



# Factsheet

## ANWENDUNG EINES ABSORPTIONSWÄRMETAUSCHERS IM FERNWÄRMENETZ

### Kurzfassung

Der Einsatz von Absorptionswärmetauschern (AWT) eröffnet neue Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung und Kapazitätserweiterung in urbanen Fernwärmenetzen. Durch die gezielte Absenkung der primärseitigen Rücklauftemperatur können Engpässe vermieden, zusätzliche Wärmequellen integriert und bestehende Ressourcen besser genutzt werden. Erste Laborversuche und Simulationen zeigen ein erhebliches Potenzial für eine Erhöhung der Netzkapazität um bis zu 30 % bei gleichbleibender Infrastruktur. Damit leistet die Technologie einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung und Flexibilisierung von Fernwärmesystemen.

### Hintergrund & Herausforderung

Zukünftige Fernwärmenetze sollen verstärkt mit erneuerbaren Energiequellen wie Geothermie, industrieller Abwärme oder Solarthermie betrieben werden. Ziel ist es, die Versorgungstemperaturen zu senken, um die Gesamteffizienz und Nachhaltigkeit der Systeme zu steigern. In urbanen Fernwärmenetzen gibt es oft zahlreiche Sekundärnetze.

Bei der Kopplung des Primärnetzes mit einem einfachen Wärmetauscher kann die Rücklauftemperatur im Primärnetz nur über die Rücklauftemperatur im Sekundärnetz abgesenkt werden. Dazu ist die Optimierung der Heizsysteme der Abnehmer notwendig, was langwierig und komplex ist. Hier ist der Ersatz der Koppelwärmetauscher (Primärnetz <-> Sekundärnetz, Hausübergabestation) durch Absorptionswärmetauscher eine sinnvolle Alternative. Je größer die Differenz der Vorlauftemperaturen zwischen Primär- und Sekundärnetz ist, desto stärker fällt die Absenkung der Rücklauftemperatur im Primärnetz aus.

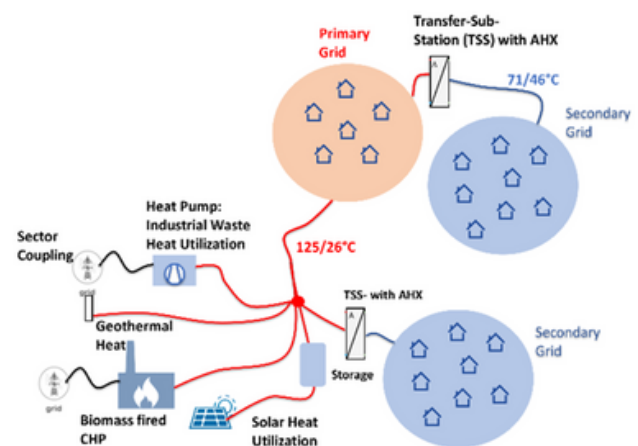


Abb. 1: Schematische Darstellung des optimierten zukünftigen Fernwärmenetzes, bei dem der Primärkreislauf auf niedrigeren Temperaturniveaus betrieben wird, indem ein Absorptionswärmetauscher (AWT) anstelle eines Wärmetauschers (WT) als Übergabestation (TSS) verwendet wird (125/56°C im Primärkreislauf und 71/46°C im Sekundärnetz).

### Vorteile einer Absenkung der primärseitigen Rücklauftemperatur

- Erhöhung der Netzkapazität ohne zusätzliche Leitungsvergrößerungen,
- Verbesserte Nutzung bestehender Wärmequellen (z. B. Economizer, Geothermie)
- Erschließung zusätzlicher Wärmequellen mit niedrigem Temperaturniveau (z. B. industrielle Abwärme)

## Technischer Diskurs Absorptionswärmetauscher

Der Absorptionswärmetauscher (AWT) ist eine Kombination aus einer Absorptionskältemaschine und einem Wärmetauscher (WT). Im Unterschied zu herkömmlichen Kältemaschinen oder Wärmepumpen fungiert der AWT als exergetisch optimierter Wärmetauscher.

In dieser Konfiguration wird der Heißwasserkreislauf (externes Wärmeübertragungsmedium) mit dem Kaltwasserkreislauf der Absorptionskältemaschine über den Wärmetauscher kurzgeschlossen. Dadurch entsteht der Primärkreislauf des AWT. Auf der Sekundärseite wird der Kühlwasserkreislauf über ein Verteilventil (D-Ventil) zwischen dem Wärmetauscher und der Absorptionskältemaschine aufgeteilt. Der AWT nutzt das exergetische Potenzial aus dem großen Temperaturunterschied zwischen den beiden Versorgungstemperaturen ( $\Delta t_{S,Pr/Se}$ ), um eine Absorptionswärmepumpe (AHP) anzutreiben, die die primäre Rücklauftemperatur ( $t_{R,Pr}$ ) unter die sekundäre Rücklauftemperatur ( $t_{R,Se}$ ) absenkt.

### Pilotanlage

Eine erste Pilotanlage wurde im Labormaßstab entwickelt und getestet. Sie kombiniert eine einstufige Absorptionskältemaschine (H<sub>2</sub>O-LiBr) mit einer nominalen Kühlleistung von 15 kW und einen Gegenstromplattenwärmetauscher (Fläche: 2,46 m<sup>2</sup>). Das experimentelle Setup wurde in die Laborinfrastruktur integriert und mit umfangreicher Messtechnik ausgestattet, um das Verhalten unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen zu analysieren.

