Rechenzentren oder Data Center werden zunehmend als Wärmequelle für thermische Netze genutzt. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie das ganze Jahr über im Dauerbetrieb laufen und somit mehr oder weniger konstant rund um die Uhr verfügbare Abwärme erzeugen. Sie bieten a priori gute Möglichkeiten. Die Wärmeabgabe ist zudem eine Notwendigkeit für diese Standorte, die zudem in städtischen Gebieten liegen können.

Rechenzentren beherbergen IT-Geräte wie Server und Anlagen zur Datenspeicherung. Es werden ständig digitale Daten verarbeitet, gesammelt und verteilt. Für den reibungslosen Betrieb der Computerserver sind Kühlanlagen notwendig, welche erhebliche Abwärmemengen erzeugen. Rechenzentren sind sehr energieintensiv und verursachten im Jahr 2024 3,6 % des gesamten Schweizer Stromverbrauchs. Dieser Anteil wird in Zukunft weiter steigen, insbesondere aufgrund der rasanten Entwicklung der künstlichen Intelligenz. Das nutzbare Potenzial wird auf nationaler Ebene auf 2'000 bis 2'600 GWh/Jahr geschätzt (eicher+pauli, Kulemann et al., 2023), was diese Wärmequelle zu einem wichtigen Bestandteil der Energiestrategie 2050 des Bundes macht.

Für eine grobe Schätzung kann angenommen werden, dass die abgegebene Wärmemenge in derselben Grössenordnung liegt wie der Stromverbrauch des Rechenzentrums, jedoch nicht vollständig zurückgewonnen werden kann. Laut einer Studie (eicher+pauli, Kulemann et al., 2023) lässt sich der Trend zu besseren Kühlsystemen in Rechenzentren anhand der Eigenschaften der Abwärme wie folgt zusammenfassen:

- Eher ältere Anlage: 72 % der Wärme bei einer Temperatur von 10 bis 16 °C nutzbar
- Typische Anlage: 81 % der Wärme bei einer Temperatur von 24 bis 30 °C nutzbar
- Moderne Anlage: 95 % der Wärme bei einer Temperatur von über 32 °C nutzbar

Weitere Informationen finden Sie in den Dokumenten und Tools, die im Kapitel 5 «Weiterführende Informationen» aufgeführt sind.

1.3.2 Industriebetriebe

Bei der Suche nach einem potenziellen Standort sind verschiedene Aspekte der Abwärme zu berücksichtigen. Diese Faktoren ergänzen sich und können sich bis zu einem gewissen Grad gegenseitig ausgleichen.

1.3.2.1 Verfügbarkeit

Ein zentraler Aspekt ist die Verfügbarkeit der Wärme, insbesondere während der Wintersaison. Prozesse, die in der Regel rund um die Uhr oder über eine hohe Anzahl von Stunden pro Jahr stabil und regelmässig laufen, sind besonders interessant. Umgekehrt ist eine zeitlich begrenzte oder stark unetstetige Produktion aufgrund der geringeren Verfügbarkeit der Abwärme a priori weniger vorteilhaft. Diese könnte zudem potenziell grössere Schwankungen im Temperaturniveau aufweisen.

Grosse Industriebetriebe mit hoher Produktionskapazität werden eher auch am Wochenende und möglicherweise nachts in Betrieb sein. Umgekehrt ist es wahrscheinlicher, dass kleine und mittlere Unternehmen noch keine Nutzung für ihre Abwärme realisiert oder geplant haben, wie Abbildung 2 (europäische

Daten) veranschaulicht. Auch wenn eine Nutzung der Abwärme bereits erfolgt, ist das Potenzial dennoch nicht unbedingt ausgeschöpft. Andererseits erfordert ein Projekt für ein thermisches Netz, das beispielsweise zur Beheizung einiger kommunaler Gebäude konzipiert ist, keine sehr grosse Wärmemenge.

Viele realisierte Projekte kombinieren mehrere Wärmequellen und einige nutzen Wärmespeicher. Letztere können eine Lösung bieten, die von Fall zu Fall geprüft werden sollte, um die Diskontinuität oder den zeitlichen Versatz zwischen Verfügbarkeit und Wärmebedarf auszugleichen. Mehrere Anwendungsfälle können relevant sein:

- Bei einer diskontinuierlichen Wärmequelle zur Deckung eines relativ stabilen Bedarfs.
- Bei einer eher kontinuierlichen Quelle, um einen schwankenden Bedarf zu decken. Dies ermöglicht eine Optimierung der Wärmerückgewinnung und eine Erhöhung des Deckungsanteils bei Spitzenlasten.
- Als saisonale Speicherung, um die Nutzung von Abwärme aus dem Sommer auf Zeiten zu verlagern, in denen Heizbedarf besteht.

Wasserspeicher, die eine grosse Wärmemenge speichern können, erfordern beträchtliche Volumina. Der Einsatz von Erdwärmesonden zur Wärmespeicherung oder zur Regeneration kann eine vorteilhafte Alternative darstellen. Die Wirtschaftlichkeit und das Genehmigungsverfahren für den Bau eines grossen Wärmespeichers sind zu prüfen.

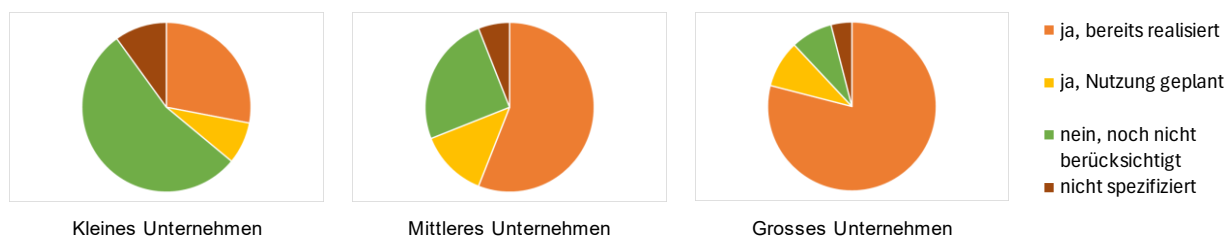


Abbildung 2: Ergebnisse einer in Europa durchgeführten Umfrage zur Frage „Nutzt Ihr Unternehmen seine Abwärme oder plant es deren Nutzung?“, adaptiert aus Schützenhofer et al. (2026).

1.3.2.2 Technische Daten

Die Industrie verursacht rund 20 % des Endenergieverbrauchs in der Schweiz, wovon 70 % auf Prozesswärme entfallen. Zwischen 10 % und 50 % davon werden schliesslich als Abwärme abgegeben. Abbildung 3 veranschaulicht die Verteilung des Verbrauchs an Prozesswärme in der Schweiz sowie die nach Industriezweigen generierten Wärmeabgaben für die Bereiche unter 150 °C (LT) / 150 – 320 °C (MT) / über 320 °C (HT). Da jede Branche die Summe ihrer einzelnen Industriezweige darstellt, ist es im lokalen Kontext sinnvoller, die Struktur und die Anteile der Wärmeabgaben der einzelnen Branchen zu betrachten. Insgesamt wäre die Hälfte der Wärmeabgaben bei über 150 °C verfügbar. Das technisch nutzbare Potenzial entspricht etwa 60 % der Abwärmemenge (als «Excess heat» bezeichnet), d. h. insgesamt 14 PJ oder 3'900 GWh/Jahr, die aus Abgasen oder Abwässern gewonnen werden können und jährlich auf nationaler Ebene verwertet werden könnten³.

Tabelle 1 zeigt eine indikative Aufschlüsselung der industriellen Abwärme, ausgedrückt als Prozentsatz des Endenergieverbrauchs und nach Temperaturen. Sie kann für eine erste Auswahl herangezogen werden. Es ist zu beachten, dass je nach Produktionsart, Skaleneffekt, eingesetzten Technologien und dem Grad der internen Optimierung erhebliche Unterschiede zwischen den in einem Industriezweig zusammengefassten Verfahren auftreten können. Eine Kontaktaufnahme mit den identifizierten Industriebetrieben ist erforderlich, um spezifische Daten zur vor Ort verfügbaren Abwärme zu erhalten.

³ Diese Zahlen stammen aus Schätzungen, da es in der Schweiz keinen nationalen Kataster gibt, gemäss der Studie von Zuberi J. et al. (2018).

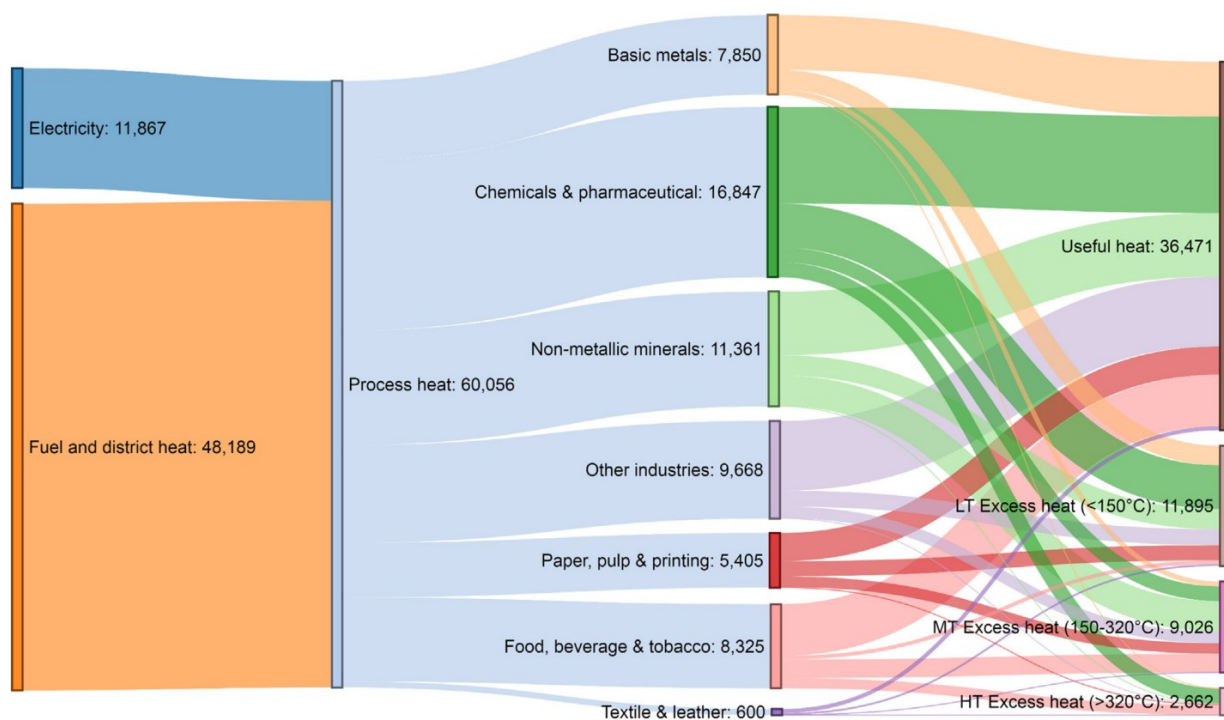


Abbildung 3: Energieflüsse für Prozesswärme in der Schweiz [in TJ] nach Industriezweig mit dem Anteil an Abwärme bei niedriger Temperatur (NT < 150 °C), mittlerer Temperatur (MT 150–320 °C) und hoher Temperatur (HT > 320 °C) (Zuberi J. et al., 2018).

Branche	Anteil 25 – 60 °C	Anteil 60 – 140 °C	Anteil >140 °C
Lebensmittelindustrie	12 %	3 %	0,2 %
Papier	15 %	4 %	1 %
Chemie	4 %	8,0 %	8,0 %
Herstellung von Kunststoffprodukten	2 %	3,0 %	
Zement / Beton		20,0 %	40,0 %
Sonstige nicht eisenhaltige Minerale		20,0 %	40,0 %
Metall / Eisen		15,0 %	30,0 %
Nichteisenmetalle		15,0 %	30,0 %
Metall / Geräte		1,5 %	3,0 %
Maschinen		1,5 %	3,0 %
Sonstige Branchen		0,5 %	1,0 %

Tabelle 1: Anteil der industriellen Wärmeabgaben in Prozent des Endenergieverbrauchs. Nicht angegebene Werte sind nicht unbedingt inexistent, jedoch nicht verfügbar. Basierend auf: (Sres A. et al., 2014) (Pehnt M. et al., 2010) (enova, 2009) (Interreg, 2025)

Die Zementindustrie ist eine der energieintensivsten Branchen der Schweiz. Konkret umfasst dieser Sektor landesweit nur sechs Werke oder Zementfabriken und versorgt bereits mehrere Gemeinden über thermische Netze mit Wärme (cemsuisse, 2021). Als Vertreterin eines weiteren Bereichs mit grossem Potenzial ist die einzige Raffinerie der Schweiz in Cressier ein weiteres Beispiel dafür, dass die hohe Menge an verfügbarer Abwärme bereits über die Fernwärmeversorgung Entre-deux-Lacs genutzt wird. Im Vergleich dazu besteht beispielsweise die Lebensmittelindustrie aus Produktionsstätten geringerer Grösse, die den Vorteil haben, dass sie besser über das Gebiet verteilt sind und noch über viel verfügbares Potenzial verfügen. In dieser Kategorie gilt die Milchindustrie als grosser Energieverbraucher (Kantor et al., 2018). Die spezifischen Kosten im Zusammenhang mit der Rückgewinnung von Abwärme sind tendenziell weniger vorteilhaft, da sie nicht in gleichem Masse vom Skaleneffekt profitieren.

Die vielversprechendsten Branchen

Die folgenden Branchen werden manchmal als die interessantesten hinsichtlich der Verfügbarkeit von Abwärme genannt:

- Papier- und Glasindustrie, Betonherstellung und Stahlwerke
- Elektronikfertigung oder Automobilbau
- Lebensmittelverarbeitung (z. B. der Milchsektor) und pharmazeutische Produktion

Auch der **Dienstleistungssektor** kann bei der Potenzialermittlung berücksichtigt werden, wobei die Temperaturen der Abwärme in der Regel unter 40 °C liegen. Bestimmte Bereiche wie Krankenhäuser oder Schwimmbäder leiten ihr Abwasser das ganze Jahr über mit Temperaturen zwischen 10 °C und 20 °C ein. Lagerhallen oder Geschäfte mit Kühlräumen geben ihr Kühlwasser mit Temperaturen zwischen 30 °C und 40 °C ab, weisen jedoch im Sommer ein höheres Potenzial auf (Schützenhofer et al., 2026).

Zur Erinnerung: Die Abwärmtemperatur muss nicht zwingend über der Betriebstemperatur des Netzes liegen. Der Einsatz einer Wärmepumpe zur Anhebung des Temperaturniveaus ist a priori weniger vorteilhaft, kann sich jedoch wirtschaftlich durchaus als rentabel erweisen.

