

Abgas aus Pflanzenöl-BHKW treibt zweistufige Absorptionskältemaschine an

Wolfgang Schmid, München

Der Betrieb von Eissporthallen gilt als energieintensiv. Aufgrund explodierender Energiepreise lohnt es sich, auch neuere Hallen energetisch zu optimieren. In der erst im Jahr 2004 eröffneten Hacker-Pschorr-Arena in Bad Tölz wurde deshalb das raumluftechnische Konzept überarbeitet und die Anlage mit einem Pflanzenöl-BHKW mit Abgas-angetriebener zweistufiger Absorptionskältemaschine nachgerüstet.

Die Nachrüstung der Eissporthalle in Bad Tölz senkt die Bezugsleistung an Strom und Erdgas und verbessert die Effizienz der Kälteerzeugung für die beiden Kunsteisbahnen. Eine Besonderheit: Durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe für die Stromerzeugung sowie die Nutzung von Förderungen aus KWKG-Gesetz und EEG ergibt sich bei den Stromkosten für den Betreiber eine Einspeiserückvergütung von rund 19 Cent pro Kilowattstunde.

Autor



Dipl.-Ing. Wolfgang Schmid, Fachjournalist für Technische Gebäudeausrüstung, München. wsm@netsurf.de



Die Wärmeauskoppelung aus dem BHKW zum Heizen und Kühlen ist dadurch quasi umsonst.

Die gestiegenen Energiekosten machen es erforderlich, Anlagenkonzepte, die noch vor ein paar Jahren als Stand der Technik bzw. als wirtschaftlich vertretbar galten, heute in Frage zu stellen. Das betrifft insbesondere Gebäude mit hochenergetischen Prozessen, zum Beispiel mit Vollklimaanlagen, Kälteerzeugung oder Lufttrocknung. Zu dieser Kategorie zählen auch ganzjährig genutzte überdachte Eissportarenen wie die Eishalle „Hacker-Pschorr-Arena“ des Oberligisten EC Bad Tölz (Bild 1). Seit der Eröffnung im Frühjahr 2004 bis Ende 2007 haben sich dort die Energiekosten für Strom und Gas quasi verdoppelt. Neben dem spezifisch hohen Energieverbrauch für die Eisproduktion und die Luftkonditionierung machten der städtischen Betreibergesellschaft vor allem die hohen Leistungsspitzen, ergo die Leistungspreise für Strom und Erdgas zu schaffen. Wird beispielsweise das festgelegte Maximum an Strombezugsleistung über einen Zeitraum von nur 15 Minuten überschritten, kostet dies dem Betreiber pro Kilowatt fortan 7,78 Euro pro Monat, auch wenn an allen anderen Tagen im Monat der Leistungsbezug niedriger liegt. Auch der überdurchschnittlich hohe Gasverbrauch für die Heizung und – eine Besonderheit des Raumluftechnisches – für die Trocknung der Hallenluft erschien dem Betreiber

Bild 1

Eissporthallen gelten als energieintensiv. Eine energetische Optimierung lohnt sich fast immer

auf Dauer als wirtschaftlich nicht akzeptabel. Die Stadt Bad Tölz als Eigentümerin der Arena entschloss sich deshalb zum Einbau eines BHKW sowie für eine Überprüfung des Raumluftechnisches, verbunden mit einer Optimierung der Regelungsprozesse. Gleichzeitig sollte die Optimierungsmaßnahme auf der Anlagenseite dazu genutzt werden, ein günstigeres raumluftechnisches Umfeld für die Bauwerkserhaltung der Leimbinder-Dachkonstruktion zu schaffen.

Luftentfeuchtung durch Kondensation statt Sorption

Eine wesentliche Ursache des hohen Energieverbrauchs der beiden Eissporthallen mit jeweils 60 x 30 m großen Eisflächen war die Luftentfeuchtung mittels gasbefuerter Sorptionsräder (Bild 2), die zu hohen Energieverlusten über die Regenerationsluft sowie zu einer nicht einkalkulierten Erwärmung der Hallenluft über den Rotationsfeuchtauscher führte. Hinzu kam die auf die Eisfläche ausgerichtete Luftführung, die den üblicherweise stabilen Kaltluftsee über der Eisfläche innerhalb der Banden



Bild 2

Die Entfeuchtung der Hallenluft mittels Sorptionstrockner erwies sich als energieintensiv

störte und damit einen zusätzlichen Stromverbrauch bei der Eisbereitung auslöste.