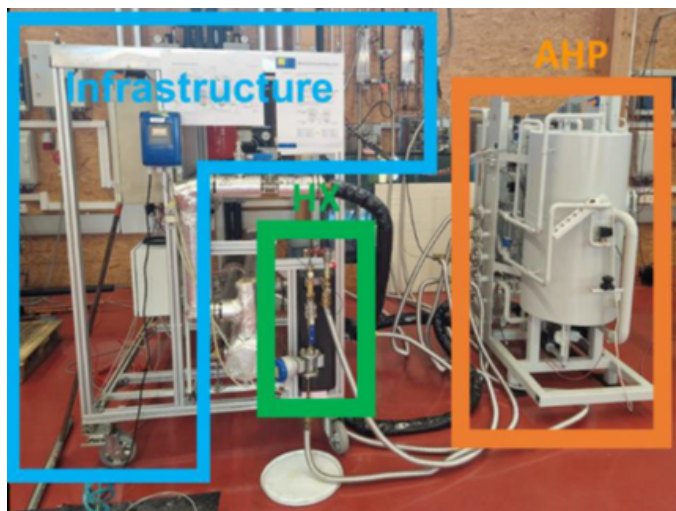


Abb. 2: AWT-Prüfstands bei AEE INTEC, bestehend aus einer Absorptionskältemaschine (in Orange) und einem Wärmetauscher (in Grün), integriert in die Infrastruktur des Labors. [6]

### Ergebnisse

- Steigerung der Wärmekapazität bestehender Netze um bis zu 30 % bei unveränderten Durchfluss- und Eintrittsbedingungen,
- maximale Unterkühlung von 20 K bei Primärversorgungstemperaturen um 145 °C,
- Unterkühlung von 12,5 K bei Primärtemperaturen von 125 °C.

Die Auslegung eines Absorptionswärmetauschers stellt mehrere Herausforderungen dar, die anhand von konkreten Fallstudien und Detailsimulation evaluiert wurden. Diese umfassen [8]:

Unterkühlleistung	Optimierung Massenströme	Systemeffizienz
Erfordert eine ausgewogene Kombination aus hoher Primärversorgungstemperatur, niedriger Sekundärücklauftemperatur und hoher sekundär-zu-primär-Massenstromrate. Nur so kann die Unterkühlungseffizienz maximiert werden.	Die Aufteilung des Sekundärmassenstroms zwischen Absorptionskältemaschine und Wärmetauscher ist entscheidend für die Unterkühlungsleistung. Eine präzise Balance ist notwendig, um die gewünschten Niveaus zu erreichen.	Druckverluste, Irreversibilitäten in den Wärmetauschern und Temperaturgleiten müssen berücksichtigt werden. Ziel ist es, die Effizienz zu maximieren und Verluste zu minimieren.

Feste Rohrdurchmesser und begrenzte Massenströme erschweren die Einbindung ohne zusätzliche Infrastrukturmaßnahmen. Innovative Designs sind erforderlich, um diese Hürden zu überwinden.

Der AWT muss so ausgelegt werden, dass er eine signifikante Spreizung zwischen Primärücklauf- und -vorlauftemperaturen erreicht, ohne die Gesamteffizienz des Systems zu beeinträchtigen.

## Anwendungsfall und Referenzsystem

### Fallstudie: Gebietsumformer Wien

Als Anwendungsfall wurde der Einsatz eines AWT in einer Gebietsumformerstation untersucht. Diese Stationen, betrieben von Wien Energie, versorgen über das nachgeschaltete Sekundärnetz mehrere Verbraucher im öffentlichen Raum. Gebietsumformerstationen verfügen über Leistungsbereiche zwischen 2 MW und 20 MW und sind aus Gründen der Versorgungssicherheit sowie des Teillastverhaltens mit zwei bis fünf Wärmetauschern ausgestattet. Aufgrund des begrenzten Platzangebots im innerstädtischen Raum werden sie meist in Schächten untergebracht, deren Dimensionen knapp bemessen sind. Im Projekt wurde der Einsatz eines AWT in Gebietsumformern (Gufo) untersucht. Diese Stationen versorgen über Sekundärnetze im öffentlichen Raum mehrere Abnehmer/Hausstationen. Typische Leistungen bewegen sich zwischen 2,5 und 20 MW. Aus Gründen der Versorgungssicherheit sind sie mit mindestens zwei Wärmetauschern ausgestattet, deren Leistung gleichmäßig aufgeteilt wird. Aufgrund des begrenzten Platzangebots werden die Anlagen oft in Schächten mit knappen Dimensionen untergebracht.