Das Kriterium der Energieintensität

Eine weitere Unterscheidung lässt sich zwischen den Industriebereichen anhand ihrer Energieintensität treffen, die das Verhältnis zwischen Endenergieverbrauch und Wertschöpfung eines Industriezweigs misst. Dieser wirtschaftliche Indikator spiegelt die für ihre Produktion erforderliche Energiemenge wider. Branchen mit hoher Energieintensität messen ihrem Energieverbrauch grosse Bedeutung bei. Sie verfügen möglicherweise über grosse Mengen an Abwärme und sind wahrscheinlich daran interessiert, ihre Abwärme zu verwerten, insbesondere wenn dadurch ihre Entsorgungskosten gesenkt werden können oder eine Vergütung erzielt werden kann. Zu den Branchen mit sehr hoher Energieintensität zählen insbesondere die Stahlindustrie und die Grundstoffchemie. Branchen wie Zementwerke, die Papierindustrie, die Mineralverarbeitung, die Nichteisenmetallindustrie sowie die Glas- und Keramikindustrie vervollständigen die Liste der Bereiche mit einer Energieintensität von mehr als 2,8 kWh/Euro (10 MJ/Euro) (Hirzel et al., 2013).

Weitere Informationen finden Sie in den Dokumenten und Tools, die im Kapitel 5 aufgeführt sind.

1.4 Auslöser und Rolle der Behörden

Den Gemeinden kommt eine entscheidende Rolle bei der Initiierung und Umsetzung von Projekten zu, insbesondere bei den folgenden Aspekten:

- Die Gemeinden initiieren und ermöglichen

- o Gesamtüberblick über das Gebiet, sowohl hinsichtlich der Präsenz von Rechenzentren oder Industriebetrieben als auch hinsichtlich des Potenzials zum Aufbau eines thermischen Netzes. Zusammenführung der an der Organisation einer bestimmten Veranstaltung beteiligten Akteure. Die Herstellung des ersten Kontakts ist das Fundament jedes Projekts.
- o Beeinflussung des Standortgebiets durch die **räumliche Energieplanung**, durch Richtplanungen oder in den Bauvorschriften. Es ist wichtig, **Abwärme als Ressource einzubeziehen**. Die Zuweisung geeigneter Sektoren in der Nähe von Gebieten mit hohem Wärmebedarf begünstigt einen potenziellen Netzanschluss.
- o Die **frühzeitige Kenntnis neuer Projekte für Rechenzentren oder mit hohem Kühlbedarf**, die sich vor Ort ansiedeln wollen, bringt mehrere Vorteile mit sich:
 - Bessere zeitliche Planung für die Erstellung des Konzepts zur Wärmenutzung und Möglichkeit zur Koordinierung der Planung und Durchführung der Arbeiten.
 - Der Standort ist entscheidend und kann noch beeinflusst werden. Bei einem Fernwärmeprojekt kann eine zu grosse geografische Entfernung zum Versorgungsbedarf das Projekt zum Scheitern bringen.
- o Einflussnahme auf die Nutzung von Abwärme bei der Erteilung von Baugenehmigungen für neue Rechenzentren.

- Eine mögliche Verpflichtung zum Anschluss an das thermische Netz kann wirtschaftliche Rahmenbedingungen schaffen, die die Rentabilität des Projekts fördern.
- Sie sind direkt am Projekt beteiligt oder übernehmen eine Koordinierungsrolle zwischen den interessierten Parteien.
- **Die Gemeinden unterstützen finanziell:**
 - Finanzierung einer Studie zur Charakterisierung der Abwärme, falls die Datenlage unzureichend ist und die Industrie nicht bereit ist, diesen Aufwand zu betreiben.
 - Unterstützung in der Realisierungsphase in Form von Investitionszuschüssen oder eines zinsgünstigen oder zinslosen Darlehens. Mögliche vorübergehende Übernahme eines Teils der Risiken, bis sich der Betrieb etabliert hat. In diesem Zusammenhang wird manchmal auch der Begriff Überbrückungskredit verwendet.
- Sie haben eine Vorbildfunktion gegenüber der Bevölkerung und dem lokalen Wirtschaftsgefüge durch die Entwicklung eines Projekts, beispielsweise zur Versorgung kommunaler Gebäude.
- Sie können allfällige Ausnahmeregelungen prüfen und genehmigen, die für die Umsetzung von Projekten erforderlich sind.

Folgende Faktoren stellen Auslöser dar:

- Grössere Veränderungen auf Seiten der Industrie / des Rechenzentrums oder des thermischen Netzes sind Momente, welche einen Anstoss zur Suche nach Möglichkeiten geben.
- Der Wunsch, die Umweltauswirkungen des Netzes zu verringern (z. B. auf Nachfrage der Kunden).
- Kenntnis der verfügbaren Ressource, beispielsweise durch eine von einem Industrieunternehmen durchgeführte Studie zu dessen Energieverbrauch (Pinch-Analyse). Neben der Ermittlung des internen Rückgewinnungspotenzials führt dies zur Charakterisierung und Quantifizierung der Abwärmeflüsse.

Folgende Bedürfnisse wurden identifiziert:

- Eine Vereinfachung des Genehmigungsverfahrens für den Bau von thermischen Netzen, Wärmespeichern und Projekten auf regionaler Ebene (über Gemeindegrenzen hinweg) würde günstigere Rahmenbedingungen schaffen.
- Eine verstärkte Unterstützung durch gesetzliche Anreize sowie ein sicherer rechtlicher Rahmen im Bereich der verschiedenen CO₂-bezogenen Instrumente werden gefordert.
- Laut einer aktuellen europaweiten Studie (Schützenhofer et al., 2026) haben die meisten Projekte zur Nutzung von Abwärme in thermischen Netzen von öffentlichen Förderprogrammen profitiert. Viele hätten ohne diese Unterstützung keine finanzielle Tragfähigkeit erreichen können.

1.5 Praxisbeispiele

Die Referenzfälle, bei denen es sich um realisierte (oder teilweise aufgegebenen) Projekte handelt, liefern konkrete Beispiele für erfolgreiche Konzepte und Integrationen zur Nutzung industrieller Abwärme in thermische Netze.

1.5.1 Erfahrungsberichte

Der im Rahmen dieser Studie landesweit versandte Fragebogen wurde für 11 Projekte ausgefüllt. Diese wurden in den Bereichen Lebensmittel, Metall (Stahlwerk und Giesserei), Chemie und Pharma, in einer Wäscherei, einer Saline sowie in einem Rechenzentrum realisiert oder geplant. Bei der Hälfte der Projekte bildete die Abwärme die Hauptquelle des Netzes. Die Abwärmemperaturen liegen auf einem Niveau, das sich über den gesamten Bereich von 12 °C bis 120 °C erstreckt. Die Netze werden alle bei hohen Temperaturen betrieben (Vorlauf zwischen 75 °C und 110 °C; Rücklauf zwischen 50 °C und 85 °C). Die Hälfte der Antworten gibt den Einsatz einer Wärmepumpe an, andere nutzen die Quelle beispielsweise zur Vorwärmung. Die jährlich aus der Abwärme gewonnene Energie liegt zwischen 1'150 MWh und 80'000 MWh. Eine der Quellen weist je nach Betriebsart Schwankungen zwischen 5'000 MWh und 17'000 MWh auf. Die maximal verfügbare Leistung der Abwärme liegt zwischen 1'000 kW und 19'000 kW.

Zu den Beteiligten gehören bei fast allen Projekten der Industriepartner und der Netzbetreiber. Die Gemeinde ist bei der Hälfte der Projekte beteiligt, und teilweise wirken auch der Kanton, die Stadt oder eine Körperschaft am Projekt mit.

Die Projekte wurden hauptsächlich im Rahmen von Fahrplänen zur Dekarbonisierung sowie aus wirtschaftlichem Interesse und politischem Willen der Gemeinde initiiert (wobei die Beweggründe manchmal kumulativ waren). Im Fall des Rechenzentrums stiess der Wunsch nach einer Erweiterung des Standorts auf die technischen Grenzen der Kühlanlagen, was den Betrieb dazu veranlasste, Kontakt mit dem nahegelegenen thermischen Netz aufzunehmen, um eine Lösung für die Ableitung der von den Servern erzeugten Wärme zu finden.

Der wirtschaftliche Aspekt wird als wichtigster kritischer Punkt genannt und von 8 der 11 Befragten erwähnt. Es folgen betriebliche Einschränkungen, technische Aspekte und Vertragsverhandlungen. Weitere Aspekte wie die zentrale Lage des Standorts, begrenzte Betriebszeiten (Wochentage, Sommer- und Weihnachtsferien) sowie der Ausfall der Wärmequelle während des Betriebs wurden ebenfalls genannt. Die Umfrage erfasst zwei Projekte, die aufgegeben wurden. Der Grund dafür sind hauptsächlich die Produktionszeiten (begrenzt auf etwa 8 Stunden pro Tag von Montag bis Freitag). Die Abwärme war als sekundäre Quelle für das thermische Netz vorgesehen. In einem Fall konnte das Potenzial aufgrund des technisch schwierigen Zugangs nicht in dem ursprünglich geschätzten Umfang ausgeschöpft werden. In diesem Fall wurden die finanziellen Risiken nicht eingegangen, um die gesamte identifizierte Abwärme zu nutzen, insbesondere aufgrund der ungewissen Zukunft des Unternehmens.

Zu den Hebeln, die zur Überwindung der Schwierigkeiten beitrugen, gehörten insbesondere die Finanzierung einer Analyse, umfassendes internes Know-how sowie die Auswahl von Varianten, die den verschiedenen Interessengruppen gerecht werden. Erwähnt werden auch der offene Austausch über Interessen, Anforderungen und Möglichkeiten im Rahmen regelmässiger Lenkungsausschusssitzungen, an denen alle Akteure (Gemeinde, Industrie und Netzbetreiber) teilnehmen, sowie die Beharrlichkeit und Hartnäckigkeit, die ebenfalls Teil der Lösungen sind.

Die erfassten **Kooperationsmodelle** sind folgende:

- Der lokale Energieversorger fungiert als Auftragnehmer. Er ist der einzige Investor und betreibt das Netz. Die Gemeinde hat das Projekt initiiert und ist der Hauptkunde des Netzes.
- Der Netzbetreiber hat das Projekt realisiert und die Investitionen allein getätigt.
- Es wurde eine Gesellschaft gegründet, an welcher der Energieversorger, die Stadt und eine Körperschaft beteiligt sind. In einem anderen Fall sind die Gemeinde, der Netzbetreiber und das Industrieunternehmen beteiligt. Die Investitionen in das Netz und die Unterstationen werden von der Gesellschaft getätigt, und die Industrie übernimmt die Bereitstellung der Abwärme auf ihrem Gelände bis zu einer festgelegten Schnittstelle.
- Das bestehende thermische Netz der Gemeinde wird in das lokale Energieversorgungsunternehmen integriert. Dieses wird auch die Investitionen in die Wärmerückgewinnungsanlage (Wärme-Kraft-Kopplungsanlage) tätigen und das thermische Netz betreiben. Das Industrieunternehmen übernimmt die Investitionen auf der Seite der Abwärme. Die Verbraucher bestehen fast ausschliesslich aus kommunalen Gebäuden.
- In einem der Projekte gibt der Betreiber des Wärmenetzes an, sich an den Investitionen beteiligt zu haben, die für den Zugang zur Abwärme auf dem Gelände des Industrieunternehmens erforderlich waren. Wenn eine Wärmepumpe installiert wird, stellt diese oft eine „natürliche“ Schnittstelle für Investitionen und Zuständigkeiten dar (die Seite des Verdampfers geht zu Lasten des Industrieunternehmens oder des Rechenzentrums).

Abwärme wird in der Regel kostenlos geliefert, sofern sie verfügbar ist und keine Verpflichtung besteht. In einem der Projekte werden jedoch je nach Qualität, Verfügbarkeit und Menge der gelieferten Wärme unterschiedliche Vertragsbedingungen festgelegt.

Auf der Seite des Wärmenetzes wird in der Regel ein Redundanzsystem installiert, um die Wärmeversorgung sicherzustellen. Eine Redundanz ist auch auf der Seite des Industriestandorts erforderlich, wenn die Wärmeabgabe mit der Erbringung einer Kühlleistung einhergeht, die gewährleistet werden muss.

1.5.2 Beispiele für realisierte Projekte

Es gibt eine Reihe von realisierten Projekten in der Schweiz, welche Abwärme von Rechenzentren nutzen:

- In der Romandie sind insbesondere das «CAD Ziplo» oder das Projekt von [Infomaniak](#) zu nennen
- Der Leitfaden der HES-SO Valais-Wallis «Centre de données – outils et bons exemples»

Hier sind weitere Projekte, bei denen industrielle Abwärme über thermische Netze verwertet wird:

- In der Schweiz
 - o Das [Geoportal des Bundes](#) listet die nationalen thermischen Netze auf und gibt dabei auch an, welche Wärmequelle genutzt wird. Diejenigen, die Abwärme als Ressource nutzen, sind wie folgt gekennzeichnet:
 Abwärme Industrie und Gewerbe
 - o Die wichtigsten Industriezweige, die Abwärme liefern, sind: Chemie, verschiedene Lebensmittelproduktionen, Brauereien, Zementwerke, Raffinerien, Kunststoffproduktion
- In Österreich
 - o In Wien speist [eine Süswarenfabrik](#) ihre Abwärme mit einer Temperatur von 80/70 °C in das thermische Netz ein
 - o Eine Studie zu dieser Art von Projekten (Moser S. et al., 2023) nennt folgende Bereiche als Lieferanten von Abwärme für Verwertungsprojekte in thermischen Netzen: Brauereien, Holzindustrie, Zementwerke, Stahlwerke, Metallindustrie, Molkereien, Textilindustrie, Raffinerien, Zellstoffindustrie, Pharma-, Chemie- und Glasindustrie
- In Dänemark
 - o Eine Papierfabrik liefert Wärme zwischen 28 °C und 33 °C, die mithilfe von Wärmepumpen auf 70 °C erhöht wird, sodass insgesamt 5.2 MW Wärme an das thermische Netz von Skjern geliefert werden ([Link](#), siehe Seite 16)
 - o Ein Hersteller von Lebensmittelzutaten nutzt die Abwärme seines Destillationsprozesses teilweise durch direkten Austausch und teilweise mithilfe einer Wärmepumpe. Das Netz wird mit bis zu 85 °C versorgt. Die Amortisationszeit dieses Projekts beträgt etwa 4 Jahre ([Link](#), siehe Seite 22).
- In Schweden
 - o [Eine Algenzuchtanlage](#) liefert Wärme mit einer Temperatur von 16 °C an das thermische Netz von Gustavsberg

Darüber hinaus ist für Frankreich ein [nationales Kataster für Abwärme](#) (unverwertbare Wärme) online verfügbar.