Schnell zeichnete sich ab, dass eine effizientere Luftentfeuchtung nur durch die Nachrüstung einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Kälteregister zur Kondensation der feuchten Zuluft zu erreichen ist. Diese Lösung hätte aber wegen des dafür notwendigen Flüssigkeitskühlsatzes zu einer weiteren Erhöhung des Strombezugs geführt. Damit war klar, dass die Abwärme des ohnehin vorgesehenen BHKW zur Kälteerzeugung herangezogen werden muss, will man von den hohen Lastspitzen herunterkommen. Angedacht war zunächst ein Warmwasser-angetriebener Absorber, der allerdings nur eine Leistungszahl von 0,70 bis 0,75 erreicht hätte.

Aufgrund einer Veröffentlichung [1] über eine Abgas-angetriebene doppelstufige Absorptionskältemaschine beim Bankkarten- und Chipkarten-Hersteller Giesecke & Devrient in München, wurde der Anlagenbauer, die Wärmebetriebs-

und Anlagentechnik Oberland GmbH, Benediktbeuern, auf diese Option aufmerksam, die bis dato in Deutschland eher selten ist, aber aufgrund der veränderten Rahmenbedingungen, wie Einspeiserückvergütung, Rückerstattung von Teilen der Erdgassteuer bzw. „Nawaro-Bonus“ für den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen, nun mehr Beachtung findet.

Nachdem sichergestellt war, dass die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung nicht nur mit Erdgas, sondern auch mit einem Pflanzenöl-BHKW (Bild 3) funktioniert und der Hersteller „Broad“ (Vertrieb Fa. GasKlima, Erlensee) dafür auch eine Maschine mit optimierten Wärmeaustauschern anbietet, wurde diese Option mit in das Gesamtkonzept aufgenommen. Durch die hohe Leistungszahl von 1,32 bis 1,35 der zweistufigen Lithium-Bromid/Wasser-Absorptionskältemaschine steht genügend Kälteleistung für die Luftentfeuchtung über „Kondensationskühler“ zur Verfügung (Bild 4). Mehr noch: In den Sommermonaten sind genügend Reserven vorhanden, auch die

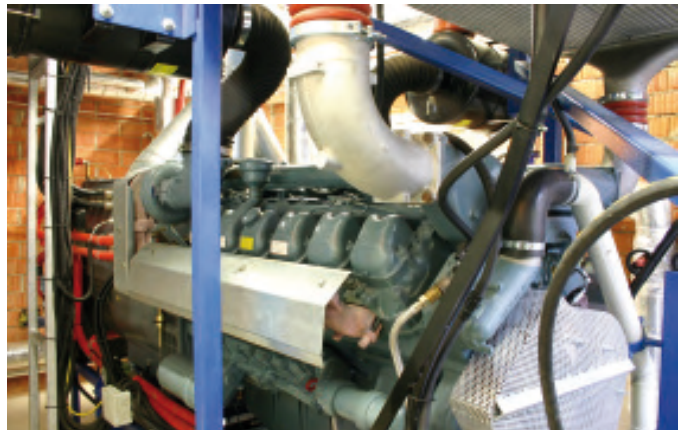


Bild 3

Das Pflanzenöl-BHKW senkt den Bezug von Spitzenstrom und liefert ganzjährig „kostenlose“ Wärme für Heizung und den Antrieb der Absorptionskältemaschine

Rückkühlung der Heißgase der Kältemaschinen für die Eiszerzeugung zu übernehmen bzw. zu unterstützen. Da die BHKW-Abgaswärme quasi umsonst anfällt und damit auch die Kälte zum Nulltarif zur Verfügung steht, ist dieser Kniff gerechtfertigt. Auch der Erbauer der Eisbahn willigte ein, immerhin können durch diese Schaltung (Bild 5) rund 80 kW Stromleistung für die Rückkühlung eingespart werden. Damit stand der Sanierung der RLT-Anlagen bzw. der Optimierung der Kälteanlage für die Eiszerzeugung nichts mehr im Wege. Folgende Maßnahmen wurden durchgeführt:

- Nachrüstung eines Zu-/Abluftgerätes (Bild 6) mit Wärmerückgewinnung und Kälteregister zur Entfeuchtung; Verbindung mit dem vorhandenen Zuluft-/Entfeuchtungsgerät, das jetzt als „Ventilatorgerät“ arbeitet
- Stilllegung der Sorptionsentfeuchtung (nur noch als Redundanz)
- neue Abluftführung am Scheitelpunkt des Daches (Leimbinder-Konstruktion), dadurch auch Verbesserung der Bauwerkserhaltung



Erst mieten – dann kaufen!

Service-Ruf +49 180-5-266 536

www.CoolEnergy.eu



COOLENERGY



Bild 4

Absorptionskältemaschine und Kühlturm sind platzsparend in einem Container (Package) installiert, der ggf. auch im Freien aufgestellt werden kann

und gezielteren Luftführung heute kein Thema mehr.

Wirtschaftlicher durch Pflanzenöl-BHKW

Um eine möglichst hohe Wirtschaftlichkeit für das BHKW zu erreichen, wurde vom Halleneigentümer wie auch vom Planer eine Lösung mit Pflanzenöl angestrebt. Da es für die Konstellation Pflanzenöl-BHKW und direktbefeuerte Absorptionskältemaschine mit gleichzeitiger Wärme- und Kälteauskoppelung bis dato keine Vorbilder gab, war eine enge Abstimmung mit dem Broad-Vertriebspartner GasKlima notwendig. Zur Absicherung der Entscheidungsfindung wurde der chinesische Hersteller mit einbezogen, insbesondere wegen möglicher Ablagerungen im Rohrbündelwärmetauscher des Absorbers. Wegen der Brennstoff-bedingt notwendigen häufigeren Reinigungsintervalle – etwa alle 8 bis 10 Wochen – wurden seitens Broad Rohrbündelwärmetauscher mit stärkeren Rohren eingebaut. Die Vermeidung von Ablagerungen ist aber in erster Linie

□ Ausrichtung der Zuluftführung in Richtung Tribünen, dadurch ungestörter Kaltluftsee auf der Eisfläche (**Bild 7**) innerhalb der Banden

□ neues energiesparendes Regelungskonzept für die beiden Hallen nach h/x-Diagramm unter Einbeziehung der Außenluftfeuchte mit zusätzlichen Feuchtefühlern als unterstützende Maßnahme zur Bauwerkserhaltung.

Durch das neue Anlagen-/Regelungskonzept des Systemhauses Stöcker + Döring GmbH, Karlsfeld bei München

liegen die Hallentemperaturen jetzt bei 12 bis 15 °C bzw. bei 40 bis 50 % relativer Feuchte (Optimum: 40 bis 43 % r.F.). Direkt über dem Eis werden etwa 2 °C gemessen, an der Bandenoberkante etwa 8 °C. Die Temperatur der Eisoberfläche liegt bei -4 bis -5 °C. Durch die Sanierung konnte die Innentemperatur in den Hallen um rund 3 bis 4 Grad abgesenkt werden, was auch die Eiserzeugung entlastet. Die früher in der Übergangszeit oft erhöhte Hallenluftfeuchte ist aufgrund der effizienteren Entfeuchtung