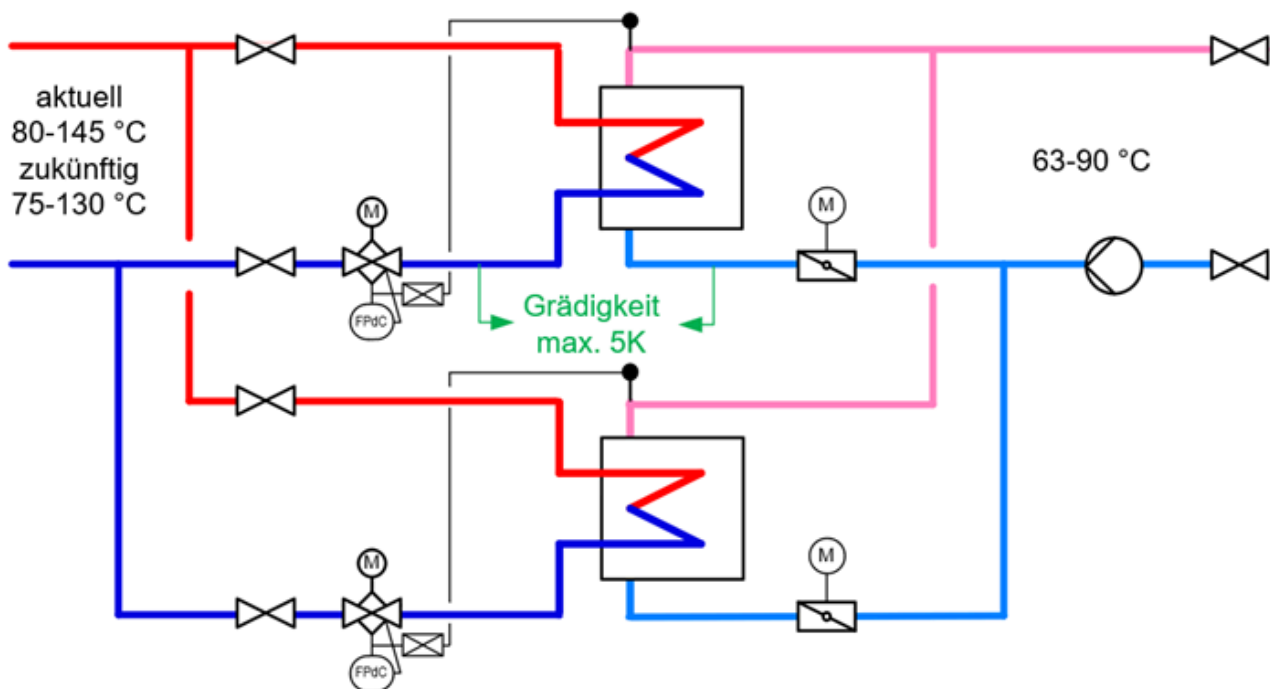
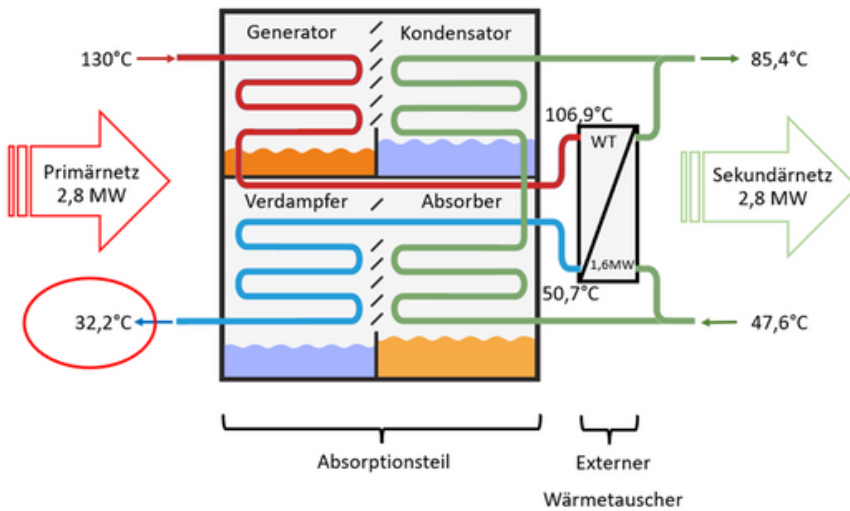


Abb. 3: Hydraulische Einbindung AWT in eine Gebietsumformerstation

Für die vorliegende Untersuchung wurde eine Station gewählt, die nicht in einem Schacht, sondern in einem ehemaligen Kesselhaus untergebracht ist. Dort besteht ausreichend Platz, um zusätzlich zu den bestehenden Wärmetauschern einen AWT zu installieren. Die erforderlichen Leistungen und Temperaturen des Sekundärnetzes ermöglichten die Auslegung eines 2,8 MWth AWT (siehe Abbildung 4 und Tabelle 1).

Abb. 4: Schematische Darstellung des Absorptionswärmetauscher



### Technische Daten LiBr-Absorptionswärmetauscher

<b>Primärnetz</b>	Leistung	kW	2800
	Temperatur (Eintritt T11 -> Austritt T12)	°C	130->32,2
	Massenstrom	kg/s	6,82
	Max. Druckverlust	kPa	155
	Anschluss	DN (mm)	65
<b>Sekundärnetz</b>	Temperatur (Eintritt T22 -> Austritt T21)	°C	47,6->85,4
	Massenstrom	kg/s	17,7
	Max. Druckverlust	kPa	153
	Anschluss	DN (mm)	100
<b>Absorptionsteil</b>	Abmaße LxBxH	mm	4800x2600x3300
	Betriebsgewicht	t	10,6
	Elektroanschluss		400VAC 15,7A
<b>Externer Wärmetauscher</b>	Leistung	kW	1607
	Abmaße LxBxH	mm	5100
	Betriebsgewicht	t	4,32

Das Schema „Normalbetrieb“ in Abb. 5 zeigt den Absorptionswärmetauscher bestehend aus Generator, Verdampfer, Kondensator und Absorber mit dem externen Wärmetauscher am Beispiel einer Station mit 2,8 MW Leistung. Da die auf die Leistung bezogenen spezifischen Errichtungskosten stark von der Größe des AWTs abhängen und außerdem die Leistung von 2,8 MW eher am unteren Ende der üblichen Ausführungsgrößen liegt, wurde ein einzelner AWT gewählt und auf die doppelte Ausführung verzichtet.

Die Unterkühlung, also die Temperaturdifferenz zwischen Primär- und Sekundärücklauf beträgt im Auslegungspunkt 15,4 K. Bezieht man die Absenkung der Primärücklauftemperatur nicht auf die Sekundärücklauftemperatur sondern auf die Primärücklauftemperatur, die man bei herkömmlicher Auslegung eines Rohrbündelwärmetauschers mit einer maximalen Grädigkeit von 5 K hätte, so wäre die auf diese Art definierte Unterkühlung im Auslegungspunkt 20,4 K.

