



Factsheet

ANWENDUNG ABSORPTIONSWÄRMEPUMPE ZUR NUTZUNG DER ABWÄRME AUS DEM SEKUNDÄRKÜHLWASSER

Kurzfassung

Die Steigerung der Energieeffizienz ist ein zentraler Baustein, um Wohlstand, Versorgungssicherheit und Klimaziele langfristig zu gewährleisten. Ein bislang unterschätztes Potenzial liegt in der Nutzung von Abwärme aus Kraftwerken. Neben den bekannten Rauchgasströmen fallen erhebliche Wärmemengen in den Kühl- und Schmiersystemen von Gasturbinen, Dampfturbinen, Generatoren und Kompressoren an. Diese Wärme wird in der Regel über Flüsse abgeführt und geht damit ungenutzt verloren. Absorptionswärmepumpen (AHP) eröffnen die Möglichkeit, diese Niedertemperaturwärme (40–70 °C) auf das für Fernwärmesysteme notwendige Temperaturniveau anzuheben. So können fossile Wärmeerzeuger verdrängt, CO₂-Emissionen reduziert und die Gesamteffizienz des Energiesystems deutlich gesteigert werden.

Hintergrund & Herausforderung

Absorptionswärmepumpen nutzen thermische Energie anstelle von Strom, um einen Kältemittelkreislauf anzutreiben. Typischerweise kommt eine Lösung aus Lithiumbromid (LiBr) und Wasser zum Einsatz. Der Vorteil dieser Technologie liegt in der Möglichkeit, auch Niedertemperaturwärmequellen (z. B. 40–70 °C) nutzbar zu machen, solange eine ausreichend hohe Antriebstemperatur (z. B. 90–120 °C) zur Verfügung steht.

In Kraftwerkspark sind zahlreiche dezentrale Kühlkreisläufe vorhanden. Jeder Ölkühlkreislauf weist Temperaturen von 40–52 °C (Eintritt) und 58–73 °C (Austritt) auf. Das Öl wird mit Flusswasser rückgekühlt, dessen Temperatur saisonal stark schwankt. Mit einer Absorptionswärmepumpe könnte dieses Temperaturniveau effizient auf Fernwärmeebene angehoben werden.

Die Herausforderung liegt weniger in der thermodynamischen Machbarkeit, sondern in der systemischen Integration:

- | | | |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Zusammenschalten mehrerer Kühlkreisläufe
→ Umbauten und hydraulische Anpassungen notwendig | <ul style="list-style-type: none">• Technische Abstimmung mit Turbinenherstellern
→ Einfluss auf Garantiebedingungen | <ul style="list-style-type: none">• Abwägung zwischen Nutzung für Fernwärme und konkurrierender Stromproduktion in Dampfturbinen |
|--|--|--|

Technischer Diskurs Absorptionswärmepumpe in der Anwendung

Das Temperaturniveau von Öl- und Sekundärkühlwasserkreisen ist aus thermodynamischer Sicht für AHP-Anwendungen sehr attraktiv.

Das Temperaturniveau von Öl- und Sekundärkühlwasserkreisen ist aus thermodynamischer Sicht für AHP-Anwendungen sehr attraktiv. Entscheidend ist jedoch das Temperaturniveau des Antriebskreises:

- **Fernwärmerücklauf (ca. 55 °C)** kann mit Abwärme vorgewärmt werden.
- **Fernwärmeverlauf (ca. 97 °C)** kann als Antrieb für die Wärmepumpe genutzt werden.

Ein praktisches Beispiel zeigt: Wird der Fernwärmeverlauf mit rund 97 °C als Antriebsquelle genutzt, ist es möglich, den Rücklauf von 55 °C auf 70 °C anzuheben. Damit kann der gesamte Netzzücklauf auf ein höheres Temperaturniveau gebracht werden, was den Wirkungsgrad des Systems steigert.

Die Technologie weist einen typischen COP (Coefficient of Performance) von 1,6–1,9 auf, d. h. aus 1 kW Antriebsenergie entstehen bis zu 1,9 kW nutzbare Wärme. Damit erreichen AHPs hohe Wirkungsgrade im Vergleich zu alternativen Abwärmennutzungstechnologien.

Die Nutzung des Sekundärkühlwassers setzt allerdings hohe Antriebstemperaturen voraus, wodurch konkurrierende Nutzungspfade (z. B. Turbinenverstromung) sorgfältig abgewogen werden müssen.

