



Factsheet

ANWENDUNG VON ABSORPTIONSKÄLTEANLAGEN FÜR KÄLTENETZE

Kurzfassung

Die Erzeugung von Kälte zur Klimatisierung ist die bekannteste Anwendung von Absorptionskälteanlagen. Dennoch gestaltet sich ihre Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu Kompressionskältemaschinen häufig schwierig. Besonders aber, wenn im Sommer überschüssige Wärme aus Müllverbrennungsanlagen oder industriellen Prozessen anfällt und keine anderweitige Nutzung möglich ist, bieten Lithiumbromid-(LiBr)-Absorptionskältemaschinen eine effiziente Möglichkeit, diese Energiemengen sinnvoll einzusetzen. Durch die Nutzung von Abwärme als Antriebsenergie können fossile Stromverbräuche reduziert, Lastspitzen im Stromnetz vermieden und die Ressourceneffizienz gesteigert werden. Absorptionskälteanlagen tragen damit sowohl zur ökologischen Optimierung als auch zur Diversifizierung der Kälteerzeugung bei. In Fernkältenetzen bieten sie insbesondere Vorteile bei der Grundlastabdeckung, wo kontinuierlich Kühlbedarf besteht. Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb ist jedoch eine hohe Auslastung über den Jahresverlauf sowie die Verfügbarkeit von günstiger bzw. überschüssiger Wärme.

Hintergrund & Herausforderung

Im Vergleich zu Fernwärmenetzen weisen Fernkältenetze bei gleichen Kundenanschlusswerten deutlich höhere Investitionskosten auf. Diese Mehrkosten müssen an die Kunden weitergegeben werden, was die Wirtschaftlichkeit erschwert. Gleichzeitig bieten Kältenetze die bekannten Vorteile leitungsgebundener Energieversorgungssysteme:

- zentrale Anpassung der Erzeugungsanlagen an verschiedene Energiequellen (Wärme, Strom)
- einfache Modernisierung entsprechend neuer technischer Standards, etwa im Hinblick auf die F-Gase- oder REACH-Verordnung
- Nutzung von Skaleneffekten durch die Vielzahl an Abnehmern mit unterschiedlichen Lastprofilen, wodurch die erforderliche Gesamterzeugungsleistung deutlich reduziert werden kann.

Funktionsweise und Einsatzmöglichkeiten von Absorptionskälteanlagen

Absorptionskälteanlagen eignen sich besonders für die Grundlastbereitstellung in Kältenetzen. Aufgrund ihrer vergleichsweise hohen Investitionskosten ist eine möglichst hohe Auslastung über den gesamten Jahresverlauf entscheidend. Dem steht jedoch gegenüber, dass die benötigte Antriebswärme saisonal bedingt vor allem im Sommer sinnvoll nutzbar ist, während sie im Winter besser für die Raumheizung eingesetzt wird.

Rolle von Absorptionskälteanlagen

Geringe Temperaturspreizung	Rückkühler oder Kühltürme
Absorptionskälteanlagen zeichnen sich durch geringe Temperaturspreizungen aus, was große Massenströme pro MW Kälteleistung erfordert. Dadurch sind Kältenetze üblicherweise deutlich kleiner dimensioniert als Fernwärmenetze.	In städtischen Gebieten, in denen Rückkühler oder Kühltürme in Gebäuden nicht installiert werden dürfen (z. B. aufgrund von Denkmalschutz), stellt Fernkälte oftmals die einzige Möglichkeit dar, Klimatisierungslösungen bereitzustellen.
Klimaschutz & Investition	Rücklauftemperaturen Fernwärme
Sie unterstützen die Klimaschutz- und Investitionsziele, indem sie hohe regenerative Anteile (Free Cooling und Absorption) ermöglichen sowie Abwärme zur Kälteerzeugung oder als Fernwärme nutzbar machen. Eine Herausforderung bleibt dabei die zeitliche Gleichzeitigkeit von Abwärmeaufkommen und Kältebedarf, die sich häufig nur in Übergangszeiten abbilden lässt.	Beim Einsatz in Verbindung mit Fernwärme ist das Ziel, möglichst niedrige Rücklauftemperaturen zu erreichen, um die Gesamteffizienz des Systems zu steigern.