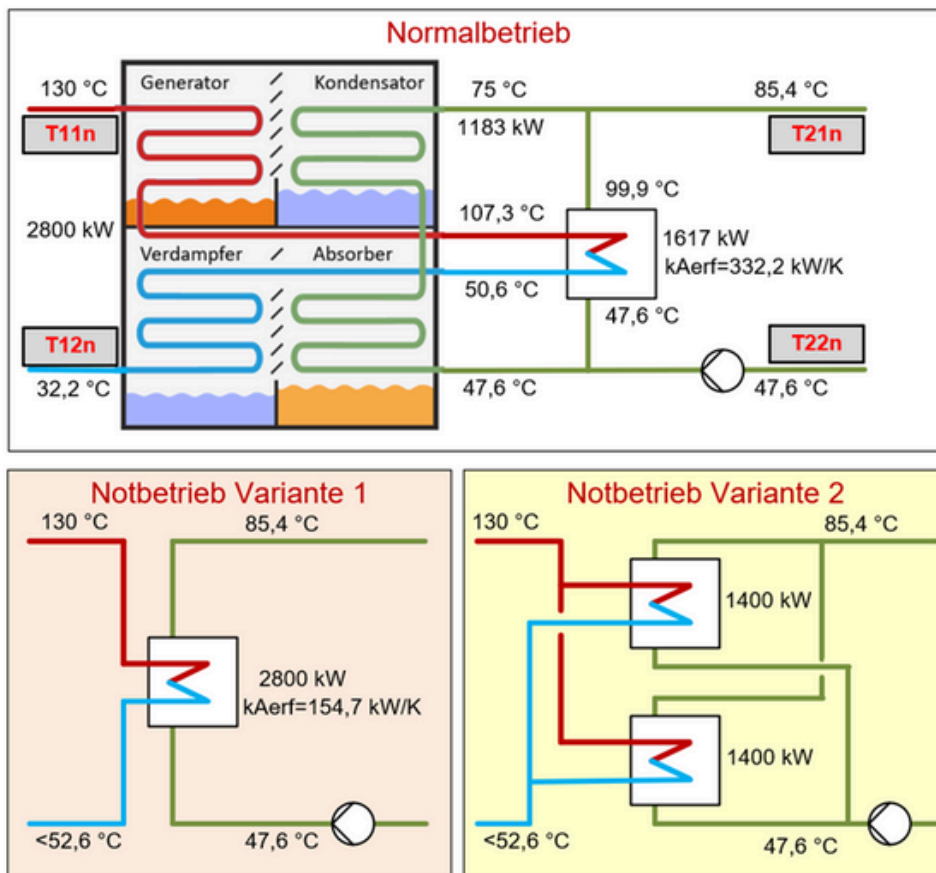


Abb. 5: Betriebsvarianten der hydraulischen Einbindung des AWT in einer Gebietsumformerstation

## Simulation und Ergebnisse

Zur Bewertung des Potenzials wurde der AWT unter zwei unterschiedlichen Randbedingungen analysiert:



- 1. Status Quo:** derzeitige Betriebsweise mit hohen Vorlauftemperaturen auf der Primärseite.
- 2. Geplante zukünftige Betriebsweise:** abgesenkte Primärvorlauftemperaturen.

Die Analyse erfolgte mittels Jahressimulationen auf Basis eines im Projekt entwickelten AWT-Modells, das anhand der Laborergebnisse validiert wurde. Die Betriebsbedingungen der Sekundärseite (z. B. Rücklauftemperatur T22 im Bereich 44–60 °C) basierten auf Messdaten. Die Primärvorlauftemperatur T11 wurde entweder gemessen (Fall 1) oder aus einer Funktion zwischen Außenlufttemperatur und minimaler Verbrauchervorlauftemperatur berechnet (Fall 2).

Der wichtigste Regelparameter des Modells ist der Massenstrom auf der Primärseite, der so eingestellt wird, dass die Austrittstemperatur auf der Sekundärseite (Vorlauf) T21 ihren Sollwert erreicht (Sollwert für T21 liegt im Bereich 63 bis 73 °C). Die Aufteilung des Massenstroms zwischen externem Wärmetauscher und Absorptionskältemaschine wird konstant gehalten, d.h. es wird diesbezüglich keine Optimierung vorgenommen. Die Auslegung gemäß Tabelle 1 erfolgte auf Grundlage von Messdaten eines älteren Netzes mit höheren Vorlauftemperaturen. Die Parameter des darauf aufbauenden oben beschriebene Modells wurde dann so angepasst, dass die beschriebenen Simulationen für ein modernes Sekundärnetz mit niedrigeren Sekundär-Vorlauftemperaturen T21 durchgeführt werden konnten.

## Fall 1 (Status Quo)

Mit dem AWT konnte die primäre Rücklauf­temperatur (T12) unter die Rücklauf­temperatur der Sekundärseite (T22) abge­senkt werden. Im Winter – bei hohen Primär­vorlauf­temperaturen – war der Unterkühlungs­effekt am stärksten. Über das Jahr lag die Differenz zwischen T12 mit und ohne AWT meist zwischen 9 und 29 K.