Hacker-Pschorr-Arena in Kürze

<i>Arena</i>		- Abgasstrom	180 kW
Eisfläche	60 x 30 m	elektrischer Wirkungsgrad	42 %
Hallenfläche	ca. 5 150 m ² (Grundfläche ohne Büros)	thermischer Wirkungsgrad	40 %
Hallenhöhe	max. 12 m	Temperatur Abgas von BHKW	495 °C
Zuschauerplätze	4 115	Temperatur Abgas an Absorber/Austreiber	490 °C
Foyer, Empfang, VIP-Bereich	300 m ²	Temperatur Motorabwärme VL	85 °C
Gastronomie	170 m ² , max. 250 Personen	Temperatur Motorabwärme RL	65 °C
<i>Trainingshalle</i>		Anforderungen an	
Eisfläche	60 x 30 m	Pflanzenöl/Qualität:	Weihenstephaner Standard
Hallenfläche	ca. 2 500 m ²	Anlagenbetrieb geregelt in derzeit 3 Stufen 270/320/390 kW,	
Hallenhöhe	7,20 m	weitere Zwischenstufen möglich, aber nicht notwendig. Stufen	
Zuschauerplätze	200	können jederzeit geändert/angepasst werden	
<i>Geschoßfläche Arena + Nebenhalle</i>	12 361 m ²	<i>Absorptionskältemaschine</i>	
<i>Anlagenbauer BHKW, Absorptionskälteanlage:</i>	Wärmebetriebs-	Hersteller	Broad
<i>und Anlagentechnik Oberland GmbH, Benediktbeuern</i>		Vertrieb	GasKlima, Erlensee
<i>Anlagenbauer Gebäudeautomation, Mess- und Regelungstechnik:</i>		Modell	BYE20IX-K Heizen und Kühlen
<i>Stöcker + Döring GmbH, Karlsfeld bei München</i>		Funktion heizen	165 kW
<i>Elektrische Anschlussleistungen</i>		Funktion Kühlen	233 kW
Eiserzeugung Kolbenverdichter	110 kWh el	Abgastemperatur Eingang	490 °C
Eiserzeugung Schraubenverdichter	315 kWh el	Abgastemperatur Ausgang	180 °C
Rückkühlwerk	80 kWh el	Leistungszahl Kühlen/	
Pumpen, Ventilatoren, Nebenantriebe, Beleuchtung	20 kWh el	Coefficient of Performance (COP)	1,32 – 1,35
<i>Pflanzenöl-BHKW</i>		Elektrische Leistungsaufnahme	
Motor- Hersteller	MAN, Typ 2842 LE 201	- Absorber	2,5 kW
Generator-Hersteller	Stamford	- Rückkühler, Kühl- und Kaltwasserpumpen	6,8 kW
Wirkungsgrad	96,3%	Errechnete Amortisationszeit gegenüber Kälteerzeugung mittels	
Maximaler Verbrauch	92 kg/h	elektrisch angetriebenem Kaltwassersatz (bezogen auf einen	
Elektrische Leistungsabgabe	390 kW	Wärmepreis von 2,5 ct/kWh und 3 000 Vollbenutzungstunden	
Thermische Leistungsabgabe		pro Jahr)	3,4 Jahre
- Motorkühlung	190 kW		

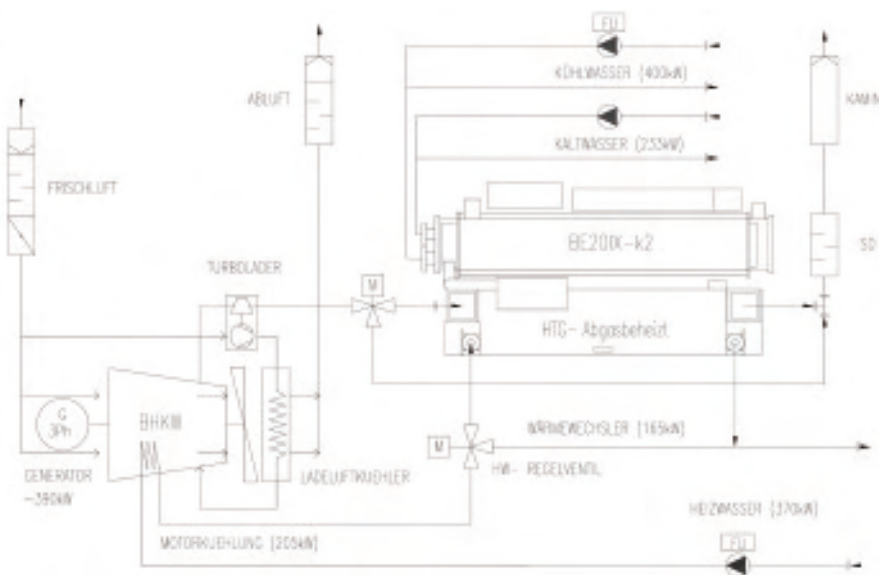


Bild 5

Blockschaltbild BHKW und Kältemaschine

BHKW ist quasi umsonst.