Anwendung und technische Details

Absorptionskälteanlagen werden idealerweise in Kältenetzen zur Grundlastversorgung eingesetzt. Durch die Nutzung von überschüssiger bzw. kostenfreier Wärme können sie ökologisch und ökonomisch sinnvoll betrieben werden. Typische Einsatzbereiche sind:

- Rechenzentren mit konstantem Kühlbedarf,
- Büro- und Verwaltungsgebäude mit hohen Klimatisierungsanforderungen,
- hybride Systeme, in denen Absorption und Kompression kombiniert werden.

Technische Rahmenbedingungen

- Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb ist überschüssige und kostengünstige Antriebswärme.
- Aufgrund des relativ geringen COP (Coefficient of Performance) liegt der Rückkühlbedarf bei ca. dem 2,3-Fachen der Kälteleistung.
- Unterschiedliche Systemkonzepte verbessern die Effizienz und ermöglichen Flexibilität:
 - Minimierung der Antriebstemperatur bei Standardanlagen (Single Stage).
 - Serielle Schaltung mit Kompressionskältemaschinen: Vorkühlung durch Absorption, Feinkühlung bei tieferen Temperaturen durch Kompression.
 - Double-Lift-Anlagen: ermöglichen den Betrieb bei niedrigeren Rücklauftemperaturen, allerdings mit reduziertem COP.
 - Eigener Kühlkreis für Abnehmer mit höheren Kaltwassertemperaturen (z. B. Rechenzentren).

Temperaturbereiche

- Standard-Kaltwasseranwendungen: 14,5 → 5,5 °C.
- Mit leicht versalztem Verdampfer (Dichte 1,07 kg/l) sind auch Kaltwassertemperaturen bis 1 °C erreichbar.

Vorteile

- Reduzierung des Strombedarfs durch Substitution von Kompressionskälte.
- Nutzung vorhandener Wärmequellen, die andernfalls ungenutzt blieben.
- Beitrag zu Klimaschutz und Energieeffizienz.
- Erhöhung der Versorgungssicherheit durch Diversifizierung der Kälteerzeugung.

Anwendungsfall und Referenzsystem

Fallstudie: Kältezentrale Linz

Dieses Projekt verdeutlicht die Chancen und Herausforderungen beim Einsatz von Absorptionskälteanlagen in Kältenetzen:

- Abnehmer: Rechenzentrum und Bürogebäude
- Systemaufbau: Kombination aus Free Cooling, drei Kompressionskältemaschinen und einer Absorptionskälteanlage
- Rückkühlung: Nasskühlturm mit Temperaturspreizung 37 → 27 °C
- Antriebsquelle: Fernwärme mit 80 °C

Ergebnis: Die Absorptionskälteanlage wurde letztlich nicht umgesetzt, da im Sommer weder ausreichend überschüssige Abwärme verfügbar war noch ein wirtschaftlicher Vorteil gegenüber Kompressionskälte bestand

