

Kleine Absorptionskältemaschinen

Sinnvolle Kopplung: Kälte aus Fernwärme

✓ KOMPAKT INFORMIEREN

Gut gedämmte Nichtwohngebäude haben im realen Betrieb nur noch eine geringe Heizlast. Dafür steigt die Kühllast und die Kühlperiode verlängert sich.

Über Absorptionskältemaschinen kann das Wärmelastprofil von Nah- und Fernwärmenetzen bzw. KWK-Anlagen in der Übergangs- und Sommerzeit aufgefüllt werden.

Die Betriebsweise von Absorptionskältemaschinen kann abweichend von sonst üblichen Einsatzbedingungen an die Erfordernisse von Fernwärmesystemen angepasst werden.



MEHR INFOS ZUM THEMA

IM TGA DOSSIER SORPTION:

Auf www.tga-fachplaner.de einfach **WEBCODE 1033** eingeben oder unterwegs scannen:



Kälteerzeugung mittels Fernwärme ist in Deutschland eher noch eine Ausnahme. Durch den Trend zu Kraft-Wärme-Kopplung und den wachsenden Bedarf an preisattraktiver Minutenreserveleistung durch BHKW lässt sich die Wirtschaftlichkeit von thermisch angetriebenen Kälteprozessen jedoch künftig einfacher darstellen. Ein Beispiel aus Gießen: Dort werden das im 13. Stockwerk gelegene Dach-Café sowie eine Arztpraxis im Sommer künftig mittels einer über Fernwärme angetriebenen Absorptionskältemaschine klimatisiert.



Gewerblich genutzte Gebäude nach EnEV-Standard müssen immer weniger beheizt, dafür aber oft schon in der Übergangszeit gekühlt werden. Dies gilt besonders für Neubauten mit einem hohen Fensterflächenanteil, die sich im Sommer wegen des hohen Wärmeschutz-Standards durch innere und äußere Wärmelasten überdurchschnittlich schnell aufheizen. So liegt die Heizlast von Bürogebäuden oft nur noch bei 20 bis 30 W/m², der Kühlbedarf dagegen bei 38 bis 50 W/m². Diese Verschiebung hat zur Folge, dass sich die Heizperiode verkürzt, die Kühlperiode verlängert und schon bei Außentemperaturen dicht über dem Gefrierpunkt beginnt.

Die Umsetzung der EnEV und das Vordringen regenerativer Energien zeigen bereits Wirkung auf den Erdgasmarkt. So ging der Erdgasabsatz seit dem Höchstwert im Jahr 2005 kontinuierlich zurück. Viele Stadtwerke stehen des-

halb vor der Frage, ob sich die Erschließung von neuen Stadtteilen mit Erdgasleitungen überhaupt noch wirtschaftlich darstellen lässt oder ob es langfristig nicht nachhaltiger und ökonomischer ist, die zunehmend auf Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) basierende Fernwärme weiter auszubauen.

Vor diesem Dilemma stehen auch die Stadtwerke Gießen, die ihr Fernwärmenetz seit Beginn des Ausbaus im Jahr 1982 inzwischen auf rund 160 Trassen-Kilometer ausgebaut haben und rund 79 % ihres Fernwärmebedarfs mit Kraft-Wärme-Kopplung abdecken. Matthias Funk, Abteilungsleiter Wärmeversorgung der Stadtwerke Gießen AG, beschreibt die Perspektive der Fernwärmeversorgung in Gießen so: „Unser Ziel ist eine Erhöhung der Fernwärmedeckungsrate von derzeit 43 bis 44 % auf rund 70 %. Aktuell erweitern wir unser Fernwärmenetz jährlich um fünf bis sieben Trassen-Kilometer.“

WICHTIG FÜR TGA-PLANER, ANLAGENBAUER UND BAUHERREN

TGA-PLANER: Das Potenzial für die Kälteerzeugung aus Wärme ist sehr groß, der Markt ist aufgrund von Wissensdefiziten jedoch noch sehr klein. Erprobte und standardisierte Technik ist verfügbar. TGA-Fachplanern bietet sich somit die Chance, ein eigenes Kompetenzfeld aufzubauen.

ANLAGENBAUER: Die Effizienz einer Absorptionskältemaschine hat eine sehr hohe Abhängigkeit von der hydraulischen und regelungstechnischen Integration. Ohne fundierte Planung drohen Haftungsrisiken.