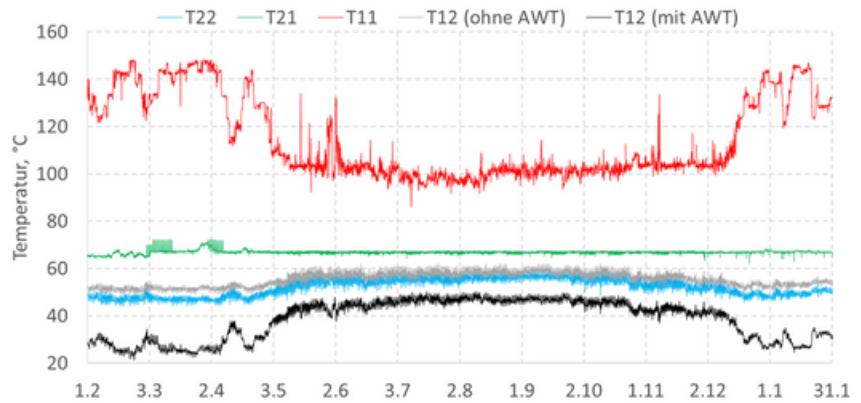


Abb. 6: Ergebnisse und Randbedingungen für Fallstudie mit jetzigen (Status Quo) hohen Vorlauf­temperatur der Primärseite T11. Dargestellt die Vorlauf­temperatur der Primärseite T11, Vor- und Rücklauf­temperatur am Sekundärseite (T21 und T22) und Rücklauf­temperatur der Primärseite mit und ohne AWT (T12).

## Fall 2 (geplante zukünftige Betriebsweise)

Durch die abge­senkten Vorlauf­temperaturen auf der Primärseite reduzierte sich der positive Effekt des AWT. Der stärkste Unterkühlungs­effekt trat ebenfalls im Winter auf. Über das Jahr lagen die Temperatur­differenzen zwischen T12 mit und ohne AWT im Bereich von 0 bis 20 K. Für den Sommer, bei Antrieb­temperaturen unter 80 °C, ist der Nutzen gering.

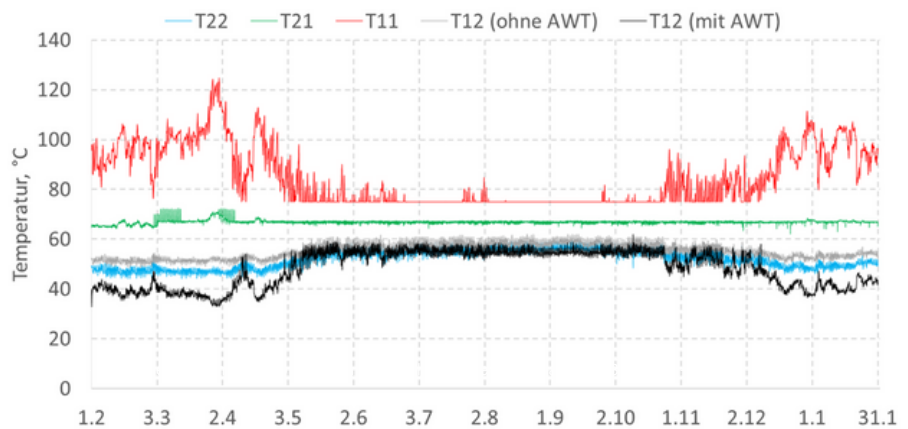


Abb. 7: Ergebnisse und Randbedingungen für Fallstudie mit geplanten zukünftigen Vorlauf­temperatur der Primärseite T11. Dargestellt die Vorlauf­temperatur der Primärseite T11, Vor- und Rücklauf­temperatur am Sekundärseite (T21 und T22) und Rücklauf­temperatur der Primärseite mit und ohne AWT (T12).

## Erweiterte Einsatzmöglichkeiten & Maßnahmen zur Umsetzung

### Effizienzsteigerung in der Erzeugung (Geothermie)

Niedrigere Rücklauf­temperaturen durch AWT erhöhen die Effizienz, die gleichzeitige Absenkung der Vorlauf­temperatur reduziert den Effekt.

### Einsatz bei Engpässen in der Primärzuleitung

Sinnvoll kann der Einsatz einer AWT dort sein, wo eine erforderliche Leistungserhöhung einer Gebietsumformerstation aufgrund der Dimension der bestehenden Primärleitungen nicht möglich ist, eine Vergrößerung der Leitungsdimension technische oder wirtschaftlich nicht durchführbar ist und auch eine Leistungserhöhung durch den Einsatz einer Kompressions­wärmepumpe wegen des hohen elektrischen Anschlusswertes nicht in Frage kommt.

### Erhöhung der Effektivität im Sommer

In einigen Netzabschnitten wird die Vorlauf­temperatur auch zukünftig im Sommer auf höherem Niveau gehalten werden. Das ist beispielsweise, wo für den Betrieb von Absorptions­kältemaschinen Vorlauf­temperaturen von 95°C erforderlich sind. In solchen Abschnitten kann durch einen AWT die Unterkühlung auf der Primärseite der Gebietsumformerstationen erhöht werden. Zu beachten ist dabei aber, dass in Sekundärnetzen im Sommer die Leistung auf etwa 10% der maximalen Winterleistung zurückgeht. Der Leistungsverlauf eines Sekundärnetzes mit vorwiegend Wohn­hausanlagen mit zentraler Trinkwassererwärmung im Speicher­ladesystem (Standard Fernwärme Wien Energie) zeigt Abb. 8.