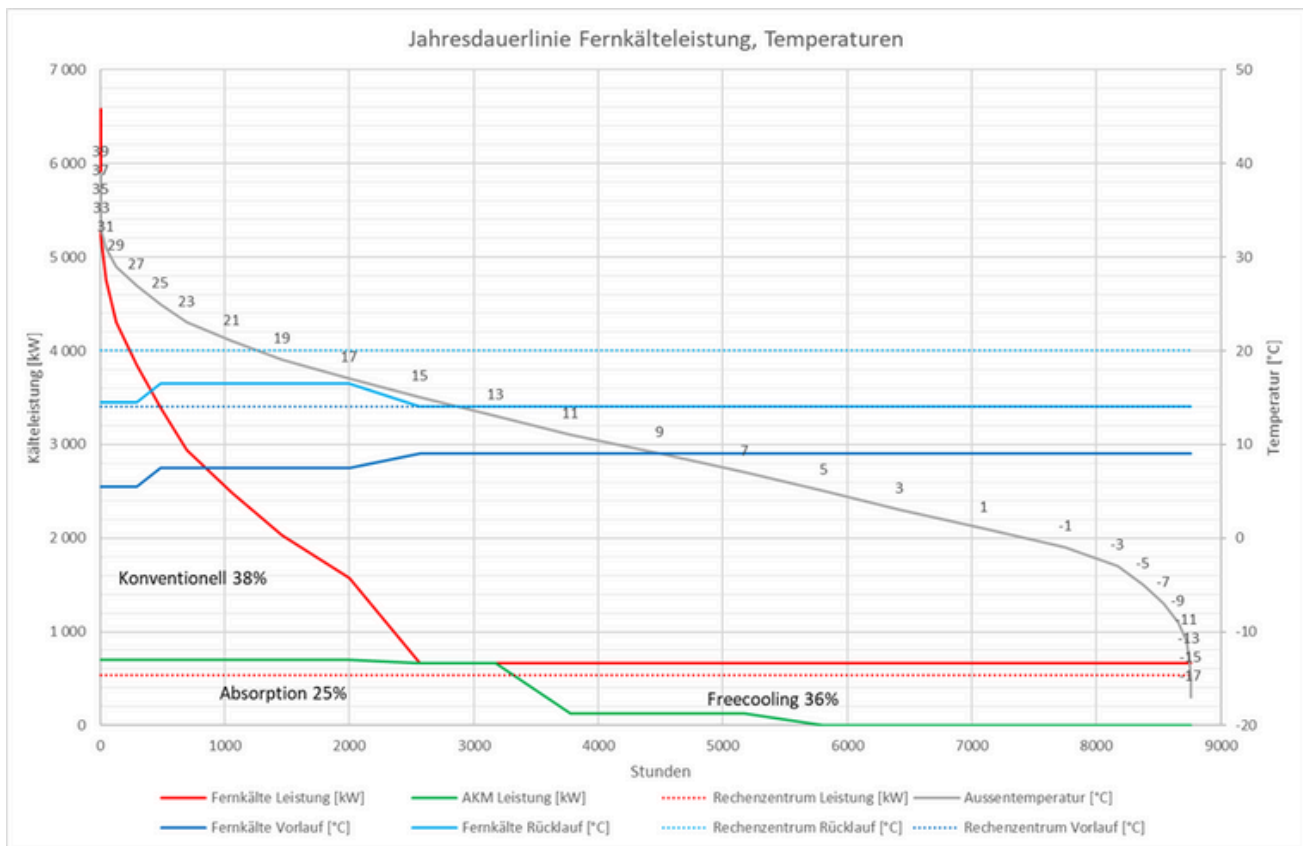


Abb. 1: Jahresdauerlinie Fernkälteleistungen, Use Case Linz

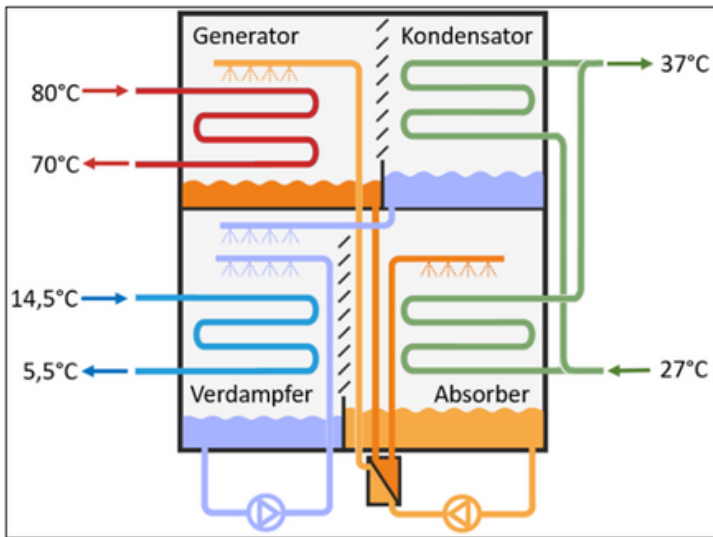


Abb. 2: Schematische Darstellung der Absorptionskälteanlage

Technische Daten LiBr-Absorptionskälteanlage

Kaltwasser	Kälteleistung	kW	700
	Min. Kälteleistung	kW	70
	Temperatur (Eintritt -> Austritt)	°C	14,5->5,5
	Volumenstrom	m ³ /h	66,8
	Max. Druckverlust	kPa	76
	Anschluss	DN (mm)	100
Kühlwasser (33% Glykol)	Temperatur (Eintritt -> Austritt)	°C	27->37
	Volumenstrom	m ³ /h	153
	Max. Druckverlust	kPa	165
	Anschluss	DN (mm)	150
Antriebswasser (Fernwärmenetz)	Antriebsleistung	kW	900
	Temperatur (Eintritt -> Austritt)	°C	80->70
	Volumenstrom	m ³ /h	79,3
	Max. Druckverlust	kPa	94
	Anschluss	DN (mm)	125
	COP		0,78±5%
	Abmaße LxBxH	mm	6400x1850x3300
	Betriebsgewicht	t	17,9
	Elektroanschluss		400VAC 20A

Ökonomischer Diskurs

Die Implementierung von Absorptionskälteanlagen ist stark von den Investitions- und Betriebskosten sowie von der Verfügbarkeit kostengünstiger oder überschüssiger Wärme abhängig. Die Investitionskosten liegen in der Regel höher als bei vergleichbaren Kompressionskältemaschinen. Wirtschaftlich interessant werden Absorptionslösungen insbesondere dann, wenn:

- **überschüssige Abwärme** aus industriellen Prozessen, Kraftwerken oder Müllverbrennungsanlagen kostengünstig zur Verfügung steht,