BAUHERREN: Die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung ist aus mehreren Blickwinkeln sehr attraktiv. Höheren Anfangsinvestitionen stehen geringe Betriebskosten gegenüber. Bei der Nutzung von Fernwärme werden positive Effekte bei der Stromerzeugung vornehmlich extern wirksam, sodass auch die Kältelieferung für Abnehmer und Anbieter wirtschaftlich sein kann.



Wolfgang Schmid
ist freier Fachjournalist
für Technische Gebäudeausrüstung,
München, wsm@tele2.de



Bild: Städtische Wohnbau Gießen

❶ Das Hochhaus am Ludwigsplatz 11 in Gießen wird seit 50 Jahren vom Dach-Café „gekrönt“. Nach umfangreicher Renovierung des Gebäudes wurde das Restaurant im August 2010 neu eröffnet. Für die Stadtwerke Gießen ist die Klimatisierung des zur städtischen Wohnbau Gießen GmbH gehörenden Dach-Café-Gebäudes ein Pilotprojekt, um Erfahrungen mit Klein-Absorptionskältemaschinen im Fernwärmenetz zu sammeln.

Funk hält es unter den gegebenen Umständen auf dem Wärmemarkt und unter Berücksichtigung des stetig steigenden Gebäudeenergiestandards für sinnvoll, seinen Kunden vermehrt „Warmenergie“ zur Verfügung zu stellen und die „Kaltenergie“, sprich das Gasnetz, dort wo es sich wirtschaftlich nicht mehr lohnt, zurückzubauen. „Wir sind gezwungen, das teilweise sehr alte Gasnetz aus Kokillengussrohren zu erneuern oder durch Fernwärme zu ersetzen. Gleichzeitig denken wir natürlich auch darüber nach, wie wir die zweifelsohne vorhandenen Wärmeüberschüsse unseres Fernwärmesystems im Sommer besser nutzen. Dabei könnten aus meiner Sicht mit Fernwärme angetriebene Absorptionskältemaschinen kleiner Leistung künftig maßgeblich zur Verbesserung der Energieeffizienz unseres Fernwärmesystems beitragen.“

Pilotprojekt „Dach-Café“

Die Funktionsweise und Vorzüge von Fernwärme-angetriebenen Absorptionskältemaschinen (AKM) sind bei den Stadtwerken Gießen (SWG) längst bekannt, allerdings ging es bisher um größere Leistungen, beispielsweise um 2×500 kW Kälteleistung für die Sparkasse Gießen, um einen 3,8-MW-Heißwasser-Absorber sowie einen 4-MW-Dampf-Absorber im Heizkraftwerk der Universität Gießen.

Da die SWG künftig „Kälte“ verstärkt als Dienstleistung zu festen Konditionen anbie-

ten will, startete der Versorger ein Pilotprojekt mit der stadt-eigenen Genossenschaft Wohnbau Gießen GmbH, die Mitte 2009 mit der Grundsanierung des 13 Stockwerke umfassenden Dach-Café-Gebäudes ❶ in der Gießener Innenstadt begann. „Wir wollten mit dem Klein-Absorber-Projekt ein Exempel statuieren und Erfahrungen mit kompakten Absorptionskältemaschinen sammeln. Da ist es von Vorteil, wenn Initiator und Nutzer geschäftlich miteinander verbunden sind“, erklärt Funk die Entscheidung für das Dach-Café-Projekt. „Die Wohnbau Gießen ist sehr innovativ, da lag es nahe, das mit Fernwärme versorgte Gebäude als Pilotanlage auszuwählen.“

Kurz- und mittelfristig viele Vorteile

Um die künftigen Nutznießer der dezentralen Kälteversorgung – den Pächter des Dach-Cafés und den Mieter der Arztpraxis – von diesem Vorhaben zu überzeugen, wurden in mehreren Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen konventionelle, elektrisch angetriebene Kälteerzeuger der mit Fernwärme angetriebenen Absorptionskältemaschine ❷ gegenübergestellt. Folgende Szenarien wurden durchgespielt:

- Strom wird per KWK produziert, dabei fällt Wärme in ausreichender Menge an. Insbesondere im Sommer, wenn kaum Heizwärme abgenommen aber Kälte benötigt wird, gibt es ein Überangebot an Wärme, das bislang kaum genutzt wird.