Anwendungsfall und Referenzsystem

Fallstudie: Fernheizwerk Linz Mitte

Am Standort Fernheizwerk Linz Mitte wurde eine Absorptionswärmepumpe mit rund 8,6 MW Wärmeleistung konzipiert, die Wärme aus den Ölkühlkreisläufen gewinnen sollte. Vorgesehen war, den Rücklauf des Fernwärmenetzes von 55 auf 70 °C vorzuheizen. Die Abwärme aus den Ölkühlern mit einem Temperaturbereich von 62 auf 52,9 °C sollte dafür genutzt werden. Als Antrieb diente der Fernwärmeverlauf mit 97 °C, der in der Wärmepumpe auf 87 °C abgekühlt wurde.

Technische Randbedingungen & Auslegung



Abb. 1: Übersicht Fernheizwerk Linz Mitte

Folgende Abwärmen aus den Ölkühlern stehen als Wärmequelle zur Verfügung.

Ölabwärmen	Energie (MWh)	Leistung (MW)	Temperatur (°C)	Massenstrom (t/h)	Vollaststunden
Gasturbine_1A	7065 MWh	1,6-1,8 MW	72 - 52 °C	0,164	3925
Gasturbine_1B	3713 MWh	1,7-2 MW	71 - 50 °C	0,173	1857
Dampfturbine_1A	2302 MWh	0,58-0,65 MW	58 - 40 °C	0,066	3542
Dampfturbine_1B	1397 MWh	0,75 MW	73 - 48 °C	0,055	1863
Dampfturbine_RHKW	5160 MWh	0,8 MW	65 - 50 °C	0,097	6450
Dampfturbine_BIOM	2770 MWh	0,4 MW	60 - 40 °C	0,036	6925
Summe Ölabwärmen	22407 MWh	6,4 MW			3501

Eine Absorptionswärmepumpe mit folgenden Daten wurde konzipiert:

Fernwärme (Vorwärmung des Rücklaufs)	Wärmeleistung	kW	8630
	Min. Wärmeleistung	kW	863
	Temperatur (Eintritt -> Austritt)	°C	55->70
	Massenstrom	t/h	495
	Max. Druckverlust	kPa	120
	Anschluss	DN (mm)	300
Kühlwärme Öl	Temperatur (Eintritt -> Austritt)	°C	62->52,9
	Massenstrom	t/h	378
	Max. Druckverlust	kPa	89
	Anschluss	DN (mm)	250
Antriebswasser (Vorlauf des Fernwärmenetzes)	Antriebsleistung	kW	4630
	Temperatur (Eintritt -> Austritt)	°C	97->87
	Massenstrom	t/h	396
	Max. Druckverlust	kPa	60
	Anschluss	DN (mm)	250
	COP		1,86
	Abmaße LxBxH	mm	7800x3100x4200
	Betriebsgewicht	t	48
	Elektroanschluss		400VAC 48,7A

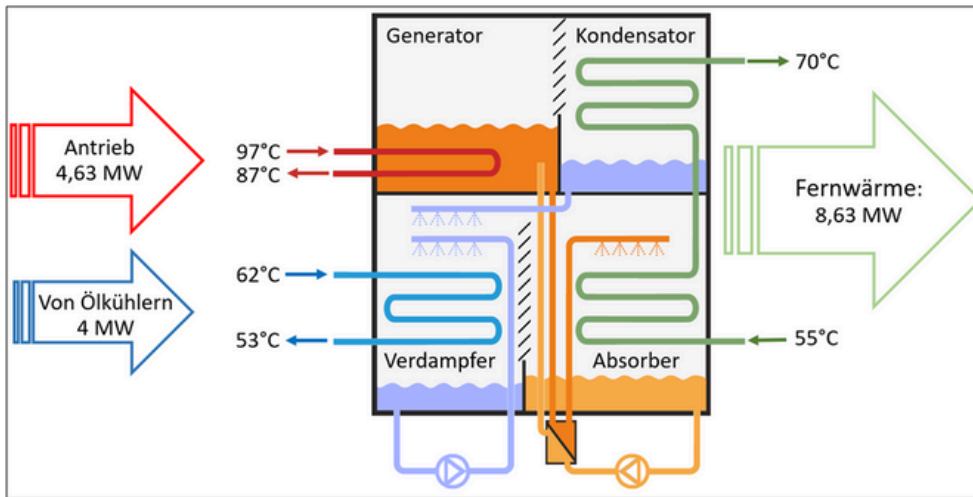


Abb. 2: Schematische Darstellung der techn. Auslegung der Absorptionswärmepumpe

Da im Sekundärkühlwasserkreis neben den Ölkühlern weitere Kühler eingebunden sind ist die gesamte Abwärme hier größer:

Sekundärkühlwasser	Energie (MWh)	Leistung (MW)	Temperatur (°C)	Massenstrom (t/h)
GuD1A	17000 MWh	4,2 MW	26-4 °C	800 - 600 t/h
GuD1B	9000 MWh	4,0 MW	27-4 °C	680 - 300 t/h
RHKW	8000 MWh	1,3 MW	26 - 4° C	250 - 230 t/h
Summe				
Sekundärkühlwasserabwärmern	34000 MWh	9,5 MW		1130 t/h

Da für die Nutzung der Abwärme mit diesem Temperaturniveau für den Antrieb auch nur 97°C Fernwärme zur Verfügung waren, war aufgrund der Physik der Absorptionswärmepumpe keine Auslegung möglich.

Ergebnisdiskussion

- Abwärmequelle: Ölkühlkreise mit 62 °C (Eintritt) → 52,9 °C (Austritt)
- Fernwärmeeinbindung: Rücklauf 55 °C → 70 °C (nach AHP)
- Antriebswärme: Fernwärmeeinlass 97 °C → 87 °C
- COP: 1,86
- Betriebsgewicht: 48 t, Abmessungen: 7.800 × 3.100 × 4.200 mm

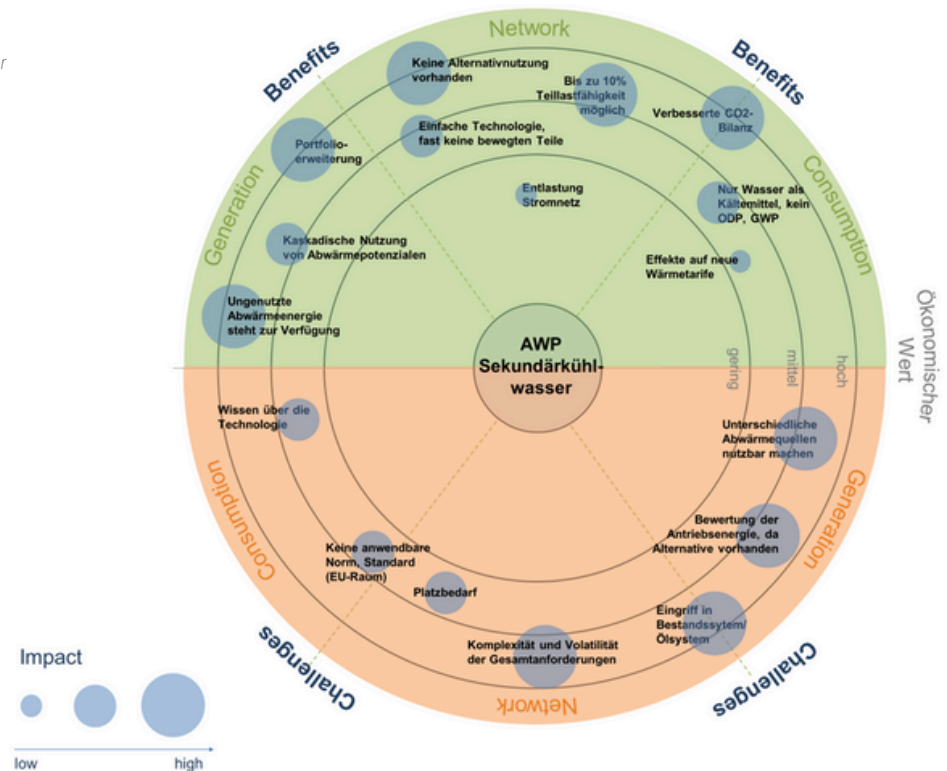
Temperaturniveau	Effizienz	Sekundärkühlwasser
Technisch war die Integration möglich, allerdings ist das Temperaturniveau des verfügbaren Antriebs (97 °C) limitierend.	Mit höherer Antriebstemperatur hätte sich eine robustere Auslegung erzielen lassen, sodass eine deutliche Steigerung des COP und damit eine bessere Wirtschaftlichkeit erreichbar gewesen wäre.	Im Sekundärkühlwasserkreis wären zusätzlich über 20 MW Abwärme potenziell verfügbar gewesen. Aufgrund der thermodynamischen Grenzen der AHP konnte dieses Potenzial in der geplanten Konfiguration jedoch nicht vollständig genutzt werden.