- **Förderprogramme** oder Investitionszuschüsse für klimafreundliche Technologien genutzt werden können,
- langfristig **Energiepreissteigerungen im Stromsektor** die Kosten für konventionelle Kompressionskälte erhöhen.

Betriebskosten sind aufgrund des geringen Strombedarfs niedrig, da lediglich Pumpen und Hilfsaggregate mit Elektrizität versorgt werden müssen. Der wesentliche Kostentreiber ist daher die Bereitstellung und Nutzung der Antriebswärme.

Ergebnisse Business-Radar

Das Business Radar zeigt, dass Absorptionskälteanlagen im Fernkälteumfeld sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile aufweisen:

- Nutzung verfügbarer Abwärmequellen senkt Primärenergiebedarf und steigert Ressourceneffizienz.
- Entlastung des Stromnetzes (Netzleistung und Netzzugang), insbesondere bei hohen sommerlichen Spitzenlasten.
- Reduktion von Strombedarf und CO₂-Emissionen, positive Effekte auf den Strompreis durch Lastglättung.
- Hohe Akzeptanz im Gebäudebereich durch geringe Lärmemissionen, kaum Vibrationen und eine einfache, robuste Technologie mit wenigen bewegten Teilen.
- Technisch können bis zu 20 % Teillastfähigkeit erreicht werden, neue Kälteverfahren sind realisierbar, und Kaltwassertemperaturen von 2 °C sind ohne Effizienzverluste erreichbar.