Erste Erfahrungen bestätigen die hohen Einsparungen. So reduzierte sich der Gasverbrauch im Dezember 2007 gegenüber dem Verbrauch im Dezember 2006 um rund 150 000 kWh. Im Januar 2008 konnte diese Zahl bestätigt werden, der Pflanzenölverbrauch war zudem noch um ca. 5 bis 6 % niedriger als im Dezember 2007.

Kältemaschine kühlt Kältemaschine

Damit sind die Kosteneinsparpotenziale aber noch lange nicht ausgeschöpft. Da die Absorptionskältemaschine aufgrund ihrer hohen Leistungszahl mehr Kälte liefert als für die Luftentfeuchtung und Hallenklimatisierung gebraucht wird, soll die überschüssige Kälte ab kommenden Sommer zur Rückkühlung der Kältekompressoren für die Eisbahnen eingesetzt werden. Anstatt das Heißgas der Kältemaschinen bei Au-



Bild 6

Ein zusätzlich installiertes Zu-/Abluftgerät mit Kondensationsstrockner übernimmt jetzt die Luftentfeuchtung. Die Kälte stammt von der Abgasangetriebenen Absorptionskälteanlage

dadurch gelöst, dass nach dem Abgasturbolader des BHKW ein Oxy-Kat die Abgase nachverbrennt und vor dem Abgaseintritt in den Absorber zwei Hochdruck-Industriereiniger mögliche Ablagerungen zyklisch (ca. alle 10 Minuten für 1 Minute) abreinigen. Nach den ersten Betriebserfahrungen haben sich diese Vorkehrungen als richtig herausgestellt.

Betrieben wird das Pflanzenöl-BHKW durchgehend wärmegeführt, zumal die Anlage ganzjährig rund 70 % des Wärmebedarfs abdeckt. Dadurch konnte auf Notkühler verzichtet werden. Da der Strom komplett ins Netz des lokalen Versorgers eingespeist wird, kommt der Betreiber in den Genuss der im Kraft-Wärme-Koppelungsgesetz (KWKG-Gesetz) und der im Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) verankerten Einspeiserückvergütung. Für den mit Pflanzenöl im BHKW erzeugten Strom werden folgende Tarife bezahlt:

1 bis 150 kW Leistung 11,99 Cent/kWh



Bild 7

Die Optimierungsmaßnahmen an den Lüftungsanlagen verbesserten das Raumklima und senkten die Hallentemperatur. Der Kaltluftsee über dem Eis bleibt erhalten

151 bis 390 kW Leistung 9,45 Cent/kWh
 KWKG-Bonus 2,00 Cent/kWh
 Nawaro-Bonus 6,00 Cent/kWh

Durchschnittlich gerechnet erhält der Betreiber rund 19 Cent pro kWh als Einspeiserückvergütung. Damit können die Betriebskosten trotz der relativ hohen Preise für Nawaro-fähiges Pflanzenöl gedeckt werden, d.h. die Wärme aus dem

ßentemperaturen von teilweise über 35 °C über das Rückkühlwerk zu führen, wird die überschüssige Kälte aus dem Absorber über einen Plattenwärmeübertrager in den Kühlkreislauf des Kältemittelgases eingekoppelt. Damit lässt sich die Effizienz des Kälteprozesses signifikant verbessern, auch wenn diese Schaltung zunächst paradox erscheint. Für den Betreiber bringt diese Lösung einen mehrfachen Nutzen:

- die angebotene „kostenlose Kälte“ wird sinnvoll genutzt
- rund 80 kW elektrische Leistung werden eingespart
- der COP des Kälteprozesses verbessert

Funktionsweise des Broad-Absorber

Verdampfer:

Kaltwasser aus der Klimaanlage mit einer anfänglichen Temperatur von z.B. 12 °C fließt durch die Kupferrohre des Verdampfers und wird dabei von flüssigem Kältemittel bei einer Temperatur von 4 °C besprüht. Das Kältemittel verdampft und absorbiert dabei Wärme. Die Temperatur des Klimakaltwassers sinkt auf 7 °C am Austritt. Der Kältemitteldampf strömt in den Absorber.