2. Tools zur Potenzialbewertung

Bei der Suche nach einer vielversprechenden Quelle für ein bestimmtes Projekt besteht das eigentliche Ziel darin, eine sinnvolle Übereinstimmung zu finden zwischen einem nachgewiesenen und ausreichend hohen Bedarf in der Region, der geografischen Nähe zu Abwärmequellen, bei denen eine ausreichende Wärmemenge verfügbar ist und die zeitliche Verfügbarkeit der Bedarfskurve nahekommt. Im Idealfall liegt die Temperatur der Abwärme über dem Wärmebedarf und weist einen hohen Massenstrom auf. Abbildung 4 veranschaulicht im blauen Bereich die Temperaturbereiche, in denen Abwärme vorkommen kann (industrielle Abwärme kann bis zu mehreren hundert Grad erreichen). Das vorliegende Dokument betrifft insbesondere die unter der Kategorie «Kommerziell» erfassten Quellen. Im rechten Teil des orangefarbenen Bereichs sind als Anhaltspunkt die Temperaturbereiche der verschiedenen Arten von thermischen Netzen angegeben.

Das entwickelte Bewertungstool wird im Abschnitt 2.1 vorgestellt. Es besteht aus einer Checkliste, in der die Informationen aufgeführt sind, die bei einem Rechenzentrum oder einem Industriestandort zu erheben sind, sowie aus einem Teil, der die Bewertung des Potenzials ermöglicht. **Das Tool ist als Entscheidungshilfe konzipiert, um festzulegen, ob eine eingehendere Untersuchung durchgeführt werden soll oder ob es besser ist, das Projekt zur Abwärmenutzung aufzugeben.**

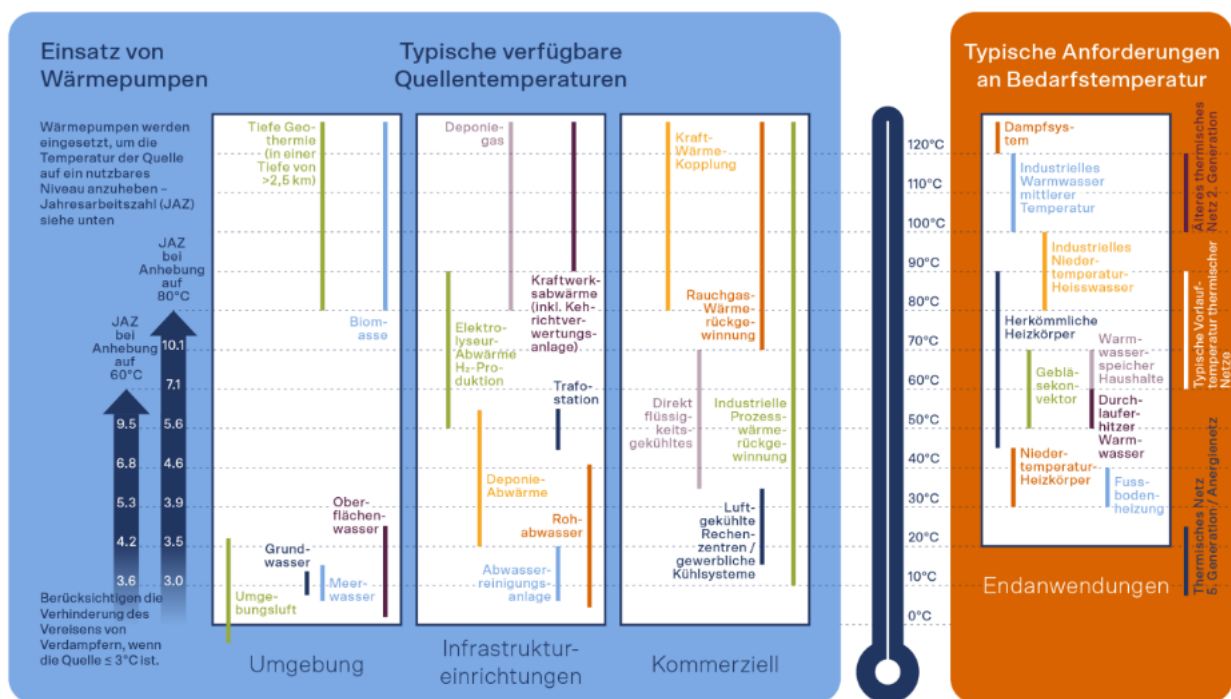


Abbildung 4: Temperaturbereiche der Wärmequellen und mögliche Verwendungszwecke (EnergieSchweiz, 2024)

Die typischen Hindernisse, die bei dieser Art von Projekten auftreten, sowie Empfehlungen zu deren Bewältigung sind im Abschnitt 2.2 aufgeführt. Das Bewertungsinstrument stützt sich auf diese Elemente. Bestimmte Aspekte müssen über Vertragsklauseln geregelt werden. Die dargestellten Einschränkungen beziehen sich speziell auf die Nutzung von Abwärme aus der Industrie oder aus Rechenzentren; allgemeinere Aspekte im Zusammenhang mit der Entwicklung von thermischen Netzen werden nicht näher erläutert.

Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie in den Dokumenten und Tools, die im Kapitel 5 unter «Weiterführende Informationen» aufgeführt sind.

2.1 Bewertungstool

Wenn ein potenzieller Industriestandort oder ein Rechenzentrum identifiziert und kontaktiert wurde, dient das entwickelte Tool als Leitfaden während eines Gesprächs mit dem Energieverantwortlichen und bietet Unterstützung bei der frühzeitigen Beurteilung eines Projekts zur Abwärmenutzung in einem thermischen Netz. Es ist als **Checkliste** konzipiert, enthält die für die Projektbewertung relevanten Fragen und ermöglicht, potenzielle Schwierigkeiten zu antizipieren. Eine integrierte, auf den gesammelten Daten basierende Entscheidungshilfe ermöglicht eine vorläufige Bewertung des Projekts. Ziel ist es, frühzeitig vielversprechende Projekte zu identifizieren, die gute Chancen auf eine konkrete und wirtschaftlich tragfähige Umsetzung haben, und Fälle zu erkennen, die sich als komplex und wenig rentabel erweisen dürften. Das Tool zur vorläufigen Bewertung ist in einer druckbaren Version in Anhang 5.2 verfügbar.

Dieses Instrument ist pragmatisch und einfach gehalten. Da es nicht immer einfach ist, bei einem ersten Kontakt Informationen zu erhalten, sind die Schlüsselkriterien aufgeführt. Die behandelten Elemente beschränken sich nicht streng auf die Merkmale der Abwärme. Kontextbezogene Aspekte verankern die Bewertung in einem ganzheitlichen Ansatz, der die zentralen zu berücksichtigenden Elemente berücksichtigt.

Das Tool bietet eine in die Checkliste integrierte Schnellbewertung. Im ersten Teil werden die grundlegenden Projektdaten erfasst. Anschliessend werden zunächst die «Ausschlusskriterien» geprüft. Die Liste der «Entscheidungskriterien» gibt dann Aufschluss darüber, ob das Projekt fortgesetzt und eine Machbarkeitsstudie durchgeführt werden soll, sofern es als vielversprechend eingestuft wird. In diesem Abschnitt ist jedes Kriterium anhand von Sternen zu bewerten: *** = gut, ** = brauchbar, * = eher problematisch. Anschliessend geben die «Einflusskriterien» einen Hinweis auf die Komplexität und den Aufwand, den das Projekt voraussichtlich erfordern wird. Die «Bonuskriterien», welche die Liste vervollständigen, heben kontextuelle Bedingungen hervor, die für ein Projekt von Vorteil sind.

Die Kenntnis des über das Netz zu deckenden Wärmebedarfs und insbesondere die Gewährleistung einer ausreichenden Wärmedichte des zu versorgenden Gebiets werden als Voraussetzung angesehen. Dies ist allgemein entscheidend für die wirtschaftliche Tragfähigkeit eines Projekts für ein thermisches Netz.

Die als vielversprechend bewerteten Fälle sind durch eine ergänzende Machbarkeitsstudie zu vertiefen. Es kann sich lohnen, ein Projekt zu prüfen, auch wenn nicht alle Anzeichen auf «grün» stehen.

2.2 Einschränkungen und Empfehlungen

Ausschlusskriterien

Das absehbare Verschwinden der Abwärmequelle.

→ Wenn die Anlage, die die Abwärme erzeugt, ineffizient ist und in naher Zukunft ersetzt werden muss (möglicherweise durch eine effizientere Anlage, die weniger Abwärme abgibt), sollte diese Option verworfen werden. Das Projekt kann gegebenenfalls auf Stand-by gestellt werden, bis die Spezifikationen der neuen Anlage vorliegen.

→ Falls eine Verlagerung der Aktivitäten geplant ist, muss eine andere Quelle gefunden werden.

Das mangelnde Interesse eines Unternehmens an der Abgabe seiner Wärme sowie eine Situation, in welcher der lokale Standort oder die finanzielle Solidität nicht gewährleistet sind.

Die Anschlussentfernung zwischen der Abwärmequelle und dem Netz wirkt sich direkt auf die Investitionen und die Rentabilität des Projekts aus. So kann eine Quelle mit grossem Potenzial, die jedoch zu weit entfernt liegt oder auf der Anschlussstrecke zu viele Hindernisse aufweist, nicht unbedingt rentabel genutzt werden.

→ Im Check- und Bewertungsinstrument wird eine vereinfachte Formel auf Basis der jährlich ins Netz eingespeisten Energie vorgeschlagen. Sie gibt in einer ersten Annäherung den zulässigen Grenzwert an⁴.

⁴ Basierend auf einer Rentabilitätsgrenze von 3 Rp./kWh für die Verbindungsleitungen von der Wärmequelle zum Netz (Amortisation über 10 Jahre, WACC = 0)

Zeitliche Aspekte

Der zeitliche Rahmen der Projekte ist von entscheidender Bedeutung.

→ Nutzen Sie nach Möglichkeit die Synergien, die sich während der Bauphasen bei einem der Akteure ergeben.

Die Lebensdauer der Anlagen ist unterschiedlich: etwa 10 bis 15 Jahre für ein Rechenzentrum beispielsweise, gegenüber 30 bis 40 Jahren für ein thermisches Netz (mindestens 20 Jahre).

→ Langfristige Verträge, die die Erneuerung der Anlagen beinhalten.

Wirtschaftliche und finanzielle Aspekte

Das grösste Risiko besteht im Mangel an angeschlossenen Verbrauchern.

→ Nachgewiesene Verbraucher mit einer Dichte von mehr als etwa 2 MWh/Jahr pro Meter Verteilungsleitung oder 500 bis 800 MWh/Jahr/ha werden in einer ersten Annäherung als ausreichend angesehen.

Die Übereinstimmung zwischen den Eigenschaften der Abwärme und dem Wärmebedarf wirkt sich auf die Investitions- und Betriebskosten (CAPEX / OPEX) aus:

→ Verfügbare Wärmemenge/-leistung: Ist eine Zusatzproduktion erforderlich, um die Wärmeproduktion zu ergänzen?

→ Temperaturniveau der Abwärme im Verhältnis zum Bedarf: Ist der Einbau einer Wärmepumpe erforderlich?

→ Kontinuität und zeitliche Diskrepanz zwischen Verfügbarkeit und Wärmebedarf: Bis zu einem gewissen Grad kann der Einsatz von Wärmespeichern eine Lösung bieten.

Vorinvestition für eine vorläufige Studie zur Charakterisierung der Abwärme, sofern diese nur unzureichend bekannt ist.

→ Das finanzielle Risiko muss nicht unbedingt vom Industrieunternehmen getragen werden; mögliche Unterstützung der Gemeinde für andere am Projekt beteiligte Akteure.

Die Amortisationszeiten bei Projekten für thermische Netze sind länger als die in der Industrie üblicherweise akzeptierten Zeiträume. Die Netze sind Infrastrukturen, die für eine Lebensdauer von mehreren Jahrzehnten ausgelegt sind, während in der Industrie Prozessanlagen innerhalb von 2 bis 5 Jahren rentabel sein können oder müssen. Eine gross angelegte Studie aus Österreich (Moser S. et al., 2023) zeigt, dass die erfassten Projekte eine durchschnittliche Amortisationszeit von 9 Jahren aufwiesen (zwischen 3 und 15 Jahren). Laut einer Untersuchung auf europäischer Ebene (Schützenhofer et al., 2026) zielen die wirtschaftlich günstigsten Projekte auf Amortisationszeiten von weniger als 5 Jahren ab, was ein wichtiger Faktor ist, um Investoren anzuziehen. Der entscheidende Faktor bleibt jedoch ein finanziell solides Geschäftsmodell, das durch einen stabilen und langfristigen Vertrag gestützt wird.

Es muss geprüft werden, wie einfach die Abwärmequelle direkt am Ort ihrer Entstehung gefasst werden kann und um welche Art von Abwärmestrom es sich handelt.

→ In Rechenzentren ist die Art der eingesetzten Kühltechnologie entscheidend (Petitpain L., 2024):

- Kernkühlung: einfache Rückgewinnung, starkes Wachstum dieses Systems zukünftig erwartet
- Direktes Freecooling: sehr schwierige Rückgewinnung
- Mitteltemperatur-Kaltwasser mit Free Chilling: mässig einfache Rückgewinnung
- Niedertemperatur-Kaltwasser: einfache Rückgewinnung
- Direkte Expansion (für Leistungen unter 150 kW): nicht verwertbar

→ An einem Industriestandort ist es grundsätzlich einfacher, auf die von den Versorgungsanlagen (in der Regel zentralisierte Kälte-, Wärme- oder Dampferzeugung) abgegebene Abwärme zuzugreifen als auf die aus den Produktionsprozessen stammende, da diese typischerweise zentralisiert und ausserhalb der Produktionsbereiche angesiedelt sind. Die Tatsache, dass sie verschiedene Wärmeabnehmer am Standort versorgen, bedeutet eine grössere Verfügbarkeit von Abwärme. Zudem ist der Zugang in der Regel einfacher. Ein Eingriff in die Produktionsprozesse ist oft nicht zulässig, je nach Produkt inakzeptabel, und die Umsetzung ist in der Regel komplex, insbesondere wenn der Betrieb aufrechterhalten werden soll.

→ In industriellen Prozessen können Abwärmeströme unterschiedlicher Art vorhanden sein. Flüssige Abwärme ist am einfachsten zu erfassen. In gasförmiger Form ist der Zugang schwieriger, und diffuse Abwärme ist am schwierigsten zurückzugewinnen. Darüber hinaus haben die Eigenschaften des Wärmeflusses (abrasiv, korrosiv, verunreinigt, giftig, brennbar usw.) Einfluss auf die Art des erforderlichen Materials und beispielsweise auf die Wartung.

Die (potenziell hohen) Anfangsinvestitionskosten stehen bei Industrieunternehmen nicht ganz oben auf der Prioritätenliste.

- Die Anfangsinvestitionen so weit wie möglich begrenzen;
- Ein Geschäftsmodell wählen, das die finanzielle Beteiligung begrenzt;
- Staatliche finanzielle Unterstützung oder eine Förderung beantragen.

Technische und betriebliche Aspekte

Technische Aspekte stellen selten ein Hindernis an sich dar; vielmehr sind es die Kosten, die in einem ungünstigen Umfeld entstehen, die zum Scheitern eines Projekts führen können.

Unsicherheiten hinsichtlich der Verfügbarkeit und der Regelmässigkeit der Abwärme bergen ein Risiko.