Das Business Radar macht somit deutlich, dass Absorptionskälteanlagen im ökonomischen Diskurs keine Standardlösung sind, sondern eine gezielte Nischenstrategie erfordern. Ihr wirtschaftlicher und ökologischer Wert ist hoch, wenn die Rahmenbedingungen passen (kontinuierlicher Kühlbedarf, kostengünstige Wärme, Förderumfeld). Bei ungünstigen Bedingungen (keine Abwärme, hohe Investitionskosten, begrenzter Platz) überwiegen die Herausforderungen.

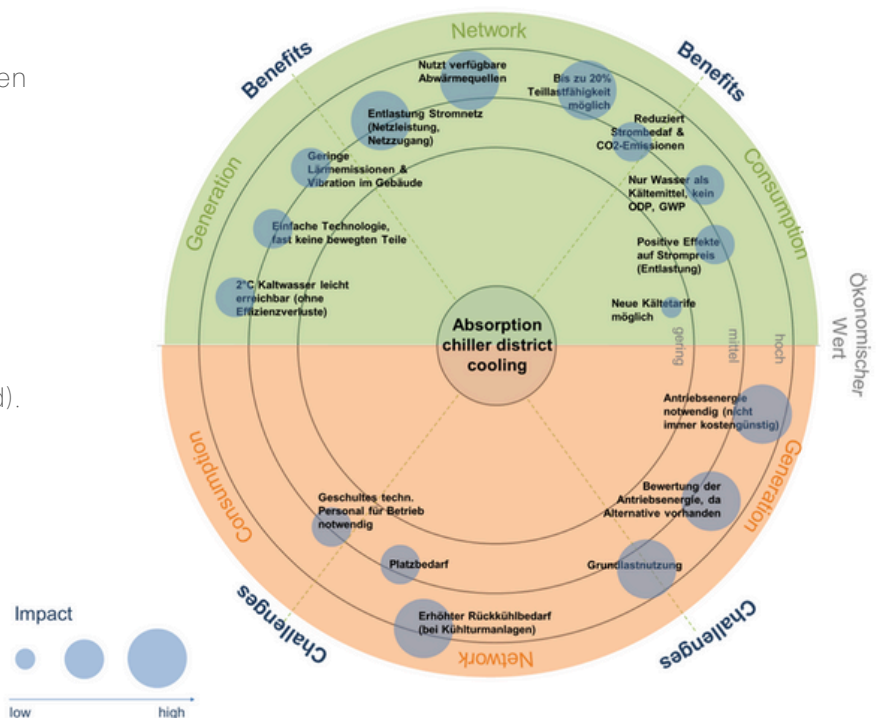


Abb. 3: Ergebnisübersicht Business-Radar Absorptionskälteanlage

Schlussfolgerungen & Ausblick



Absorptionskälteanlagen sind ein wertvoller Baustein für eine nachhaltige Kälteversorgung, jedoch keine universelle Lösung. Ihr Einsatz lohnt sich vor allem dort, wo überschüssige Wärme systematisch anfällt und in anderen Sektoren nicht genutzt werden kann. Dadurch wird die Energieeffizienz im Gesamtsystem gesteigert, und es eröffnen sich neue Geschäftsmodelle für Fernwärmeversorger, die ihre Netze auch für Kälteanwendungen einsetzen möchten.

Gleichzeitig bestehen klare Grenzen: Hohe Investitionskosten, die Abhängigkeit von konstanten Wärmequellen und der im Vergleich niedrige COP machen die Technologie nicht in jedem Umfeld wirtschaftlich tragfähig. Hier sind gezielte Förderinstrumente sowie innovative Kombinationen mit anderen Technologien (Free Cooling, saisonale Speicher, Power-to-Heat, Niedertemperatur-Fernwärme) entscheidend, um Potenziale zu heben.

Die Weiterentwicklung von hocheffizienten Anlagentypen sowie der verstärkte Einsatz im Zusammenspiel mit Fernwärme und industrieller Abwärme könnten die Technologie zu einem wichtigen Element der Energiewende machen.