Absorber:

Mit einer Konzentration von ca. 63 % und bei einer Temperatur von ca. 42 °C besitzt die Lithium-Bromid(LiBr)-Lösung eine starke Affinität gegenüber Wasser. Die Absorption des Kältemitteldampfes aus dem Verdampfer führt zum Anstieg der Lösungstemperatur und gleichzeitig zur Verdünnung der Lösungskonzentration auf 57 %. Das Kühlwasser aus dem Kühlturm, das durch die Absorberrohre fließt, nimmt die Absorptionswärme des Klimakaltwassers auf, dabei sinkt die Lösungstemperatur auf ca. 38 °C. Diese verdünnte LiBr Lösung wird nun von der Lösungspumpe zur Verdampfung und erneuten Aufkonzentration zum Hochtemperaturaustreiber (HTG) und parallel zum Niedertemperaturaustreiber (LTG + LTWG) gepumpt.

Verdampfer und Absorber befinden sich in einer gemeinsamen Behältereinheit, der Innendruck beträgt je nach Kaltwasseraustrittstemperatur zwischen 6 bis 10 mbar.

Hochtemperaturaustreiber HTG:

Die heißen Abgase des BHKW durchströmen den HTG und erhitzen die ihn umgebende verdünnte Lösung auf ca. 145 °C. Es verdampft Wasser, welches als heißer Kältemitteldampf den LTG durchströmt und in den Kondensator gelangt. Nach der Aufkonzentration von 57 % auf 63 % fließt die Lösung zum Hochtemperaturwärmetauscher HTHE, wird dort heruntergekühlt und gelangt anschließend, dem Druckgefälle folgend, in den Absorber. Der Innendruck im HTG beträgt je nach Abgastemperatur zwischen 600 - 750 mbar.

Niedertemperaturaustreiber LTG:

Der heiße Kältemitteldampf aus dem Hochtemperaturaustreiber gelangt in die Kupferrohre des LTG und erhitzen die ihn umgebende verdünnte Lösung auf ca. 85 °C. Hierbei verdampft Wasser und der Kältemitteldampf strömt in den Kondensator. Nach der Aufkonzentration von 57 % auf 63 % fließt die Lösung durch den Niedertemperaturwärmetauscher wieder zurück zum Absorber. LTG und Kondensator befinden sich in einer gemeinsamen Behältereinheit, der Innendruck beträgt je nach Kühlwassertemperatur zwischen 50 - 65 mbar.

Kondensator:

Das Kühlwasser aus dem Absorber fließt durch die Kupferrohre des Kondensators, wodurch der Kältemitteldampf, der die Rohre umgibt, kondensiert und die Restwärme, des aus dem Aus-