Bild: Yazaki



Bild: Yazaki

2 Trotz beengter räumlicher Verhältnisse ließ sich die kompakte Yazaki-Absorptionskältemaschine (105 kW Nenn-Kälteleistung) nachträglich noch gut in den vorhandenen Raum der FW-Übergabestation einbauen. Alle Pumpen- und Ventilatorenantriebe der AKM und des Rückkühlers sind drehzahl-geregelt. Das verbessert die Leistungszahl der AKM und vergrößert die Auskühlung im Fernwärmenetz.

- KWK-Anlagen werden künftig verstärkt in die Beschaffung von Regelleistung, der sogenannten Minutenreserve, eingebunden. Mit diesem zeitlich begrenzten Stromangebot sollen fluktuierende Strommengen aus Wind- und PV-Anlagen kompensiert werden. Mit der Minutenreserve lassen sich erheblich höhere Erlöse (6-fach und höher) erzielen als mit normalem Tarifstrom. Die parallel anfallende Wärme kann zur Grundlastversorgung in das Fernwärmenetz eingespeist werden. Pufferspeicher vor Ort, entweder auf der Fernwärmeseite oder auf der Kaltwasserseite, sorgen für eine Entkopplung der Absorptionskältemaschine vom Wärmeangebot des Fernwärmenetzes bzw. speichern Kälte auf Vorrat für das Klima- bzw. Raumkühlsystem.
- Mit der Umsetzung von Smart-Meter- und Smart-Grid-Funktionen gewinnt das Thema fluktuierende Energieangebote und damit das Thema Minutenreserve weiter an Bedeutung. Damit wächst der monetäre Anreiz für KWK-Anlagenbetreiber, positive Reserveleistung zur Verfügung zu stellen.
- Die Kälteerzeugung mittels Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung verbessert die Primärenergiebilanz eines Fernwärmesystems und senkt den Primärenergieverbrauch eines

Gebäudes signifikant. Dadurch können die Vorgaben des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes, der Energieeinsparverordnung sowie von Green-Building-Zertifikaten einfacher erreicht werden.

Dezentrale Kälte als Dienstleistung

Funk ist überzeugt, dass nun der richtige Zeitpunkt gekommen ist, die thermische Kälteerzeugung mittels Fernwärme neu zu bewerten: „Die Zeit der Beliebigkeit von Stromeinspeisung und Stromentnahme nähert sich dem Ende. Wir sollten deshalb die aus der Kraft-Wärme-Kopplung zur Verfügung stehende Wärme möglichst ganzjährig nutzen, also auch zur Erzeugung von Kälte im Sommer.“ Noch nicht abschließend geklärt sei, wie man die Wärmeüberschüsse durch KWK-Anlagen im Sommer monetär bewertet.

Die Stadtwerke Gießen lösen das Problem vergleichsweise hoher Investitionskosten und niedriger Betriebskosten von AKM, indem sie ihren Kunden Kälte als Dienstleistung anbieten, das heißt, der Verbrauch an Kälte wird gegenüber dem Kunden in Kilowattstunden verrechnet. „Damit entsteht eine Win-Win-Situation: Es ist sowohl uns als Fernwärmelieferant gedient als auch dem Kunden, der Kälte beziehen kann, ohne zu investieren und sich um eine Anlage kümmern zu müssen“, sagt Funk.

Energie-Konzept für das Dach-Café

Alle Wohnungen im komplett sanierten Gebäude „Dach-Café“ (49 Ein-, 36 Zwei- und 6 Drei-Zimmerwohnungen) werden über Fernwärme statisch beheizt. Kühlung ist ausschließlich für das etwa 400 m² große Dach-Café (Restaurant) im 13. Stockwerk und die Arztpraxis (285 m²) im 2. OG vorgesehen. Die vom Yazaki-Vertriebspartner GasKlima, Erlensee, gelieferte Absorptionskältemaschine (AKM) mit 105 kW Nenn-Kälteleistung verfügt über genügend Reserven, künftig auch Büros im Nebengebäude mit Kälte zu versorgen.

Um die vergleichsweise niedrige Temperatur des Fernwärmenetzes von 80 °C bestmöglich zu nutzen, ist die AKM direkt an das Fernwärmesystem angeschlossen und wird auch direkt über den Vordruck der zentralen Fernwärmepumpe versorgt. Auf der Kaltwasserseite arbeitet der Absorber auf einen Pufferspeicher, der über ein Zweileiternetz die Umluft-Kühlgeräte und das Zuluftgerät im Dach-Café sowie die Umluftkühlgeräte in der Arztpraxis mit Kälte beliefert.