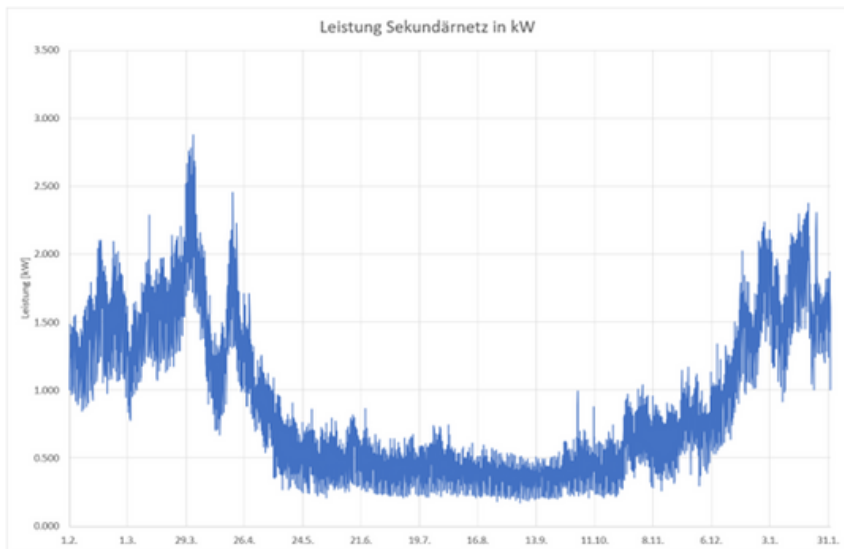


Abb. 8: Simulationsergebnisse Leistung Sekundärnetz - Übersicht

### Versorgungssicherheit, Notbetrieb

Hinsichtlich Wartung oder Reparatur des AWTs wurde die Möglichkeit eines Notbetriebs über den externen Wärmetauscher untersucht (siehe Abb. 5 „Notversorgung Variante 1“). Durch eine entsprechende hydraulische Verschaltung kann der externe Wärmetauscher im Notfall mit der vollen Vorlauftemperatur T11n betrieben werden. Dafür ist nur etwa 50 % der Auslegungsleistung erforderlich, sodass ausreichend Wärmetauscherfläche zur Verfügung steht. Problematisch ist jedoch, dass der Sekundärstrom auf das 2,4-fache und der Druckverlust auf das 5,7-fache des Auslegungswertes ansteigen. Dies muss bei der Auslegung der Sekundärnetzpumpen und der Leistungsaufteilung berücksichtigt werden.

Eine weitere Möglichkeit (siehe Abb. 5 „Notbetrieb Variante 2“) besteht darin, zwei Wärmetauscher im Normalbetrieb in Serie zu schalten und diese im Notbetrieb parallel zu betreiben. Dadurch ließe sich die Versorgungssicherheit erhöhen, allerdings steigen der Aufwand für Verrohrung, Regelarmaturen, Regeltechnik sowie der Raumbedarf deutlich, sodass eine konkrete Detailplanung erforderlich wäre.

Gebietsumformer werden generell aus Gründen der Versorgungssicherheit mit mindestens zwei Wärmetauschern ausgeführt. Die im Projekt simulierte Variante mit 2,8 MW stellt die Untergrenze aktueller AWT-Leistungsklassen dar. Bei höheren Leistungen sinken die spezifischen Investitionskosten. Wird die Leistung aus Redundanzgründen auf zwei AWT aufgeteilt, steigen die Gesamtkosten hingegen wieder. Eine mögliche Lösung könnte daher in einer Kombination aus einem AWT und zwei externen Wärmetauschern liegen, die im Normalbetrieb in Serie betrieben und im Notfall auf Parallelbetrieb umgestellt werden. Auch hierfür wären zusätzliche Umschaltmöglichkeiten und Regeltechnik erforderlich.

### Einsatz bei Engpässen in der Primärzuleitung

Da im Projekt eine Umsetzung nicht vorgesehen und eine Detailplanung daher nicht untergebracht werden konnte, wurden hier nur grundlegende Überlegungen angestellt, um die Herausforderungen für abschätzen zu können und ein Gefühl für die Raumanforderungen zu bekommen.

Abb. 9 zeigt die Raumverhältnisse eines Standardschachtes für Gebietsumformerstationen im Leistungsbereich 3-4 MW im Grund- und Aufriss (LxBxH 10x5x2,7 m).