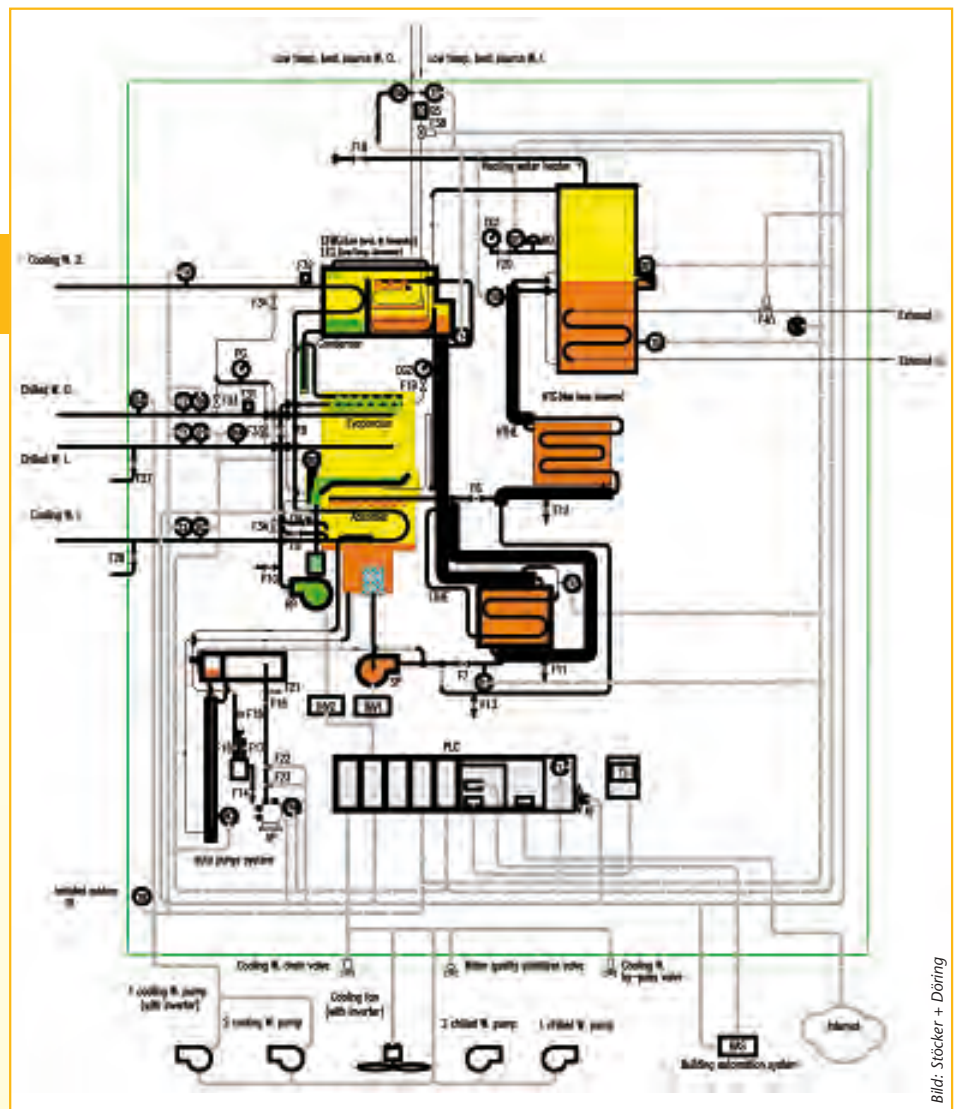
treiber stammenden Dampfes, in den Kühlturm transportiert. Der kondensierte Dampf gelangt als flüssiges Kältemittel in den Verdampfer. Hier setzt sich der Kreislauf fort.

Hoch- und Niedertemperaturwärmetauscher:

Die konzentrierte Lösung aus dem HTG bzw. dem LTG tauscht Wärme mit der 38 °C kühlen, verdünnten Lösung aus dem Absorber aus. Die abgegebene Wärme (Grädigkeit von ca. 4 Kelvin) wird von der verdünnten Lösung aufgenommen. Der Hoch- und Niedertemperaturwärmetauscher trägt damit maßgeblich zur Verringerung des Heizbedarfs bei und reduziert gleichzeitig die Kühlwassermenge zur Kühlung der Lösung. HTHE und LTHE sind damit wesentliche Bauteile zur Verbesserung der Energieeffizienz von Absorptionskältemaschinen.

Heizwassererwärmung:

Im oberen Bereich des HTG befindet sich ein zusätzlicher Rohrbündelwärmetauscher, der an das Heizwassernetz angebunden wird. Durch den heißen Kältemitteldampf können Heizwassertemperaturen bis 90 °C erreicht werden. Die Wärmeübertragung geschieht simultan, d.h. gleichzeitig mit der Kälteerzeugung oder separat. Im reinen Heizbetrieb wird der Hauptteil (Mainshell) der Anlage abgesperrt, die Kühlwasserpumpe und der Kühlturm werden außer Betrieb gesetzt.



Durch die direkte Einbindung der Abgaswärme – parallel zur Motor-Abwärme – mittels eines zusätzlichen Wärmeübertragers hat der chinesische Hersteller Broad die Effizienz der BHKW-gekoppelten zweistufigen Absorptionskältemaschinen wesentlich verbessert.