- Zuverlässige Daten zu den Wärmeeigenschaften bilden eine solide Entscheidungsgrundlage;
- Die Vertragsbedingungen müssen einer möglichen Schwankungsbreite Rechnung tragen;
- In der Regel ist bei solchen Projekten von vornherein eine Notversorgung vorgesehen, um die Kontinuität der Wärmeversorgung des Netzes zu gewährleisten, sei es auch nur zur Überbrückung von Unterbrechungen aufgrund von Wartungsarbeiten an den Anlagen, Ferien oder Ausfällen. Diese Überlegungen werden bereits in der Anfangsphase des Projekts angestellt;
- Der Einsatz eines Wärmespeichersystems ist von Fall zu Fall zu prüfen (Dauer der Unterbrechung, speicherbare Menge, verfügbarer Platz).

Der mögliche, nicht vorhersehbare Ausfall der Abwärmequelle ist ein wesentlicher Bestandteil der Planung und der Risikobewertung.

- Das neue Instrument der Risikoabsicherungen für thermische Netze und thermische Langzeitspeicher aus dem KIG bietet Schutz vor diesem Risiko, sofern die Zulassungskriterien erfüllt sind.

Rahmenbedingungen

Herausforderungen im Zusammenhang mit der Regulierung und der Erteilung von Genehmigungen: Standardisierte vertragliche Rahmenbedingungen und politische Unterstützung sind erforderlich, um die Einführung zu beschleunigen.

Administrative Aspekte

Eine gewisse Zurückhaltung der Industrie, sensible Daten über ihre Prozesse weiterzugeben.

- Beim Informationsaustausch mit der Industrie ist es üblich, eine Vertraulichkeits- oder Geheimhaltungsvereinbarung (Non-Disclosure Agreement oder NDA) zu unterzeichnen.

Ein Projekt zur Nutzung von Abwärme ausserhalb eines Industriestandorts hängt stark vom erfolgreichen Abschluss der Verhandlungen durch eine vertragliche Vereinbarung ab. Die organisatorische Komplexität steigt, wenn mehrere Partner an dem Projekt beteiligt sind.

- Es wird dringend empfohlen, rasch eine vorläufige Vereinbarung zu treffen.

2.3 Überblick über bestehende Web-Tools

Im Kapitel 5 «Weiterführende Informationen» sind im Abschnitt „Berechnungs- und Entscheidungshilfen“ mehrere online verfügbare Tools aufgeführt und kurz vorgestellt. Sie sind nicht alle für die Nutzung von Abwärme in den verschiedenen Arten von thermischen Netzen geeignet, wie sie in der Schweiz betrieben werden (z. B. Niedertemperaturnetze). Je nach ihren spezifischen Vorteilen sind sie jedoch interessante Hilfsmittel, wobei die erzielten Ergebnisse mit der gebotenen Vorsicht zu betrachten sind.

3. Möglichkeiten zur Risikominimierung und zur Überwindung von Hindernissen

3.1 Einleitung

Wenn sich ein Projekt als strategisch interessant und/oder wirtschaftlich sinnvoll erweist, kann die Verhandlungsphase beginnen und bei positivem Ausgang zur Unterzeichnung eines Wärmeversorgungsvertrags führen. Es ist unerlässlich, dass vor diesem Schritt eine technisch-wirtschaftliche Machbarkeitsstudie auf der Grundlage zuverlässiger Daten durchgeführt wurde.

Dieser Abschnitt befasst sich insbesondere mit den Herausforderungen, die sich ergeben, wenn die über ein thermisches Netz verteilte Wärme ganz oder teilweise aus Abwärme eines Industrieetriebs oder eines Rechenzentrums bereitgestellt wird. Der Verhandlungsprozess kann sich mitunter als langwierig erweisen, insbesondere wenn kein Mustervertrag vorliegt. Der Einsatz einer Stelle, die als Vermittler zwischen den Beteiligten fungiert, kann in Betracht gezogen werden.

Die folgenden Abschnitte stellen Geschäftsmodelle und nützliche Ansätze für die Vertragsgestaltung vor. Sie bieten konkrete Lösungen zur Unterstützung der Umsetzung von Projekten zur Nutzung von Abwärme in thermischen Netzen. Dies liefert Anregungen, wie bei der Ausarbeitung von Verträgen vorgegangen werden kann, welche die Interessen beider Seiten berücksichtigen.

3.2 Finanzielle Unterstützung

Es ist sinnvoll, sich bereits im Vorfeld des Projekts über Förderprogramme⁵, welche die Wirtschaftlichkeit der Abwärmenutzung verbessern, sowie über die Bedingungen für deren Inanspruchnahme zu informieren. Die Fördermittel können von Kanton zu Kanton variieren, und es ist zu prüfen, ob eine Kumulierung zulässig ist.

Im Bereich der thermischen Netze unterstützt das go-climate-Programm «Schweizer Wärme 3a» finanziell den Aufbau und die Erweiterung von Netzen, die erneuerbare Energien nutzen, sowie den Ersatz fossiler Erzeugungsanlagen durch nachhaltige Alternativen. Zudem können Betreiber, die mit dem Bund eine Verpflichtung zur Emissionsreduktion eingegangen sind, die Rückerstattung der CO₂-Abgabe beanspruchen. Das Programm «Wärmenetze» der Stiftung KliK nimmt derzeit keine neuen Projekte mehr an. Die bewilligten Fördermittel werden bis 2030 jährlich entsprechend den vermiedenen CO₂-Tonnen an die bereits registrierten Projekte ausgezahlt. Das Programm ProKilowatt fördert die Stromerzeugung aus Abwärme, die eine Alternative zur reinen Wärmenutzung darstellen kann.

Die über das Netz versorgten Kunden können kantonale oder aus dem Gebäudeprogramm stammende Fördermittel⁶ in Anspruch nehmen, beispielsweise Beiträge für den Anschluss und den Ersatz fossiler Heizungen. Derzeit ist die Zukunft des Gebäudeprogramms über das Jahr 2027 hinaus ungewiss. Andererseits sieht das Bundesgesetz über die Ziele im Klimaschutz, die Innovation und die Stärkung der Energiesicherheit (KIG) vor, dass dekarbonisierte Abwärme, die eine andere Quelle ersetzt, als CO₂-Reduktion beim Abnehmer angerechnet werden kann (keine Auswirkungen zugunsten des Industrieunternehmens, das die Wärme abgibt). Um eine Förderung gemäss Art. 6 KIG zu erhalten, muss das Unternehmen, an das die Wärme geliefert wird, einen Netto-Null-Fahrplan erstellt haben (freiwillig, gemäss Art. 5 KIG).

3.3 Geschäftsmodelle

Es gibt verschiedene Geschäftsmodelle. Diese unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich des Interesses und der Möglichkeiten der beteiligten Parteien, sich in das Projekt einzubringen, und sind im Folgen-

⁵ Informationen sind verfügbar auf der Website von Thermische Netze Schweiz: <https://www.thermische-netze.ch/fr/reseaux-thermiques/foerdermittel/>.

⁶ Lokalen Möglichkeiten siehe www.energiefranken.ch.

den zusammengefasst (HSLU, Rast L. et al., 2019). Alternative Finanzierungsmöglichkeiten können in Betracht gezogen werden, wie Crowdfunding, Genossenschaften oder auch grüne Anleihen (Franz M., KWA, 2022).

Öffentlich-private Partnerschaft

In diesem Modell schliessen die Beteiligten – die Gemeinde, der Rechenzentrumsbetreiber oder die Industrie sowie der Betreiber des thermischen Netzes – einen langfristigen Vertrag über die Planung, den Bau, die Finanzierung, den Betrieb und die Instandhaltung des thermischen Netzes ab. Der jeweilige Investitionsanteil und der Umfang der Verantwortlichkeiten jeder Partei werden vertraglich festgelegt. Für kleine und mittlere Gemeinden ist es wichtig, die eigenen Kapazitäten und Qualifikationen nicht zu überschätzen. Das Fachgebiet professioneller Auftragnehmer deckt die für solche Projekte erforderlichen Schlüsselkompetenzen ab: Planung und Projektmanagement, Bau, Betrieb, Einschätzung des finanziellen Risikos, Übernahme des finanziellen Risikos, Wärmeverkauf.

Realisierung und Betrieb durch einen Auftragnehmer

Ein alternatives Geschäftsmodell ist das Contracting, bei dem die Planung, Finanzierung, der Bau, der Betrieb und die Instandhaltung der erforderlichen Anlagen einem externen Dienstleister (z. B. einem kommunalen Versorgungsunternehmen oder einem Energiedienstleister) übertragen werden. Dieses Modell ist besonders interessant, wenn Abwärme in ein bereits bestehendes thermisches Netz eingespeist werden soll.

Für das Industrieunternehmen oder die Betreiberin des Rechenzentrums wie auch für die Gemeinde ergeben sich zahlreiche Vorteile: sie können sich auf ihr Kerngeschäft konzentrieren, haben nur einen einzigen Ansprechpartner, profitieren von grösserer finanzieller Freiheit und binden weniger interne Ressourcen. Die möglichen Einnahmen aus dem Verkauf von Abwärme sind über die gesamte Vertragslaufzeit hinweg vorhersehbar. Darüber hinaus hat der Auftragnehmer ein grosses Interesse daran, leistungsfähige Anlagen zu konzipieren, mit denen die Abwärme optimal verwertet werden kann.

Realisierung und Betrieb durch eine zu diesem Zweck gegründete Gesellschaft

Auch wenn die Abwärmenutzung nicht zu ihrem Kerngeschäft gehört, sehen Unternehmen darin einen wirtschaftlichen Nutzen. Die Gründung einer Gesellschaft, die sich speziell der Rückgewinnung von Abwärme widmet, stellt somit ein denkbares Geschäftsmodell dar.

Ein Beispiel ist die Sefar AG mit Sitz in Heiden: Ihre Fertigungsprozesse sind besonders energieintensiv, und das Unternehmen hat bereits umfangreiche Massnahmen zur Optimierung seiner Energieeffizienz ergriffen. Trotz dieser Bemühungen entsteht weiterhin ein erheblicher Anteil an Abwärme. Um diese verlorene Energie zu verwerten, speist die Sefar AG einen Teil davon in das thermische Netz der Gemeinde ein. Zur Abwicklung dieser Tätigkeit hat sie gemeinsam mit der EW Heiden AG die Wärmeverbund Bissau GmbH gegründet. Die Abwärme wird dort kostenlos bereitgestellt, doch die Sefar AG hat dank ihrer 50-prozentigen Beteiligung an der Gesellschaft weiterhin ein starkes wirtschaftliches Interesse an der Performance der Abwärmeverwertung und des thermischen Netzes.

Realisierung und Betrieb durch das Industrieunternehmen oder das Rechenzentrum

Industrieunternehmen sind selten Eigentümer und Betreiber von Wärmenetzen. Es gibt jedoch Ausnahmen, wie beispielsweise die Flumroc AG, die im Dorf Flums (SG) Produkte aus Steinwolle herstellt. Bei der Produktion fallen beträchtliche Mengen an Abwärme an, die in ein Wärmenetz eingespeist werden. Darüber versorgt das Unternehmen versorgt seine eigenen Wärmeabnehmer: Produktions- und Verwaltungsgebäude. Über eine Fernwärmeleitung wird zudem Wärme an andere Industrieunternehmen, Wohnquartiere, ein Verwaltungsgebäude, eine Sporthalle und Schulen im Dorf Flums geliefert. Das Industrieunternehmen kümmert sich selbst um den Betrieb des Netzes sowie um die Akquise neuer Kunden. Sie verfügt über Gaskessel, um die Wärmezusatzversorgung und Redundanz sicherzustellen. Da die Wärme aus einer einzigen Quelle stammt, betreibt das Unternehmen diese Tätigkeit völlig eigenständig, ohne Zwischenhändler und somit ohne Beeinträchtigung der Rentabilität. Dieses Modell ist Unternehmen vorbehalten, die sehr grosse Wärmemengen erzeugen.

Realisierung und Betrieb nach einem Leasingmodell

Bestimmte Projekte zur Abwärmenutzung erfordern erhebliche Investitionen mit langfristig gebundenem Kapital. Ihre Umsetzung setzt daher voraus, dass das Unternehmen über ausreichende finanzielle Mittel verfügt. In diesem Zusammenhang kann der Rückgriff auf ein Leasingmodell eine interessante Alternative darstellen.

Einsetzung eines Drittgaranten

Der Drittgarant ist eine dritte Partei, die an der Schnittstelle zwischen dem Unternehmen und dem Netzbetreiber steht, die Abwärme abnimmt und an den Betreiber des thermischen Netzes weiterverkauft, wobei er die Risiken anstelle der beiden Parteien trägt (ADEME, 2023). In der Regel wird die Erzeugung von Redundanzwärme von dieser Stelle verwaltet.

3.4 Schlüsselemente des Verhandlungsprozesses

Ein Projekt zur externen Nutzung von Abwärme hängt vom erfolgreichen Abschluss der Verhandlungen über eine vertragliche Vereinbarung ab. Entscheidend ist, dass alle beteiligten Partner ein Interesse am Projekt haben, auch wenn die einzelnen Interessen unterschiedlich sind. Gute zwischenmenschliche Beziehungen sind wichtig, um Vertrauen aufzubauen. Zudem müssen die Akteure fair behandelt werden und transparent miteinander kommunizieren können. Das Zuhören und das Verständnis für die gegenseitigen Herausforderungen führen mit grösserer Sicherheit zu einer für alle Beteiligten zufriedenstellenden Vereinbarung. Jeder muss hinsichtlich der getätigten Investitionen und der Verteilung der Einnahmen einverstanden sein. Der Versuch, seine Bedingungen durchzusetzen, ist oft vergeblich. Zudem müssen bei der Aufteilung des Risikos die jeweiligen Fähigkeiten der Parteien berücksichtigt werden.

Die Verwertung von Abwärme über ein thermisches Netz kann zahlreiche Vorteile mit sich bringen. Diese Vorteile tragen dazu bei, die Akzeptanz eines Projekts aufgrund seines strategischen Charakters zu fördern. Es ist wichtig, dass diese Aspekte in die Verhandlungen einbezogen werden und sich diese nicht ausschliesslich auf den wirtschaftlichen Aspekt beschränken. Es könnten beispielsweise folgende Argumente angeführt werden:

- Verringerung der Umweltbelastung: Der Abwärme ist keine Primärenergie zugeteilt und sie gilt als CO₂-frei. Sie bietet eine Lösung zur Dekarbonisierung des Schweizer Wohnbestands. Die Nutzung über ein thermisches Netz ist besonders vorteilhaft, da Abwärme somit zu Abnehmern transportiert werden kann.
 - o Für den Netzbetreiber: Die aus Abwärme gewonnene Wärme ist eine lokale, CO₂-freie Quelle. Dies trägt zur Erreichung seiner (gesetzlichen oder internen) Nachhaltigkeitsziele bei und entspricht den Erwartungen seiner Kunden an eine langfristig klimafreundliche Versorgung. Darüber hinaus verbessert jeder ersetzte fossile Heizkessel die Treibhausgasbilanz der Schweiz.
 - o Für den Industriebetreiber:
 - Die an einen Dritten (Betreiber eines Wärmenetzes oder ein anderes Unternehmen) abgegebene Wärme kann sich positiv auf die Energiebilanz eines Standorts auswirken, sofern dieser dadurch seinen Energieverbrauch senken kann, wie beispielsweise durch den geringeren Einsatz eines Kühlturms. Ein Grossverbraucher könnte eine entsprechende integrierte Massnahme in seiner Zielvereinbarung festlegen.
 - Andererseits kann die Nutzung von Abwärme (intern und extern) im Rahmen der Zertifizierung nach der Norm ISO 14001 als Massnahme zur Erfüllung der Umweltverpflichtungen, zur Förderung der Energieeffizienz und zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen angerechnet werden.
 - o Für die Gemeinde: Die Ausrichtung des Projekts auf die kommunale oder regionale Strategie zur Energieentwicklung und Dekarbonisierung sowie die Schaffung von Arbeitsplätzen, was die lokale Akzeptanz des Projekts erleichtern kann.