Eine Besonderheit bei der Einbindung des Absorbers in das Regelungskonzept ist die Hydraulik. Während der AKM-Hersteller Yazaki eine Schaltung mit konstantem heißwasserseitigem Volumenstrom und variabler Vorlauftemperatur empfiehlt, entschlossen sich die Ingenieure der Stadtwerke Gießen aufgrund der Empfehlung von GasKlima zu einem Anschluss der Maschine mit variablem Volumenstrom und konstanter Vorlauftemperatur.

Willi Schwarz **3**, HLK-Techniker und Betriebswirt der SWG, erklärt die Abweichung von der Herstellerempfehlung so: „Mit unserer Schaltung sparen wir eine zusätzliche Pumpe und damit auch elektrische Antriebsenergie ein. Damit erreichen wir eine sehr große Auskühlung des Rücklaufs, die – nach ersten Erfahrungen – bei bis zu 35 K unter der Vorlauftemperatur liegen kann. Da wir über den Heizwasservolumenstrom direkt die Kaltwassermenge ausregeln, kommen wir im anlagentypischen Teillastbetrieb auf eine außergewöhnlich hohe Auskühlung, die – exergetisch betrachtet – für ein Fernwärmesystem ideal ist.“ Der große Temperaturunterschied ist ungewöhnlich für Absorptionskältemaschinen kleiner Leistung, die sonst mit eher geringen Temperaturdifferenzen arbeiten.

Drehzahlregelung für Rückkühler

Auch bei der regelungstechnischen Einbindung des Rückkühlers, ein in einem Nebengebäude integrierter Nasskühlturm von Gohl mit aufgesetztem Schwadenregister, gingen die Fernwärmespezialisten eigene Wege. Statt mit konstanter Drehzahl laufen alle Antriebe, also Um-



3 Willi Schwarz ist voll des Lobes über die Anpassungsfähigkeit der Yazaki-Absorptionskältemaschine an die spezifischen Anforderungen eines Fernwärmenetzes mit KWK: „Wir erreichen im Teillastbetrieb eine Temperaturdifferenz von 35 K.“

wälzpumpe für den Rückkühlkreislauf und Kühl-
turmventilator drehzahlvariabel. „Die Dreh-
zahlregelung des Kühlturnkreislaufs in Abhän-
gigkeit der Kühlwassertemperatur reduziert
die Wasserverdunstung und damit die Aufsal-
zung. Das erspart uns Energie für den Betrieb
von Pumpen und Ventilatoren und vermindert

die Reinigungsintervalle“, sagt Schwarz. Bei Re-
gen reiche die adiabate Kühlung häufig aus, die
Absorberabwärme ohne zusätzlichen Lüfterbe-
trieb abzuführen.

Da es sich um den ersten Klein-Absorber im
SWG-Fernwärmegebiet handelt, werden alle
wichtigen Daten und Parameter von einer Indus-

trie-SPS erfasst und mitgeschrieben. „Wir wollen
mit der Anlage so viel wie möglich an Erfahrung
sammeln“, sagt Schwarz. „Deshalb wird der COP
[Coefficient of Performance, Leistungszahl] per-
manent mitgeschrieben und monatlich bilan-
ziert.“ Funk und Schwarz sind schon jetzt über-
zeugt, dass dezentrale Klein-Absorber in Fern-
wärmenetzen künftig einen festen Platz fin-
den werden. Schwarz: „Nun geht es darum, un-
sere Fernwärmekunden von der Wirtschaftlich-
keit und Nachhaltigkeit einer solchen Lösung zu
überzeugen. Dazu brauchen wir jedoch auch die
Unterstützung der TGA-Fachplaner und der Her-
steller von Absorptionskältemaschinen, die die-
ser Anwendung noch zu wenig Bedeutung bei-
messen.“ Auch bei der Regelung der Maschinen
müsse man neue Wege gehen. Schwarz: „Viele
AKM-Anlagen werden leider mit 5 bis 8, maximal
10 K Auskühlung gefahren. Die Yazaki-Maschi-
ne schafft mit unserem Regelungskonzept eine
Temperaturdifferenz von 35 K. Wir sind also auf
dem richtigen Weg.“

•
www.yazaki-europe.com
www.gasklima.de
www.stadtwerke-giessen.de