Kältemitteldampf = gelb
flüssiges Kältemittel = grün
LiBr-Lösungsmittel = orange



Bild 8

Die Besonderheit des Broad-Absorbers ist die gleichzeitige Auskopplung von Wärme und Kälte. Wird keine Kälte gebraucht, arbeitet die Maschine als Wärmewechseler

Bilder: Gasklima/MDS

sich, ergo auch die Leistung des Schraubenverdichters □ der Leistungszuwachs des Schraubenverdichters erübrigt den Einsatz des Kolbenverdichters, damit kann die Höchstlast um weitere rund 110 kW reduziert werden.

Zudem wird die Regelung der Eisbereitung mit in das Gesamtregelungskonzept der Haustechnik integriert.

Um möglichst lange Laufzeiten für das BHKW zu erreichen, ist zwischen BHKW und dem Heizungsverteilstrom ein Pufferspeicher mit 5 000 Liter Speichervolumen zwischengeschaltet. Wird keine Kälte gebraucht, fungiert die Absorptionskältemaschine (Bild 8) als Wärmewechseler von der Hochtemperaturseite (490 °C) auf die Niedertemperaturseite (max. 90 °C). Bei diesem Heizbetrieb werden der Hauptteil der Absorptionskältemaschine abgesperrt sowie Kühlwasserpumpe und Kühlturm außer Betrieb gesetzt.

Der eigentliche Vorteil der Abgas-angetriebenen Absorptionskältemaschine liegt darin, dass simultan Nutzwärme und Kälte ausgekoppelt werden. Der Broad-Absorber in Bad Tölz ist der erste in Europa, der mit dieser Funktion ausgerüstet ist.

Fazit

Die Kopplung eines Pflanzenöl-BHKW mit einer zweistufigen Abgasangetriebenen Absorptionskältemaschine spart dem Betreiber der Tölzer Eis-Arena mindestens 110 kW an elektrischer Spitzenleistung. Die jährliche Stromersparung liegt bei ca. 20 %, die Gaseinsparung bei ca. 75 %. Überschüssige Kälte aus der Absorptionskältemaschine wird im Sommer zur direkten Rückkühlung des Schraubenverdichters für die Eiszerzeugung verwendet. Dadurch steigt der COP des Kälteerzeugers, gleichzeitig auch dessen Leistung, so dass der schwer regelbare und daher eher ineffiziente Kolbenverdichter nur noch im Notfall eingesetzt wird. Erste Ergebnisse zeigen, dass durch die Einspeiserückvergütung und den Navaro-Bonus die gesamten Brennstoff- und Wartungskosten abgedeckt werden. Damit steht die aus dem BHKW ausgekoppelte Heizwärme (Abgaswärme, Motorwärme) quasi umsonst zum Antrieb des Absorbers bzw. für Heizzwecke zur Verfügung.

Literatur

[1] H. Biniossek, W. Schmid: Kraft-Wärme-Kälte-Verbund steigert Wirtschaftlichkeit – Einsatz einer zweistufigen Absorptionskältemaschine, Technik am Bau 12/2006, S. 72 – 76.



Foto: © Kyocera Mita Deutschland GmbH

CONCRET-COOL bei Kyocera Mita Deutschland

CONCRET-COOL

Betonkerntemperierung mit Zuluft

Das innovative System der Zukunft.

Gegenüber konventionellen Systemen wird eine Energieeinsparung bis zu 50% erreicht. Nur mit der hygienisch erforderlichen Außenluftfrate kann eine instationäre Kühlleistung von 60 bis 80 W/m² unter Einhaltung der DIN EN 13779 abgeführt werden.

Weitere Informationen unter www.kieferklima.de

- Luftdurchlässe
- Kühldecken
- Betonkerntemperierung



Seit 1877

Kiefer

Luft- und Klimatechnik

Neue Wege mit Luft



Kiefer GmbH · Heilbronner Str. 380-396 · 70469 Stuttgart
 Telefon: +49 (0) 711/8109-0 · Telefax: +49 (0) 711/8109-205
 E-Mail: info@kieferklima.de · Internet: www.kieferklima.de