- Erhöhung der Resilienz
 - o Durch Diversifizierung der Energiequellen für ein thermisches Netz beim Ersatz einer fossilen Anlage oder als Ergänzung zur Versorgung eines Netzes.
 - o Für den Netzbetreiber und die Kunden: Die Kosten der Ressource unterliegen grundsätzlich weniger Preisschwankungen als Heizsysteme auf Basis fossiler Energien und sind daher langfristig besser vorhersehbar.
- Wirtschaftlicher Wert der Wärme
 - o Für den Netzbetreiber: Die Wärme wird zu einem günstigen Preis oder sogar kostenlos bereitgestellt.
 - o Für den Industriebetrieb: Sie stellt eine potenzielle zusätzliche Einnahmequelle dar und kann möglicherweise dazu beitragen, die Kosten für die Wärmeabfuhr zu senken. Dies gilt insbesondere für ein Rechenzentrum.
- Sichtbarkeit und Kommunikation
 - o Sowohl für den Industriebetrieb als auch für den Netzbetreiber: Eine Stärkung des positiven Images durch die Verwertung von Abwärme, die andernfalls verschwendet und an die Umwelt abgegeben worden wäre. Dies bietet ein Werbe- und Marketingelement, das die Sichtbarkeit der lokalen Zusammenarbeit verbessert.
- Verbesserung der Effizienz des Produktionssystems
 - o Beispielsweise als Ergänzung zu einer Holzheizung: Eine saisonale Synergie könnte darin bestehen, den Heizkessel im Sommer vollständig abzuschalten, wenn er im Teillastbetrieb läuft, und stattdessen die Abwärme von Kältemaschinen zu nutzen, die in dieser Zeit verstärkt in Betrieb sind.

3.5 Vertragliche Aspekte

3.5.1 Rolle und Bedeutung des vertraglichen Rahmens

Vertragliche Aspekte spielen bei der Umsetzung von Projekten zur Abwärmenutzung eine zentrale Rolle. Der Vertrag legt die klare Aufteilung der technischen, finanziellen und rechtlichen Verantwortlichkeiten zwischen den Akteuren (Industrieunternehmen, Netzbetreiber, Gemeinde, Drittinvestor) fest und definiert die Bedingungen für die Lieferung und die Nutzung der Wärme.

Es ist entscheidend, den Abwärmelieferanten langfristig zu binden. Dies sorgt für finanzielle Stabilität und gewährleistet das für Investitionen notwendige Vertrauen. Die Betriebsdauer eines thermischen Netzes erstreckt sich über Jahrzehnte, während Industrieunternehmen oder Rechenzentren eine kurzfristigere Perspektive haben, mit Amortisationszeiten, die in der Regel zwischen 2 und 8 Jahren liegen. Eine Möglichkeit besteht darin, eine stillschweigende Vertragsverlängerung mit Ausstiegsmöglichkeiten bei Einhaltung einer angemessenen Kündigungsfrist vorzusehen. Es erscheint sinnvoll, eine Mindestlaufzeit von einigen Jahren festzulegen, bevor ein Ausstieg möglich ist. Die Risikoanalyse erfolgt entsprechend. Eine weitere Option ist die Vereinbarung einer regelmässigen Überprüfung bestimmter Vertragsbedingungen. Dies kann es ermöglichen, die Bedingungen im Falle von Änderungen der gelieferten Wärmemenge oder -leistung, ihrer Temperatur und des vereinbarten Vergütungspreises anzupassen. Die Anpassungsmöglichkeit kann auch dazu dienen, die Bedingungen an die Entwicklung des Netzes anzupassen. Ein Auslöser für Anpassungen könnte beispielsweise sein, wenn der zu liefernde Wärmebedarf unter einen bestimmten Schwellenwert sinkt.

3.5.2 Vorgehen und bewährte Praxis

Die Erfahrung zeigt, dass ein schrittweiser Prozess, der auf Vertrauen und Transparenz basiert, den Erfolg von Projekten fördert:

1. Vertraulichkeitsvereinbarung (NDA) – in der Regel der erste notwendige Schritt für jeden Austausch technischer oder wirtschaftlicher Daten.
2. Austausch von Grundlagedaten – ermöglicht eine vorläufige Einschätzung des Potenzials.
3. Grundsatzvereinbarung – allgemeiner Rahmen, der die Ziele, Rollen und Zuständigkeiten festlegt. Es kann vorteilhaft sein, einen Vorvertrag zu organisatorischen und kommerziellen Aspekten auszuarbeiten. Dieser wird später verfeinert, sobald die Bedingungen im Zuge der Projektentwicklung genauer definiert sind.
4. Technische und wirtschaftliche Machbarkeitsstudie – Validierung des Konzepts und der Betriebsbedingungen.
5. Realisierungs- und Betriebsvertrag – genaue Festlegung der Leistungen, Verantwortlichkeiten, Finanzierung und Abrechnungsmodalitäten.

Dieser in der Praxis angewandte schrittweise Ansatz ermöglicht es, den Dialog zwischen den Partnern zu sichern und gleichzeitig den anfänglichen Verwaltungsaufwand zu reduzieren.

3.5.3 Definition der Schnittstellen und Verantwortlichkeiten

Die Definition der Schnittstellen ist ein grundlegender Bestandteil des Vertrags. Sie präzisiert für jede Projektphase die physischen und funktionalen Grenzen der Anlagen (Entnahme, Transport, Speicherung, Zusatz-/Notversorgung; mit Berücksichtigung der Investitionen), die typischen Zuständigkeiten oder auch die Messung und Abrechnung. Diese können je nach gewähltem Geschäftsmodell variieren (siehe Abschnitt

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.):

- Industrieunternehmen oder Rechenzentrum als reiner Abwärmelieferant: verantwortlich für die Instandhaltung seiner Wärmerückgewinnungsanlagen bis zum Austauschpunkt. Eingriffe in den industriellen Prozess werden in der Regel nicht toleriert.
- Netzbetreiber: verantwortlich für den Transport, die Speicherung und die Verteilung der Wärme im Netz. Er übernimmt den Betrieb und die Wartung der nachgelagerten Anlagen.
- Andere Definition der Abgrenzung: Bestimmte Konfigurationen sehen eine Aufteilung der Investitionen und/oder der Wartung der Anlagen (z. B. Wärmetauscher, Wärmepumpe oder Speicher) vor, die dann gemeinsam finanziert oder auf die Akteure aufgeteilt werden. Diese gemischte Beteiligungsform spiegelt eine Logik der gemeinsamen Investition wider und stärkt die Stabilität der Partnerschaft.

Die folgenden Beispiele aus der Praxis in der Schweiz veranschaulichen die Vielfalt der Ansätze:

- Ein Rechenzentrum hat die Wärmepumpen finanziert, wobei der Netzbetreiber die Investition schrittweise zurückzahlt und gleichzeitig die Wartung sowie den Strombezug sicherstellt.
- Ein Industriepartner hat die Planung und Umsetzung an seinem Standort übernommen, während das Energieunternehmen den Anschluss finanziert hat und den Betrieb des Netzes verwaltet.

Der vom Industrieunternehmen übernommene Investitionsanteil variiert je nach dessen strategischem Interesse zwischen 0 und 100 %. Unternehmen sind in der Regel eher bereit, sich an Projekten zu beteiligen, wenn diese keine Anfangskosten und keine Kapitalbindung erfordern. Die Aufteilung der Investitionen wirkt sich direkt auf den Vergütungspreis pro kWh aus und kann so gestaltet werden, dass sich für beide Parteien eine gleich lange Amortisationszeit ergibt.

3.5.4 Typen von Vertragsklauseln

Verschiedene Arten von Schlüsselklauseln können dazu beitragen, die wichtigsten Hindernisse zu beseitigen. Um die verschiedenen identifizierten Kooperationsmodelle konkret zu veranschaulichen, enthält dieser Abschnitt theoretische Beispiele für Klauseln, die auf Projekte zur Nutzung von Abwärme in thermischen Netzen anwendbar sind. Sie basieren auf den Ergebnissen von Workshops, Interviews und Erfahrungsberichten, die im Rahmen eines Fragebogens gesammelt wurden, und sind thematisch gegliedert. Die vorgeschlagenen Beispiele stellen ein praktisches Instrument dar, um Verhandlungen zu erleichtern und die Umsetzung von Projekten zur Abwärmenutzung in der Schweiz zu beschleunigen. Diese Klauseln

sollen als Orientierung für die Ausarbeitung von Verträgen dienen, indem sie zu formalisierende kritische Punkte und die Hebel zur Beseitigung der wichtigsten identifizierten Hindernisse aufzeigen.

a) Vertraulichkeitsklausel

Die Unterzeichnung einer Geheimhaltungsvereinbarung (NDA) ist in der Industrie gängige Praxis. Sie ist besonders wichtig für Rechenzentren oder Standorte mit sensiblen Prozessen und umfasst die Geheimhaltung von Informationen, die Rückschlüsse auf den Standort, die Leistung oder das Volumen der Abwärme zulassen. Dies wird oft vor dem ersten Datenaustausch verlangt.

→ Beseitigtes Hindernis: Zurückhaltung der Anbieter bei der Weitergabe technischer Daten.

Musterklauseln:

- «Technische Daten bezüglich der Produktion, der gelieferten Wärmemengen oder des genauen Standorts gelten als vertraulich.»
- «In keiner Veröffentlichung oder externen Mitteilung darf der Name des Lieferanten ohne dessen vorherige schriftliche Zustimmung genannt werden.»

Diese Anforderung ist besonders wichtig für Rechenzentren und viele Industriestandorte. Sie geht auf ein in den Gesprächen immer wieder genanntes Hindernis ein: die Befürchtung, dass die Offenlegung sensibler Informationen die Sicherheit oder Wettbewerbsfähigkeit des Abwärme-Lieferanten gefährden könnte.

b) Anpassungsfähige Klauseln und Nachträge

Projekte erstrecken sich oft über mehrere Jahre. Eine vereinfachte Rahmenvereinbarung (3–5 Seiten), in der zunächst die Grundsätze der Zusammenarbeit festgelegt werden, gefolgt von einem detaillierten Vertrag, der die Leistungen und Verantwortlichkeiten präzisiert, kann sich als nützlich erweisen. Im Laufe der Projektentwicklung werden bei Bedarf Nachträge hinzugefügt.

→ Beseitigte Hürde: administrative Komplexität und vertragliche Starrheit.

c) Aufteilung der Investitionen und Verantwortlichkeiten

Der Vertrag regelt die Aufteilung der Investitionen und legt den Umfang der Verantwortlichkeiten fest, um Unklarheiten beispielsweise hinsichtlich der Wartung der einzelnen Komponenten oder der Wärmemessung zu vermeiden. Vertragsstrafen sind selten: Die Logik basiert auf Zusammenarbeit und einer gerechten Aufteilung der Risiken. Die Verantwortung für das Notstromsystem ist zudem festzulegen, um die Kontinuität der öffentlichen Versorgung zu gewährleisten.

→ Hindernis beseitigt: wirtschaftliche Unsicherheit und rechtliche Haftung.

→ Beseitigtes Hindernis: Risiko einer Unterbrechung der Wärmeversorgung.

Musterklauseln:

- «Die Parteien vereinbaren, dass die Investitionen im Zusammenhang mit der Rückgewinnung und dem Transfer von Abwärme nach folgendem Schema aufgeteilt werden:
 - Der Industrieunternehmen finanziert die Anlagen auf seinem Gelände bis zum Austauschpunkt (Wärmetauscher, Pumpen, Messtechnik);
 - Der Netzbetreiber übernimmt die nachgelagerten Infrastrukturen (Transportleitungen, Pumpstation, Speicher);
 - Im Falle einer gemeinsamen Investition werden die Finanzierungsanteile und die Abschreibungsmodalitäten in einer gesonderten Vereinbarung festgelegt.»
- «Die Parteien vereinbaren, dass das Eigentum an den Anlagen bei demjenigen verbleibt, der deren Installation finanziert hat.»

Die Schnittstellen müssen ausdrücklich definiert werden. In einigen beobachteten Modellen wird die Aufteilung so angepasst, dass sich für den Industrieunternehmen und den Netzbetreiber eine gleichwertige Amortisationszeit ergibt, wodurch die Risikosymmetrie gefördert wird.

d) *Vergütungs- oder Bonusklausel*

Die Vergütung erfolgt in der Regel pro kWh zu einem Tarif, der häufig vom Investitionsanteil des Industrieunternehmens abhängt. Je mehr Risiken oder Garantien das Industrieunternehmen übernimmt, desto höher fällt die Vergütung aus. Die Wärme wird manchmal kostenlos oder zu einem symbolischen Preis geliefert, um den Beitrag des Lieferanten zum Umweltschutz anzuerkennen.

Der Industrieunternehmen kann sich verpflichten, die Wärme „sofern verfügbar“ zu liefern, ohne dass eine Verpflichtung zur kontinuierlichen Lieferung besteht.

Dieser Ansatz vermeidet Produktionszwänge und erleichtert die Einbindung des Abwärmelieferanten.
→ Beseitigtes Hindernis: Befürchtung einer vertraglichen Bindung oder von Strafen im Falle einer Produktionsunterbrechung.

Eine ergänzende Vereinbarung wie beispielsweise ein «Take-or-pay»-Vertrag könnte beispielsweise im Fall eines Rechenzentrums zur Anwendung kommen, wo die Wärmeabfuhr ein grundlegendes Erfordernis ist. Es könnte auch eine Wärmemenge festgelegt werden, deren Abnahme garantiert ist. Darüber hinaus kann ein Anreizmechanismus vorgesehen werden: beispielsweise durch einen Bonus, wenn die Optimierung der Wartung die Dauer von Versorgungsunterbrechungen im Vergleich zu einem definierten Referenzzustand verkürzt und somit die Betriebskosten des Netzes senkt.

→ Beseitigtes Hindernis: fehlendes wirtschaftliches Interesse für das Industrieunternehmen.