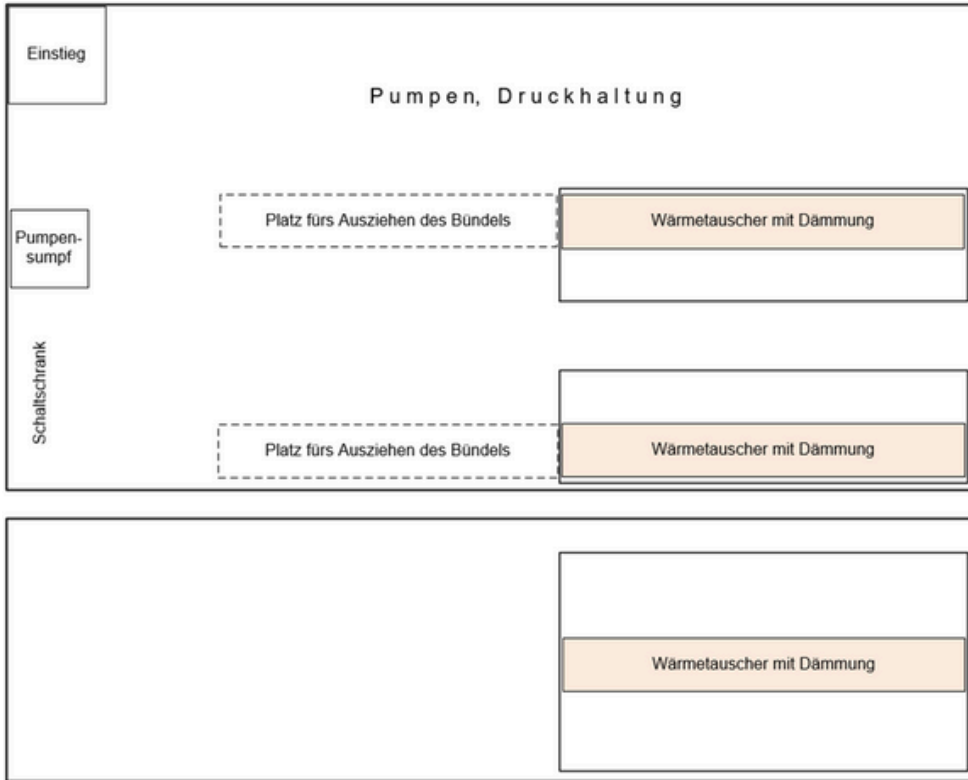
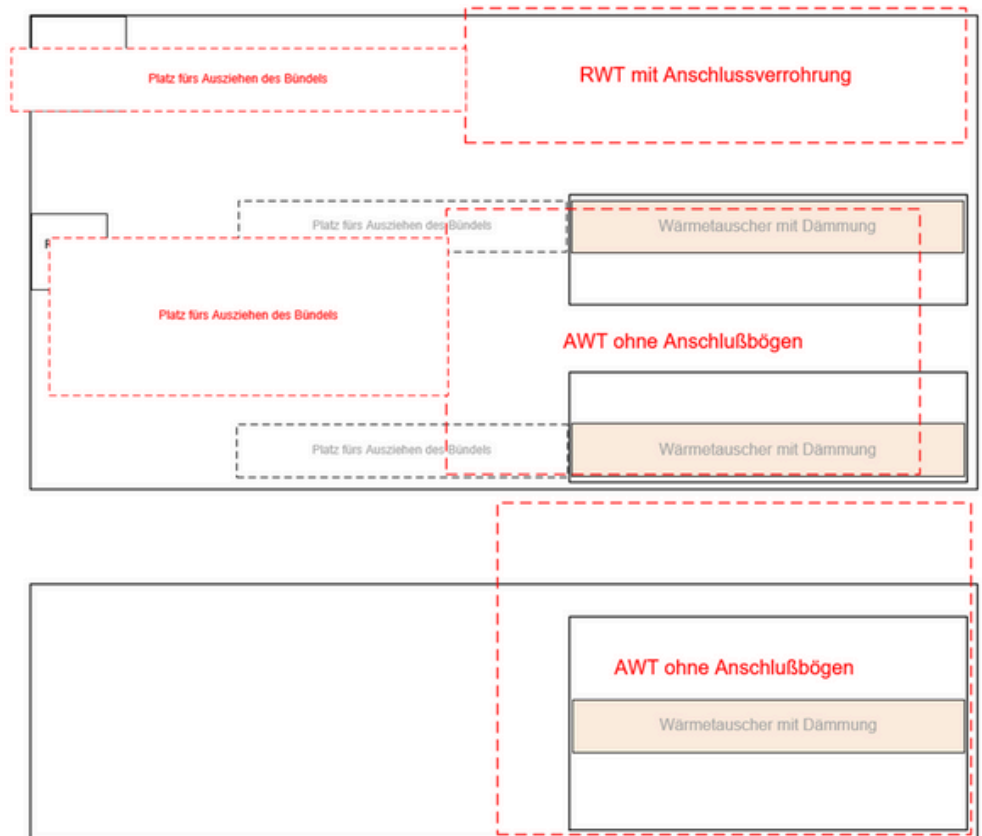


Abb. 9: Standard-Gufoschacht 3-4 MW mit Standardwärmetauschern

Abb. 10: Standard-Gufoschacht 3-4 MW mit Absorptionswärmetauscher (AWT)



Aufgrund von Abb. 10 lässt sich ganz grob ein etwa um 50% erhöhter Platzbedarf abschätzen.

## Ökonomischer Diskurs

Der Einsatz eines Absorptionswärmetauschers im Fernwärmenetz wirkt sich auf unterschiedliche ökonomische Faktoren positiv aus, dem gegenüber stehen die im Vergleich zu Standard Wärmetauschern höheren Investitionskosten sowie laufenden Betriebskosten. Mögliches Einsparungspotential wurde u.a. identifiziert bei:

**Netzkosten:** Aufgrund der höheren Spreizung durch die Senkung der Rücklauftemperatur muss bei gleicher Leistung weniger Massenstrom im Fernwärmenetz transportiert werden. Dadurch können Kosten für Reparaturen, Wartung, Betrieb, etc. des Netzes gesenkt werden.

**Kosten für Pumpstrom:** Durch den geringeren Massenstrom wird weniger elektrischer Strom zum Betrieb der Netzpumpen benötigt.

**Erhöhte Transportkapazität für die vorhandenen Primärnetze:** Wenn für den Anschluss weiterer Abnehmer die Verlegung neuer Leitungen notwendig wäre, kann diese Situation bei passenden Randbedingungen durch einen AWT als Übergabestation gelöst und die Verlegung neuer Rohrleitungen vermieden werden.

**Effizienzsteigerungen:** Erhöhung des Anlagen-Wirkungsgrades durch die niedrigere Rücklauftemperatur sind möglich (jedoch abhängig von Technologie, Betriebsweise sowie anlagenspezifischen Parametern).

**Geringere Wärmeverluste:** Auch die thermischen Verluste im Gesamtnetz könnten durch eine Verringerung der transportierten Wassermenge durch den Absorptionswärmetauscher reduziert werden, was sich ökonomisch positiv auswirkt.

Neben diesen Vorteilen ergeben sich aber auch technische und wirtschaftliche Herausforderungen:

**Platzbedarf:** AWT benötigen bis zu 50 % mehr Raum als Standardwärmetauscher. Besonders in Bestands-Gebietsumformern ist dieser Platz meist nicht vorhanden, da die Schächte auf Standard-WT ausgelegt sind.

**Druckverluste:** Die gewählte Auslegung verursacht höhere Druckverluste (Primärseite: mind. 1 bar Differenzdruck erforderlich, Sekundärseite: ~20-35 kPa bei Rohrbündeltauschern). Zusätzlich muss auf der Primärseite eine Mischmöglichkeit vorgesehen werden, da die Vorlauftemperaturen im Netz bis zu 160-180 °C erreichen können, während der AWT nur bis 130 °C zulässig ist. Diese Maßnahmen erhöhen den Pumpstrombedarf und müssen in die Wirtschaftlichkeitsrechnung einbezogen werden.