Ökonomischer Diskurs

Die ökonomische Bewertung von Absorptionswärmepumpen erfordert eine differenzierte Betrachtung. Einerseits ist die Wärmequelle aus den Ölkühlern kostenfrei und damit ein erheblicher Vorteil gegenüber fossilen Brennstoffen. Andererseits ist die Antriebswärme nicht kostenlos, sondern muss in die Kalkulation einbezogen werden. Wird sie aus Fernwärme oder Dampf bereitgestellt, entstehen Opportunitätskosten, da diese Energie auch für andere Zwecke, beispielsweise die Stromproduktion, genutzt werden könnte.

Die Ergebnisse des Business Radar machen diese Ambivalenz deutlich. Auf der einen Seite stehen erhebliche Vorteile: Die Technologie erschließt bislang ungenutzte Abwärmequellen, verbessert die CO₂-Bilanz und stärkt die Diversifizierung des Wärmesektors. Sie arbeitet mit Wasser als Kältemittel, das weder Ozonabbaupotenzial noch Treibhauswirkung besitzt, und sie entlastet durch ihre thermische Antriebsweise das Stromnetz. Auf der anderen Seite gibt es gewichtige Herausforderungen: Der Platzbedarf solcher Anlagen ist hoch, die Integration in Bestandsstrukturen komplex und der Mangel an EU-weit harmonisierten Normen erschwert die Standardisierung. Hinzu kommt die ökonomische Unsicherheit, wenn die Antriebswärme einen hohen Wert im bestehenden Energiesystem hat.

Abb. 3: Ergebnisübersicht Business-Radar
Absorptionswärmepumpe in der Anwendung für
Sekundärkühlwasser Kraftwerkspark



In der Praxis bedeutet dies, dass die Wirtschaftlichkeit stark schwankt. Bei günstiger Antriebswärme, etwa aus Biomasse oder Solarthermie, kann die AHP günstiger sein als fossile Wärmeerzeuger. Liegt die Antriebsenergie jedoch auf dem Preisniveau von Gas oder Strom, sinkt die Rentabilität deutlich. Dennoch bleibt der ökologische Nutzen erheblich: Jede vermiedene MWh Gas reduziert die Emissionen um rund 200 kg CO₂.

Die internationale Erfahrung zeigt, dass Absorptionswärmepumpen in der industriellen Abwärmenutzung eine Schlüsselrolle einnehmen können, wenn sie richtig eingebettet sind. [1]. Zudem zeigen die Ergebnisse des Business Radars, dass Förderinstrumente und politische Rahmenbedingungen entscheidend sind, um die Wirtschaftlichkeit zu verbessern, Investitionsrisiken zu senken und die Technologie in unterschiedlichen Anwendungen im Markt zu etablieren.

[1]: IEA-DHC (2021)

Schlussfolgerungen & Ausblick

Die Analyse zeigt, dass die Nutzung von Abwärme aus Sekundärkühlwasserkreisen mittels Absorptionswärmepumpen (AHP) ein technisches und ökologisches Potenzial bietet. Durch die Anhebung von Kühlkreistemperaturen auf Fernwärmeniveau können fossile Wärmeerzeuger substituiert und somit signifikante CO₂-Einsparungen erzielt werden. Mit einem typischen COP von 1,6–1,9 und vergleichsweise geringen Betriebskosten stellen AHPs eine ausgereifte und zuverlässige Technologie dar.



Gleichzeitig wurden die zentralen Grenzen deutlich:

- Die Integration erfordert hohe Antriebstemperaturen, die nicht in jedem Kraftwerkspark ohne Zielkonflikte (z. B. mit der Stromproduktion) bereitgestellt werden können.
- Der Umbau bestehender Kühlkreisläufe ist technisch komplex und muss mit den Turbinenherstellern abgestimmt werden, insbesondere im Hinblick auf Garantiefragen.
- Die Wirtschaftlichkeit hängt stark von den saisonalen Lastprofilen im Fernwärmenetz, den verfügbaren Förderungen und den lokalen Energiepreisen ab.

Nächste Schritte sind detaillierte Machbarkeitsstudien an geeigneten Standorten, die Umsetzung von Pilotanlagen sowie die Entwicklung von Hybridlösungen mit Hochtemperatur-Wärmepumpen, Biomasse oder Solarthermie. Parallel dazu sollten Fördermodelle und Geschäftsstrategien etabliert werden, um Investitionsrisiken zu mindern und die Technologie breiter in Fernwärmenetzen zu verankern.