Musterklausel:

- «Die gelieferte Wärme wird zu einem Grundtarif von X CHF/MWh vergütet.»
- Dieser Tarif kann:
 - an den Referenzpreis für Primärenergie (Gas, Strom oder Inflation) gekoppelt sein,
 - oder für eine Vertragslaufzeit von n Jahren festgelegt (vorteilhafter, wenn der Vertrag eine längere Laufzeit hat) sein;
 - oder in den Zeiträumen vor und nach der Amortisation der Investitionen unterschiedlich sein (in der ersten Periode sogar null).
 - Anpassungen können je nach tatsächlich gelieferter Temperatur, der Regelmässigkeit der Lieferung oder der Fähigkeit zur Deckung von Nachfragespitzen vorgenommen werden.

Dieser Ansatz ermöglicht es, das Geschäftsmodell an die Qualität der gelieferten Wärme und den finanziellen Beitrag jedes Partners anzupassen. Die Vergütung ist in der Regel höher, wenn das Rechenzentrum oder die Industrie eine finanzielle Investition tätigt oder wenn die Temperatur der Abwärme höher ist. In mehreren Schweizer Projekten wird die Wärme kostenlos bereitgestellt, wenn der Betreiber die gesamten Infrastrukturkosten übernommen hat; der Industriebetrieb profitiert dann von einer Aufwertung seines Umweltimages sowie von Einsparungen bei seinen Kosten für die Wärmeabfuhr.

Es ist wichtig, auch die Zuständigkeiten für die Wärmemessung zu klären und festzulegen.

e) *Zugang und Nutzung der Infrastruktur*

Diese Art von Klausel ermöglicht es, die Zugangsrechte und Koordinationspflichten an Standorten mit hohen Auflagen (Sicherheitszonen) zu klären.

Musterklauseln:

- «Der Netzbetreiber hat für alle Kontroll-, Wartungs- oder Modernisierungsarbeiten Zugang zu den Rückgewinnungs- und Transportinfrastrukturen, vorbehaltlich der Sicherheit und der Aufrechterhaltung des industriellen Betriebs.»
- «Die Zugangsbedingungen werden gemeinsam festgelegt, um die Prozesse des Wärmelieferanten nicht zu stören.»

f) *Risikomanagement und Vertragsende*

Bestimmungen zur Abwicklung des Vertragsendes werden oft vernachlässigt.

→ Hindernis beseitigt: Verringerung des Risikos von Betriebsunterbrechungen und finanziellen Verlusten im Zusammenhang mit der Einstellung der Aktivitäten, die die Abwärme erzeugen.

Musterklauseln:

- «Im Falle einer Einstellung des Betriebs, eines Verkaufs des Industriegeländes oder einer Änderung des Verfahrens, der/die zu einer erheblichen Verringerung der verfügbaren Wärme führt, verpflichtet sich der Lieferant, den Betreiber mindestens sechs Monate im Voraus zu benachrichtigen.»
- «Der Betreiber behält die Möglichkeit, den Betrieb des Netzes mittels einer alternativen Quelle fortzusetzen, möglicherweise auf Kosten des Standorts, wo die Abwärme erzeugt wird.»
- «Bei Vertragsende einigen sich die Parteien auf die Übernahme, Veräusserung oder Stilllegung der Anlagen gemäss einem zuvor festgelegten Ausstiegsplan.»

In bestimmten Fällen kann es sinnvoll sein, dass der Netzbetreiber auch bestimmte Teile eines Gebäudes oder ein im Grundbuch eingetragenes Wegerecht erwirbt, um seine Investition im Falle einer Veräusserung des Unternehmens zu schützen.

Zusätzlich zu den vertraglichen Beziehungen zwischen den verschiedenen Akteuren eines Projekts ist das neue Instrument der Risikoabsicherungen für thermische Netze und thermische Langzeitspeicher aus dem aus dem Klima- und Innovationsgesetz (KIG) zu beachten. Diese adressiert das finanzielle Risiko im Zusammenhang mit Investitionen in öffentliche Infrastrukturen, die zur Erreichung des nationalen Netto-Null-Ziels erforderlich sind. Die Ausgestaltung der Risikoabsicherung ist in einer Richtlinie beschrieben (BFE, 2025).

→ Hürde beseitigt: Für Netze, Minderung des finanziellen Risikos im Zusammenhang mit dem Wegfall der Wärmequelle oder von Grosskunden (siehe Bedingungen unten).

Betreiber oder Eigentümer öffentlicher Infrastrukturen (Kantone, Städte, Gemeinden oder Unternehmen) sind berechtigt, einen Antrag zu stellen. Folgende Risiken können abgedeckt werden:

- Wärmenetze
 - Einschränkung oder dauerhafter Ausfall der Wärmeenergiequelle.
 - Verzicht auf den Bezug von Wärmeenergie durch einen oder mehrere Kunden, die eine Leistung von mindestens 2 MW oder mehr als 20 % der gesamten Wärmeproduktion ausmachen.
- Langzeit-Wärmespeicher
 - Verzicht auf die doppelte Nutzung der Fläche eines Grubenlagersystems, was zu Einnahmeausfällen führt oder Investitionen für einen Umbau erfordert.
 - Jährliche Speichereffizienz, die aus unvorhersehbaren Gründen um mehr als 15 % unter den Prognosen liegt.

Risikodeckungen werden in Höhe von maximal 50 % der anrechenbaren Kosten gewährt und sind auf 5 Millionen pro Wärmenetz oder Langzeitspeicher begrenzt. Die Deckung ist auf fünfzehn Jahre nach Inbetriebnahme begrenzt.

Die Mindestanforderungen für die Förderfähigkeit von Projekten und die Ausschlusskriterien sind in der Richtlinie detailliert aufgeführt. Das Dokument erläutert, was unter anrechenbaren Kosten zu verstehen ist, stellt das Verfahren für die Einreichung von Gesuchen und die Vergabe dar sowie das Vorgehen im Falle des Eintritts des Risikos. Die Anträge müssen bis spätestens 30. August 2030 gestellt werden. Für die Inbetriebnahme wird eine Frist von drei Jahren eingeräumt.

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments ist noch keines der abgedeckten Risiken bei einem Wärmenetz eingetreten, das diese Absicherung in Anspruch nimmt. Das folgende konkrete Beispiel veranschaulicht jedoch einen Fall in der Schweiz, in dem diese Versicherung finanzielle Unterstützung hätte leisten können:

- Das seit 2013 in Betrieb befindliche thermische Netz von Uetikon am See (Betreiberin AEW Energie AG) versorgt öffentliche Gebäude der Gemeinde sowie Privatkunden. Ursprünglich

bildete die im Industrieabwasser der Zeochem AG enthaltene Abwärme die Wärmequelle für dieses Netz. Einige Jahre später schloss das Unternehmen, wodurch die Wärmequelle des Netzes wegfiel. Da die getätigten Investitionen nicht amortisiert werden konnten, war die Lage kritisch, doch es konnte eine Lösung gefunden werden. Seit 2020 wird das Wasser des Zürichsees als alternative Quelle für mehr als 80 % der an die versorgten Gebäude gelieferten Wärme genutzt (Gemeinde Uetikon am See, 2020) .

Anmerkung: Einige Betreiber sehen Flexibilitätsklauseln vor, die eine Anpassung der Vertragsbedingungen ermöglichen, falls sich die Art der Abwärme oder die Technologie für deren Nutzung im Laufe des Projekts ändert.

3.5.5 Nutzung des Untergrunds

Der Bau eines thermischen Netzes erfordert die Verlegung von Leitungen. Eine Konzession für die Nutzung des öffentlichen Untergrunds sollte bereits zu Beginn des Projekts angestossen und rasch unterzeichnet werden. Die Konzession umfasst den geografischen Umfang des Projekts, den Anteil erneuerbarer Energien sowie den geplanten Kundenstamm. Dies ist eine notwendige Voraussetzung, um detailliertere Studien in Angriff zu nehmen.

3.5.6 Erkenntnisse und Empfehlungen

Die Erfahrungen bestätigen, dass es illusorisch ist, ein einheitliches Vertragsmodell für die Verwertung von Abwärme anwenden zu wollen: Jedes Projekt muss massgeschneidert sein.

Die erfolgreichsten Verträge verbinden:

- **Flexibilität für das Industrieunternehmen (keine Produktionsauflagen)**
- **Sicherheit für den Netzbetreiber (Leistungsgarantie und Notfallplan)**
- **Transparenz hinsichtlich der gegenseitigen Kosten und Vorteile**

Letztendlich bleibt die Qualität der partnerschaftlichen Zusammenarbeit zwischen Menschen und Institutionen der wichtigste Erfolgsfaktor: Vertrauen ist der Schlüssel zur nachhaltigen Nutzung von Abwärme.

4. Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Nutzung von Abwärme aus Industrie und Rechenzentren ist ein wichtiger Hebel, um die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in der Schweiz zu beschleunigen und den Ausbau von Wärmenetzen zu fördern. Abwärme ist eine lokale Ressource, deren Nutzung Vorrang haben sollte, und birgt ein erhebliches Potenzial zur Verbesserung der Gesamteffizienz und zur Stärkung der Resilienz des Energiesystems. Den Gemeinden kommt eine Schlüsselrolle bei der Erkennung von Möglichkeiten, der Mobilisierung der Akteure und der Erleichterung von Projekten zu.

Hindernisse verschiedener Art bremsen diese Vorhaben, und das nationale Potenzial bleibt noch weitgehend ungenutzt. Die analysierten Projekte zeigen jedoch, dass die Nutzung von Abwärme technisch beherrscht wird und sich in vielen Fällen als wirtschaftlich tragfähig erweist. Sie erfordert jedoch eine enge Abstimmung zwischen den Akteuren, eine kohärente räumliche Betrachtung und einen soliden vertraglichen Rahmen.

Abwärmekataster sind ein strategisches Instrument zur Unterstützung der Entwicklung von thermischen Netzen, die ganz oder teilweise auf die Abwärmenutzung ausgelegt sind. Abwärme sollte systematisch in die räumliche Energieplanung einbezogen werden. Dies ermöglicht die rasche Ermittlung von Potenzialen in der Nähe von Gebieten mit hohem Wärmebedarf. Die Erfassung von Abwärme ist noch uneinheitlich und muss in der Schweiz konsolidiert werden. Bedarf besteht auch bei der Vereinfachung der Bewilligungsverfahren für den Bau von Wärmenetzen und Wärmespeichern sowie im Rahmen von interkommunalen Projekten. Finanzielle Förderprogramme stellen manchmal notwendige Hilfen für die Umsetzung von Projekten dar. Langfristig vorhersehbare Mechanismen wären wünschenswert.

Erfahrungsberichte zeigen, dass die anfängliche Phase der Identifizierung und Charakterisierung der Abwärme von grundlegender Bedeutung ist. Die vorläufige Bewertung der Eignung der verfügbaren Abwärme im Verhältnis zum Bedarf sowie verschiedener Einschränkungen ist im Tool *Checkliste und Bewertung* strukturiert. Dieses Instrument soll kostspielige Studien zu wenig vielversprechenden Projekten vermeiden.

Das vorliegende Dokument enthält zudem eine Sammlung nützlicher Empfehlungen für die Verhandlungsphase und zu vertraglichen Aspekten. Die neue Risikoabsicherung im Zusammenhang mit dem KIG stellt zudem einen wichtigen Fortschritt dar, um Investitionen zu sichern und die Anfälligkeit der Netze gegenüber dem Ausfall einer Quelle oder eines Schlüsselkunden zu verringern.

5. Weiterführende Informationen

Die in diesem Kapitel vorgestellten Ressourcen dienen als Verweise zur Vertiefung der behandelten Themen. Sie sind nach Themenbereichen gegliedert.

5.1 Thematische Dokumentation

Industrielle Abwärme

- A. **Leitfaden zur industriellen Abwärmenutzung**, HSLU im Auftrag des BFE (2026)
 - Leitfaden zur Nutzung von industrieller Abwärme in der Schweiz, unter anderem in thermischen Netzen.
- B. **Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung**, RAVEL im Bereich Wärme, Heft 2, Bundesamt für Konjunkturfüragen (1995)
 - Dokument zu Komponenten, Prinzipien, Planung, Bau und Betrieb der Rückgewinnung und effiziente Nutzung von Abwärme. Ein praktischer Leitfaden zur Beurteilung der Eignung von Wärmequelle und -nutzer sowie zu den wichtigsten Punkten bei der Lösungsfindung ergänzt das Dokument.
- C. **La chaleur fatale**, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'énergie (ADEME) (2017)
 - Informationen zum Thema Abwärme und deren Nutzung. Zahlenangaben für Frankreich.
- D. **Abwärmenutzung im Betrieb: Klima schützen – Kosten senken**, Bayerisches Landesamt für Umwelt (2012)
 - Dieses Dokument beschreibt die wichtigsten Quellen für Abwärme, die Faktoren, die für eine effiziente Nutzung zu berücksichtigen sind, sowie die verschiedenen Technologien zur Rückgewinnung und Nutzung. Konkrete Beispiele, wirtschaftliche Bewertungskriterien und praktische Checklisten sollen Unternehmen dabei helfen, geeignete Lösungen zur Nutzung von Abwärme zu identifizieren, zu planen und umzusetzen.
- E. **Evaluation du potentiel technico-économique de valorisation des rejets thermiques au Québec**, Polytechnique Montréal (2024)
 - Ansatz zur Quantifizierung und technisch-wirtschaftlichen Bewertung der Abwärmenutzung.

Abwärme von Rechenzentren

- F. **Abwärmenutzung von Rechenzentren – Potenzialstudie und Empfehlungen für Betreiber und Gemeinden**, eicher+pauli im Auftrag von EnergieSchweiz (BFE) (2023)
 - Beschreibung der verschiedenen Arten von Rechenzentren, Merkmale des Potenzials von Abwärme und deren Nutzung in Hoch- oder Niedertemperatur-Wärmenetzen. Richtkostenwerte und Beispiele für wirtschaftliche Berechnungen.
- G. **Valoriser sur son territoire la chaleur fatale des data centers – Cahier technique à destination des collectivités**, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'énergie (ADEME) (2023)
 - Vorstellung der Merkmale, Herausforderungen und Vorgehensweisen bei der Rückgewinnung von Abwärme aus Rechenzentren zur Nutzung in thermischen Netzen.
- H. **Effiziente Rechenzentren – Tipps für Kantone und Gemeinden**, [Ratgeber Rechenzentren](#), EnergieSchweiz (2026)
 - Informationsseite für öffentliche Körperschaften, welche die Herausforderungen und die Rahmenbedingungen zu diesem Thema vorstellt. Praktische Beispiele aus der Praxis veranschaulichen die Ausführungen.