## Ergebnisse Business-Radar

Die Auswertung des Business Radars bestätigt die im ökonomischen Diskurs dargestellten Aspekte. Besonders stark ausgeprägt sind die Vorteile auf der Netzebene: durch die Absenkung der Rücklauftemperaturen werden die Transportkapazität erhöht, der Massenstrom und damit die Pumpstromkosten gesenkt sowie Wärmeverluste reduziert.

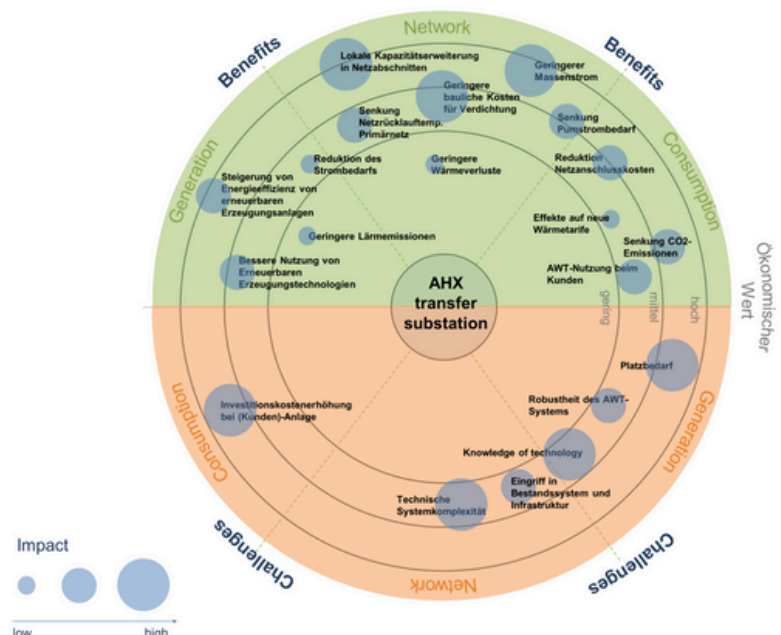


Abb. 11: Ergebnisübersicht Business-Radar Absorptionswärmetauscher

Auch die Nutzung erneuerbarer Wärmequellen und die Effizienz bestehender Anlagen lassen sich verbessern. Auf der Verbraucherseite zeigen sich zusätzlich geringere Netzanbindungskosten und potenzielle Effekte auf Wärmetarife. Demgegenüber stehen erhöhte Investitionskosten für Kundenanlagen, zusätzlicher Platzbedarf, die technische Komplexität sowie erforderlicher Know-how-Aufbau. Insgesamt verdeutlicht das Radar, dass die ökonomischen und systemischen Vorteile klar überwiegen, ihre Realisierung jedoch von flankierenden Maßnahmen wie Investitionsanreizen und gezieltem Wissenstransfer abhängt.

## Schlussfolgerungen & Ausblick

Lokale Kapazitäts- erweiterung	Kombination Geothermie	Netzabschnitt mit höheren VL-Temperaturen
<p>In Netzabschnitten, in denen die primäre Transportinfrastruktur bereits an der Auslastungsgrenze ist, können AWT zusätzliche Kapazitäten erschließen – ohne Ausbau oder Vergrößerung bestehender Leitungen. Dies ist vor allem vorteilhaft, wo eine Erweiterung aufgrund baulicher oder historischer Gegebenheiten (z. B. Denkmalschutz) nicht oder nur schwer realisierbar ist.</p>	<p>Durch die Absenkung der Injektionstemperatur kann die Leistung einer Geothermieanlage erhöht werden. Gleichzeitig kann in geologisch bedingten Netzabschnitten mit niedriger Einspeisetemperatur die Effizienz des AWT zur Absenkung der primären Rücklauftemperatur abnehmen. Auch die Auswirkungen auf nachgeschaltete Wärmepumpen müssen geprüft werden, da eine abgesenkte Rücklauftemperatur deren Betrieb beeinflussen kann.</p>	<p>In Bereichen, die aus betrieblichen oder technischen Gründen mit höheren Vorlauftemperaturen als der Rest des Netzes betrieben werden, kann der AWT besonders effektiv eingesetzt werden. Hier kann er den zusätzlichen Nutzen aus den hohen Antriebstemperaturen ziehen.</p>

Der Einsatz von AWTs in Gebietsumformerstationen in Wien kann nicht als flächendeckende Standardlösung betrachtet werden. Vielmehr bietet die Technologie Potenzial für gezielte Einzelfallanwendungen, die individuell bewertet werden müssen. In spezifischen Situationen kann sie sich als äußerst sinnvoll erweisen. Die bisherigen Erkenntnisse aus Laboruntersuchungen, Simulationen und der Anwendungsfallstudie bilden dazu eine solide Grundlage,



- *AWTs können in urbanen Fernwärmenetzen eine Schlüsselrolle bei der Flexibilisierung und Dekarbonisierung spielen.*
- *Die Technologie eignet sich vor allem für hochbelastete Netzabschnitte, in denen infrastrukturelle Erweiterungen nur schwer umsetzbar sind.*
- *Eine gezielte Kombination mit erneuerbaren Energiequellen, insbesondere Geothermie, eröffnet zusätzliche Potenziale, erfordert jedoch eine sorgfältige Abwägung der Wechselwirkungen.*
- *Weitere Forschung und Pilotprojekte sind notwendig, um Skaleneffekte zu nutzen, technische Herausforderungen wie Platzbedarf und Druckverluste zu adressieren und die Wirtschaftlichkeit in großem Maßstab nachzuweisen.*