Thermische Netze

- I. **Fernwärme in Kürze**, HSLU im Auftrag der EnFK (2019)
 - Merkblatt, das die verschiedenen Arten von Wärmenetzen sowie die je nach Betriebstemperatur erforderlichen Technologien vorstellt. Die wichtigsten Herausforderungen, Vor- und Nachteile werden dargelegt.
- J. **Leitfaden Fernwärme / Fernkälte**, Verband Fernwärme Schweiz im Auftrag von EnergieSchweiz (2022)

- Leitfaden für Initianten, Investoren und Bauherren von thermischen Netzen, für Heizungs- und Bauplaner sowie für Betreiber. Das Dokument stellt den Kontext und die Rahmenbedingungen vor. Es behandelt Marketing- und Kundenaspekte, den Projektablauf sowie technische und wirtschaftliche Aspekte. Auch Themen rund um den Betrieb sowie rechtliche Fragen werden beleuchtet. Eine Sammlung praktischer Beispiele rundet diesen Leitfaden ab.
- K. **Weissbuch Fernwärme Schweiz – VFS Strategie, Langfristperspektiven für erneuerbare und energieeffiziente Nah- und Fernwärme in der Schweiz**, Schlussbericht Phase 2: GIS-Analyse und Potentialstudie (2014).

Wärmepumpen und Abwärmenutzung in thermischen Netzen

- L. **Wärmepumpen in thermischen Netzen – Referenzblatt**, EnergieSchweiz (2020)
 - Faktenblatt zum Thema Wärmepumpen in thermischen Netzen
- M. **Waste heat and heat pumps for district heating – Planning Guidelines for small district heating**, Interreg Central Europe ENTRAIN (2021)
 - Zusammenfassung zu den Herausforderungen von Wärmepumpen und deren Einsatz in kleinen, mit Abwärme betriebenen Netzen.
- N. **Heat pumps in DH and DC systems - Task 4 Implementation barriers, possibilities and solutions**, IEA DHC Annex 47 (2019)
 - Überblick über Hindernisse und Lösungsansätze für die Integration von Wärmepumpen in thermische Netze.

Thermische Speicher

- O. **Faktenblatt Wärmespeicherung**, BFE (2022)
 - Zusammenfassung der existierenden Arten von saisonalen Speichern, der Herausforderungen und des Potenzials dieser Systeme in der Schweiz.
- P. **Fokusstudie Saisonale Wärmespeicher – Stand der Technik und Ausblick**, Forum Energiespeicher Schweiz, M. Haller et al., SPF HSR (2019)
 - Bestandsaufnahme der Technologien für saisonale Wärmespeicher bei niedrigen und hohen Temperaturen, laufende Entwicklungen und Vergleich von Technologien und Kosten.
- Q. **Einsatz von thermischen (saisonalen) Speichern in thermischen Netzen**, Programm «Thermische Netze» von EnergieSchweiz, K.-H. Schädle et al. im Auftrag des BFE (2018)
 - Langzeitspeicher bieten Flexibilität und dienen in der Regel der Speicherung von Wärme aus erneuerbaren Quellen. Sie ermöglichen es, die Nutzung der gespeicherten Wärme um mehrere Monate zu verschieben, aber auch Spitzenlasten auszugleichen oder Ausfallzeiten des Wärmeerzeugers zu überbrücken. Dieses Dokument stellt den Stand der Praxis dar und liefert Hinweise und Empfehlungen zum Thema saisonale Speicher in Verbindung mit thermischen Netzen, insbesondere zu den Aspekten der Technologien und der Systemauslegung.
- R. **Handbuch Energiespeicher**, SCCER Heat and Electricity Storage, unterstützt von Innosuisse, PSI (2020)
 - Informationssammlung zu thermischen, aber auch elektrischen und chemischen Kurz- und Langzeitspeichern.
- S. **Saisonale Wärmespeicher: attraktiv und dennoch vernachlässigt**, Prof. Dr. J. Worlitschek, Vortrag im Rahmen des Roundtable Forum Energiespeicher Schweiz (2022)
 - Darstellung der Herausforderungen, konkrete Beispiele und Kennzahlen.
- T. **Arbeitspaket Kurzzeitspeicher**, Programm «Thermische Netze» von EnergieSchweiz, HSLU im Auftrag des BFE (2017)
 - Bei thermischen Netzen können Kurzzeitspeicher (für Wärme oder Kälte) eingesetzt werden, um die Effizienz zu steigern und das System zu optimieren. Sie ermöglichen den Ausgleich von Schwankungen bei Angebot und Nachfrage und dienen dazu, Wärme über einige Stunden oder Tage hinweg zu speichern. Der Bericht stellt die Einsatzmöglichkeiten vor und enthält Hinweise zur Planung und Dimensionierung.

5.2 Berechnungstools oder Entscheidungshilfen

- U. **Tools zur Abwärmenutzung aus Rechenzentren:** [Bytes2Heat | Tools](#) (Deutsche Unternehmensinitiative Energieeffizienz e. V. – DENEFF)
 - Praktisches Tool, um einen ersten Überblick über die Wirtschaftlichkeit von Projekten zur Wärmenutzung aus Rechenzentren zu erhalten
 - Die Nutzung der Wärme lohnt sich je nach Fall bei einer Entfernung von <1 km, idealerweise <500 m
- V. **Projekt „Waste Heat Toolbox“** auf europäischer Ebene: ([Green Heat](#))
 - Website mit Hilfsmitteln zur Unterstützung potenzieller Investoren für alle Arten der Nutzung, einschliesslich der Einspeisung in thermische Netze
 - **Tool „Investment Decision Support System“**
Vergleicht die Lösungen ORC / Absorptionskältemaschine / Wärmetauscher / Fernwärme / Wärmepumpe / Kombination von ORC + Fernwärme
 - Option Thermisches Netz wird nur vorgeschlagen, wenn das Emissionsprofil kontinuierlich ist, die Temperatur mindestens 200 °C beträgt und die Netzlänge maximal 500 m beträgt
 - i. Kein Niedertemperaturnetz vorgesehen
 - ii. Langzeit-Wärmespeicherung wird a priori als unrentabel angesehen
 - iii. Die Option Wärmepumpe entspricht einer lokalen Temperaturerhöhung für den Vor-Ort-Gebrauch, nicht verbunden mit einem Wärmenetz
- W. **Tool „Abwärmerechner“:** [Abwärmerechner - Umwelt- und Klimapakt Bayern](#) (Bayerisches Landesamt für Umwelt)
 - Dieses Online-Tool ermöglicht die Berechnung der Abwärme aus Anlagen zur Druckluftzeugung, raumluftechnische Anlagen, Kälteanlagen, Abgasen, Prozessabluft und Abwasser/Kühlwasser. Das Tool zielt auf die eigene Nutzung der Wärme ab (Warmwasserbereitung, Fussbodenheizung und Luftvorwärmung) und bewertet daher nicht den Anschluss an ein thermisches Netz
 - Das Tool liefert Hinweise auf die Wirtschaftlichkeit von Rückgewinnungsprojekten in Bezug auf die Investitionen für eine bestimmte Amortisationszeit
- X. **FAST DHC Feasibility assessment tool for district heating and cooling** [IEA District Heating and Cooling](#) (Austrian Institute of Technology)
 - Dieses Tool dient dazu, die wirtschaftliche Machbarkeit verschiedener Netzkonfigurationen zu vergleichen, indem der Wärmebedarf und die Wärmequelle definiert werden. Anhand veränderbarer Parameter lässt sich eine Situation modellieren und die Lösung eines Fernwärme- und Fernkältenetzes der 4. Generation wirtschaftlich mit einem Quellennetz (mit dezentralen Wärmepumpen) oder auch mit individuellen Lösungen vergleichen.

5.3 Risikominderung und vertragliche Aspekte

- Y. **Risiken bei thermischen Netzen**, Programm «Thermische Netze», D. Hangartner und J. Ködel HSLU, EnergieSchweiz (2018)
 - Der Bericht identifiziert die mit der Errichtung von thermischen Netzen verbundenen Risiken für die wichtigsten Akteure (Kunden, Gemeinden, Betreiber und Wärmelieferanten), ordnet diese nach Projektphasen ein und veranschaulicht sie anhand von Risikomatrizen. Er zeigt auf, dass trotz bewährter Technologie die finanziellen Risiken nach wie vor überwiegen und zwischen den Beteiligten ausgeglichen werden müssen, um die Nachhaltigkeit des Projekts zu gewährleisten. Eine probabilistische Analyse, insbesondere mittels einer Monte-Carlo-Simulation, wird vorgeschlagen, um die finanziellen Auswirkungen der Risiken zu bewerten und die strategische Entscheidungsfindung zu unterstützen.

- Z. **Using Industrial Waste Heat in District Heating: Insights on Effective Project Initiation and Business Models**, S. Moser und G. Jauschnik, Sustainability 2023, 15, 10559, <https://doi.org/10.3390/su151310559>

- Die Studie analysiert 21 österreichische Fallbeispiele zur Nutzung industrieller Abwärme über thermische Netze und beleuchtet die Erfolgsfaktoren in Bezug auf Projektinitiierung, Geschäftsmodelle und Risikomanagement. Die Ergebnisse zeigen, dass starke persönliche Beziehungen, Transparenz in den Verhandlungen und klare Schnittstellen zwischen den Partnern für eine effektive Zusammenarbeit unerlässlich sind, wobei die Preisgestaltung in der Regel auf der kWh basiert und die Verträge an die jeweiligen Verantwortlichkeiten und Investitionen angepasst sind. Die Projekte werden oft durch grössere Veränderungen in den Partnerunternehmen ausgelöst, und obwohl die Amortisationszeiten manchmal lang sind, rechtfertigen Motivationen wie ein nachhaltiges Image oder die lokale Verankerung ihre Umsetzung.

AA. Risikoabsicherungen für thermische Netze und thermische Langzeitspeicher – Richtlinie vom 1. Januar 2025, BFE (2025)

- Diese Richtlinie beschreibt die in den Artikeln 21 bis 27 der Klimaschutzverordnung (KIV) vorgesehenen Risikodeckungen gemäss Artikel 7 des Klimaschutzgesetzes (KIG). Sie erläutert das Verfahren und die Anforderungen sowie die Art und Weise, wie Anträge auf Risikodeckung für Infrastrukturen eingereicht und geprüft werden.

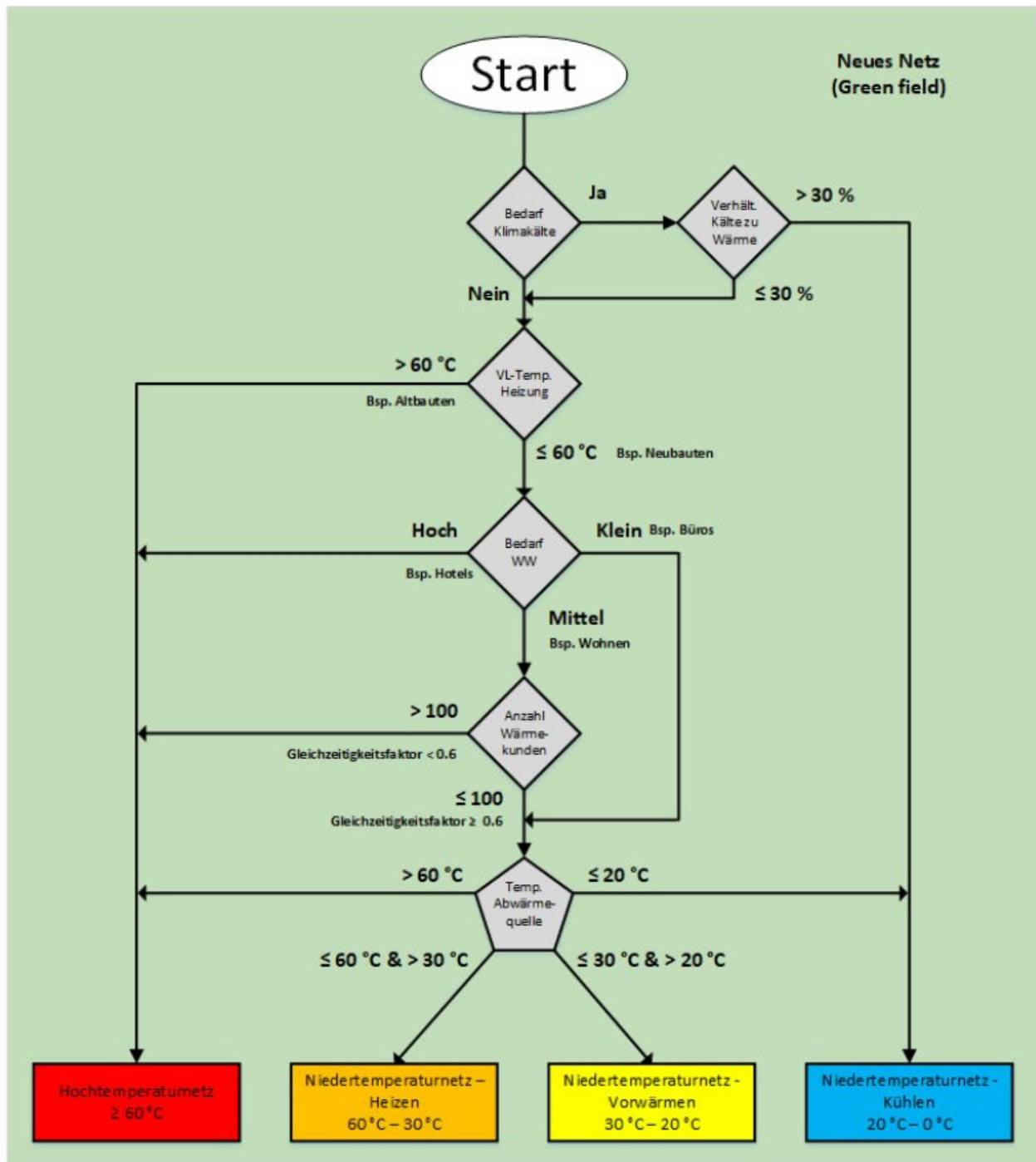
Literaturverzeichnis

- ADEME. (2017). *La chaleur fatale*. ADEME Editions.
- ADEME. (2023). *Valoriser sur son territoire la chaleur fatale des data centers - Cahier technique - À destination des collectivités*. Agence de la transition écologique.
- Bahadori R. et al. (2025). *Modernizing District Heating Networks: A Strategic Decision-Support Framework for Sustainable Retrofitting*. Récupéré sur MDPI: <https://doi.org/10.3390/en18143759>
- BFE. (2018). Faktenblatt Abwärme für den Umgang mit energie- und klimapolitischen Instrumenten. Bundesamt für Energie.
- BFE. (2022). *Faktenblatt Wärmespeicherung*. Bundesamt für Energie.
- BFE. (2025). *Risikoabsicherungen für thermische Netze und thermische Langzeitspeicher, Richtlinie vom 1. Januar 2025*. Bundesamt für Energie.
- cemsuisse. (2021). *Feuille de route 2050 - Objectif : ciment climatiquement neutre*.
- CREM, Kuchler F. (2012). *Identification des rejets thermiques en Valais*. Service de l'énergie et des forces hydrauliques du Canton du Valais.
- eicher+Pauli, Kulemann et al. (2023). *Abwärmenutzung von Rechenzentren - Potenzialstudie und Empfehlungen für Betreiber und Gemeinden*. EnergieSchweiz.
- Elcimaï Environnement et APL Datacenter. (2023). *Valoriser sur son territoire la chaleur fatale des data centers*. ADEME.
- Energie 360° AG. (2022). *Industrielle Abwärme: Abfallprodukt mit Potenzial*. Récupéré sur <https://www.energie360.ch/de/magazin/heizen-kuehlen/abwaermenutzung/>
- EnergieSchweiz. (2024). *Räumliche Energieplanung - Werkzeuge für eine zukunftstaugliche Wärme- und Kälteversorgung*. Bundesamt für Energie.
- enova. (2009). *Utnyttelse av spillvarme fra norsk industri - en potensialstudie*.
- Franz M., KWA. (2022). *Report on risk assessment and financing schemes elaborated - Action C.5*. Récupéré sur LIFE4HeatRecovery: <https://www.life4heatrecovery.eu/Resources/>
- Gemeinde Uetikon am See. (2020). *Heizen mit erneuerbarer Energie aus dem Zürichsee*. Récupéré sur <https://www.uetikonamsee.ch/aktuellesinformationen/1010621>
- Hirzel et al. (2013). *Industrielle Abwärmenutzung - Kurzstudie*. Fraunhofer-ISL.
- Holzleitner-Senck et al. (2026). *ReduzAb CO2-Emissionen REDUZieren durch ABwärme*. Bundesministerium Innovation, Mobilität und Infrastruktur, Österreich.
- HSLU, Rast L. et al. (2019). *Leitfaden zur industriellen Abwärmenutzung*. Bundesamt für Energie.
- Interreg. (2025). *District heating transformation and waste heat utilisation*. Récupéré sur <https://green-heat.net/>
- Kantor et al. (2018). Thermal profile construction for energy-intensive industrial sectors. *Proceedings of ECOS 2018*. Guimarães, Portugal.
- Moser S. et al. (2023). Using Industrial Waste Heat in District Heating : Insights on Effective Project Initiation and Business Models. *MDPI*.
- Pehnt M. et al. (2010). *Die Nutzung industrieller Abwärme - technisch-wirtschaftliche Potenziale und energiepolitische Umsetzung*. Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative.
- Petitpain L. (2024). *EnRezo - Cartographie des gisements de chaleur fatale - Note méthodologique*. Cere-ma.
- Programme d'impulsion RAVEL dans le domaine de la chaleur. (1995). *Récupération de chaleur et utilisation des rejets thermiques, Cahier 2*. Office fédéral des questions conjoncturelles.
- Schützenhofer et al. (2026). *A systemic approach for highly integrated industrial and thermal energy systems - Final project report & guidebook*. IEA DHC Annex TS7 - Industry-DHC symbiosis.
- Sres A. et al. (2014). *Weissbuch Fernwärme Schweiz - VFS Strategie. Schlussbericht Phase 2: GIS-Analyse und Potentialstudie*. Verband Fernwärme Schweiz (VFS) & Dr. Eicher+Pauli AG.
- Stefan, J. (2012). *Abwärmenutzung im Betrieb, Klima schützen - Kosten senken*. Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- TEP Energy et HSLU. (2026). *Rechenzentren in der Schweiz – Stromverbrauch und Effizienzpotenzial*. EnergieSchweiz.

- Zuberi J. et al. (2018). Excess heat recovery : An invisible energy resource for the Swiss industry sector. *Applied Energy* 228, 390-408.
- Zuberi J. et al. (2018). Excess heat recovery potentials in Swiss industrial systems. *ECEEE Industrial Efficiency*. Berlin.

6. ANHÄNGE

6.1 Entscheidungsdiagramm für die Betriebstemperatur des thermischen Netzes



Dokument erstellt im Rahmen des Programms «thermische Netze» des BFE

6.2 Bewertungstool

Tool zur Bewertung des Potenzials der Abwärmenutzung aus Industrieanlagen oder Rechenzentren in einem thermischen Netz

Ziel ist es, vielversprechende Projekte zur Restwärmenutzung frühzeitig zu identifizieren, die eine realistische Chance auf Umsetzung haben.

Anmerkungen:

- Die Checkliste und Bewertungs dient als Leitfaden bei einem Gespräch mit einem Energieverantwortlichen eines Rechenzentrums oder einer Produktionsstätte. Sie enthält die Fragen, die gestellt werden müssen, um potenzielle Schwierigkeiten oder Einschränkungen frühzeitig zu erkennen.
- Eine auf den gesammelten Daten basierende Entscheidungshilfe ermöglicht es, vielversprechende Projekte frühzeitig zu identifizieren.
- Grundsätzlich wird die Kenntnis des Wärmebedarfs des zu versorgenden Gebiets als Voraussetzung angesehen. Die Übereinstimmung zwischen Quelle und Bedarf ist allgemein entscheidend für die wirtschaftliche Tragfähigkeit eines Projekts für ein thermisches Netz.

Anleitung:

- Füllen Sie pro Wärmeabgabequelle ein Kontrollblatt aus und kreuzen Sie pro Kriterium nur eine Spalte an (*, **, ** oder *)
- Die Ausschlusskriterien müssen zwingend und in erster Priorität angegeben werden. Wird das Projekt ausgeschlossen, ist eine weitere Bearbeitung sinnlos.
- Die Entscheidungskriterien sollten ebenfalls angegeben werden, um eine aussagekräftige Bewertung zu ermöglichen.
- Je mehr Kriterien angegeben werden, desto genauer lässt sich der Überblick über zukünftige Einschränkungen sowie finanzielle oder technische Risiken gewinnen
- Es wird ein Vorbehalt hinsichtlich der Gültigkeit der Bewertung geäussert, wenn die Qualität der verfügbaren Daten gering oder lückenhaft ist

Bestandesaufnahme		Einheiten	Anmerkungen
Basisdaten			
Name des Unternehmens und Standortadresse			
Kontaktdaten der Ansprechperson			
Industriebereich / Rechenzentrum			
Verträglichkeit-Status			
Merkmale der Abwärme			
Beschreibung der Abwärmequelle			Technische Abläufe: z. B. von IT-Geräten abgegebene Wärme, Druckluft, Kälteerzeugend (Kompressor und Kondensator) oder aus industriellen Prozessen: z. B. Trocknung, Prozessabluft, Kühlwasser, Abwasser, ...
Thermische Leistung der Abwärme (P)		[kW]	Falls unbekannt, die installierte Leistung der Anlage, aus der die Abwärme stammt, ermitteln und z. B. ein Online-Bewertungstool verwenden, um die potenziell abgeführte Wärmemenge zu schätzen. Falls variabel, die Werte für Winter und Sommer angeben.
Stunden bei Volllast (H)		[h/Jahr]	Jährliche Betriebszeit, in der Abwärme anfällt
Jährlich verfügbare Energie (E)		[kWh/Jahr]	Zur Erinnerung: $E [kWh/Jahr] = P [kW] \times H [h/Jahr]$
Abwärmtemperatur		[°C]	Geben Sie die Unterschiede zwischen Sommer und Winter an. Bei einer Kühltüchtigkeit: Rücklauftemperatur (falls relevant)
Spezifikation des Mediums			Beispielsweise Wasser, Luft, Dampf, Abgase, Flüssigkeit (bitte angeben), Feststoff und verfügbarer Durchfluss
Spezifisch für Rechenzentren			Art des Kühlsystems [Kernkühlung, Kaltwasserkreislauf mit mittlerer oder niedriger Temperatur, Direktverdampfung, Freecooling]
Technische und betriebliche Aspekte			
Maximale Dauer der Nichtverfügbarkeit der Abwärme während der Betriebszeiten		[Stunden]	Beispielsweise Stillstandszeiten aufgrund von Wartungsarbeiten oder Betriebsferien
Verfügbarkeitsprofil			Kontinuierlich oder intermittierend – bitte angeben (saisonal, periodisch, chargenweise), Produktionszeiten, Betriebsunterbrechung am Wochenende
Besonderheiten oder betriebliche Einschränkungen			
Voraussichtliche zukünftige Entwicklung der Abwärme			Falls Massnahmen zur Reduzierung der Abwärmemenge geplant sind: Wie viel Prozent der Abwärmemenge stehen weiterhin zur Verfügung? (z. B. durch Verbesserung der Energieeffizienz, Technologiewechsel, internes Verwertungsprojekt, geplante Änderung der Produktionslinien oder -zeiten, geplante Schwankungen der Produktionsmengen, Erweiterung oder Stilllegung einer Produktionslinie)
Administrative/rechtliche Aspekte			
Verträglichkeit			Verträglichkeitsstufe der übermittelten Daten; ist die Unterzeichnung einer Geheimhaltungsvereinbarung erforderlich?

Bewertung	***	**	*	!
Erster Schritt				
Ausschlusskriterien				
1. Alter der Anlage, die die Abwärme erzeugt: neu ***; in der Mitte der Lebensdauer ** oder *; ineffizient und am Ende der Lebensdauer !*				
2. Vorläufiges Interesse des Unternehmens an der Umsetzung eines solchen Projekts: ja ***; mässig ** oder *; kein Interesse !*				
3. Finanzielle Solidität der Industrie/Branchen: gesunde wirtschaftliche Lage ***; Schwierigkeiten ** oder *; geplante Verlagerung !*				
4. Grenzwert für die Anschlussentfernung in Metern zwischen der Abwärmequelle und dem Netz; bei Überschreitung !* (E = jährlich in der Abwärme verfügbare Energie in [kWh/Jahr]) (*) a) Bei günstigen Bedingungen (durch Grünflächen, ...) : maximale Entfernung = E / 8760 b) Bei ungünstigen Bedingungen (in der Innenstadt, in einem historischen Stadtviertel, ...) : maximale Entfernung = E / 17'520				
Entscheidungshilfe: Idee verwerfen, wenn eines der roten Kästchen markiert ist. Gegebenenfalls Standby statt sofortiger Ausschluss, wenn die Abwärme-erzeugende Anlage ersetzt werden soll.				
Zweiter Schritt				
Entscheidungskriterien				
5. a) Bei definiertem Netz: Temperatur (T)-Differenz zwischen dem Abwärmestroms und dem Netz: T Abwärme > T Netz ***; T Abwärme < T Netz **; T Abwärme < T Netz * b) Bei nicht definiertem Netz: Temperatur des Abwärmestroms: > 60 °C ***; 30-60 °C **; < 30 °C *				
6. Differenz der verfügbaren Leistung (P) zwischen Abwärme und Bedarf während der Heizperiode: P Abwärme > P Netz ***; P Abwärme < P Netz **; P Abwärme < P Netz *				
7. Durchschnittliche Verfügbarkeit der Abwärme während der Wintersaison: > 90 % ***; > 80 % **; < 80 % *				
8. Anlagen zur Rückgewinnung der Abwärme: vorhanden, Anschluss möglich ***; vorhanden, aber Anpassung erforderlich, ohne Einschränkungen für den Betrieb **; Rückgewinnungssystem muss installiert werden *				
9. Einfachheit der Abführung der Abwärme aus dem Standort (je nach Standort und eventuellen Einschränkungen): einfach ***; mässig **; komplex *				
10. Abwärme-Medium: Wasser, Luft ***; Flüssigkeit, Gas **; Feststoff*				
Einflusskriterien				
11. Thermisches Netz: bestehend ***; im Bau **; Verbraucher noch festzulegen*				
12. Physikalisch-chemische Eigenschaften des Mediums, aus dem die Wärme zurückgewonnen wird: rein, inert, neutral, homogen ***; korrosiv, abrasiv, toxisch, verunreinigt, verschmutzt, entflammbar, erfordert eine Behandlung bei einer bestimmten Temperatur, ... ** oder *				
13. Die Räumlichkeiten/Anlagen sind Eigentum des Industrieunternehmens: ja ***; nein ** oder *				
14. Die erhaltenen Daten stammen aus: Messungen ***; undierter Schätzung **; vager oder lückenhafter Schätzung *				
15. Erforderlicher Aufwand für die Datenerfassung (falls erforderlich): gering ***; mässig **; hoch *				
16. Komplizierte rechtliche Aspekte im Hinblick auf eine vertragliche Vereinbarung: Nein ***; mässig **; ja *				
17. Interne Richtlinien / Sicherheitsvorschriften: Standard ***; mässige Auswirkungen **, sehr einschränkend *				
18. Führung: eigenständige Einheit ***; oder Teil eines Industriekonzerns ** oder *				
„Bonus“-Kriterien, die auf günstige Rahmenbedingungen hinweisen				
19. Die Abwärmennutzung würde das Image des Industrieunternehmens/Rechenzentrums verbessern: ja, positiver Effekt mit hohem Mehrwert ***				
20. Aktuelle Kosten für das Industrieunternehmen/Rechenzentrum im Zusammenhang mit der Wärmeabfuhr: erheblich ***				
21. Verfügbarkeit von Personal, das diesem Projekt zugewiesen werden kann: ja ***				
22. Interesse des Unternehmens, sich finanziell zu beteiligen bzw. in das Projekt zu investieren: ja ***				
23. Langfristig vorhandene Schlüsselkunden für den Wärmeverkauf ***				
24. Bebauungs- oder Raumordnungsplan mit Anschlusspflicht an die Fernwärmeversorgung im betreffenden Gebiet ***				
25. Finanzielle Unterstützung des Projekts: Möglichkeit einer Förderung oder eines günstigen Darlehens ***				
26. Risikoabsicherung: Das Projekt erfüllt die Kriterien für eine KIG-Absicherung ***				
Entscheidungshilfe:				
- Eine hohe Anzahl von "****" deutet auf ein sehr vielversprechendes Projekt hin. - Bei mindestens 3 x "****" oder 4 x "****" in den ausschlaggebenden Kriterien: Das Projekt gilt als vielversprechend und eine Machbarkeitsstudie wird empfohlen. - Die Anzahl der "****" bei den Entscheidungs- und Einflusskriterien spiegelt die Komplexität und den Aufwand wider, die bei der Machbarkeitsstudie und in den nächsten Schritten zu berücksichtigen sind. Jedes solche Bewertung weist auf einen Punkt hin, der behandelt und gelöst werden muss und der zusätzliche finanzielle Belastungen mit sich bringt.				

Dieses Tool wurde im Rahmen des Projekts "Hemmnisabbau bei der Nutzung von Abwärme in thermischen Netzen" (Energieschweiz 2026) entwickelt. Es basiert auf Erfahrungsberichten und den folgenden Quellen:

- "Wärmekönnung und Abwärmennutzung", RAVEL im Bereich Wärme, Heft 2*, Bundesamt für Konjunkturfüragen (1998)
- "Die Nutzung industrieller Abwärme - technische wirtschaftliche Potenziale und energiepolitische Umsetzung", Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative", Dr. M. Peint (Ifeu), Arens M. (Fraunhofer-ISE), Prof. Fr. Jochem (IREES GmbH) (2010).
- "ReduzAb: CO₂-Emissionen REDUZieren durch Abwärme", M. T. Hitzelner-Senck et al., Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (2026).
- (*) Die vereinfachte Berechnung der maximalen Anschlussentfernung wird vom BFE bereitgestellt (Rentabilitätsgrenze von 3 Rp. kWh für Leitungen, Amortisation über 10 Jahre, WACC = 0)