

GEA 3HX-Pilotprojekt im Wissenschaftspark Gelsenkirchen

Klimatechnik für den Klimaschutz

Ralf Dunker, München

Im Rahmen eines Pilotprojektes werden im Wissenschaftspark Gelsenkirchen zwei neue Kälte-Wärmepumpenanlagen zur gleichzeitigen Kalt- und Warmwassererzeugung (3HX) und ein Eisspeicher installiert. In Kombination mit einem leistungsfähigen Energiemanagementsystem sollen die Betriebskosten und der Energieverbrauch gegenüber klassischen Lösungen um 20 bis 40% sinken. Im Gegensatz zu den bekannten VRF-Anlagen verwendet dieses System Wasser statt Kältemittel, um die Nutzwärme und -kälte zu den Verbrauchern zu transportieren. Das erleichtert die Verrohrung und verringert das Risiko von Kältemittelleckagen.

In vielen Gebäuden liegt ganzjährig ein gleichzeitiger Heiz- und Kühlbedarf vor, zum Beispiel bei Bürogebäuden, Supermärkten, Lebensmittel verarbeitenden Betrieben, Rechenzentren oder Hotels. Vielfach werden Kälte- und Wärmebedarf mit getrennten Systemen gedeckt. Dabei geben Kaltwassersätze auf Basis von Kompressionskältemaschinen die Nutzenergie Kälte an einen Transportkreislauf ab, um sie den Verbrauchern zuzuführen, während Wärmeenergie an die Umgebung (z.B. Luft) abgegeben wird. Separate Heizungssysteme (ob als Wärmepumpe und/oder als klassische Zentralheizung) erbringen getrennt davon die geforderte Heizleistung.

Bei zeitgleichem Bedarf an Wärme und Kälte entstehen bei diesem Szenario Verluste, da die Wärme der Kompressionskältemaschine ungenutzt bleibt. Das führt zu höheren Betriebskosten und zu einem vermeidbaren Ressourcenverbrauch, der sich durch kombinierte Systeme (wie den im Folgenden beschriebenen) deutlich verringern lässt.

Wissenschaftspark ist typischer Anwender

Auch im Wissenschaftspark Gelsenkirchen, einem Technologie- und Veranstaltungszentrum, werden fast das ganze Jahr über Kälte und Wärme benötigt. Das Objekt bietet sich also an, um hier eine effizientere Klimalösung zu installieren, zumal ohnehin Investitionen in die Gebäudetechnik anstehen. Das angestrebte System soll den Energieverbrauch um etwa 20 bis 40% reduzieren. Dank des hohen Publikumsverkehrs im neuen „Visitor Center“ und der Affinität des Wissenschaftsparks zu Energithemen ist das Objekt ein attraktiver Platz, um hier innovative Technik im praktischen Betrieb zu testen und potenziellen Interessenten zugänglich zu machen.

Das Pilotprojekt wird von den Projektbeteiligten (GEA Lufttechnik, Herne: Kälte- und Wärmebereitstellung; Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen: Ice-Slurry-Speicher; EUS GmbH, Dortmund: Energiemanagement; Wissenschaftspark Gelsenkir-

zum Autor

Ralf Dunker
Fachjournalist,
München



chen als Anwender) zu 60% sowie vom Land Nordrhein-Westfalen und dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung zu 40% finanziert.

Die kombinierte Kälte-Wärmepumpe 3HX

Im Zentrum der neuen Lösung stehen zwei Anlagen, die von den Projektbeteiligten 3HX genannt werden. 3HX steht für „3 Heat eXchangers“ und bezeichnet eine Erweiterung der Kompressionskältemaschine, bei der neben der bereitgestellten

Der Prototyp des 3HX, einer kombinierten Kälte-Wärmepumpenanlage zur gleichzeitigen Bereitstellung von Wärme und Klimakälte



Kälte auch die Wärme gezielt genutzt wird. Das System kombiniert die Vorzüge einer Kälte- und Wärmepumpe und führt bei optimalen Einsatzbedingungen zu einer gegenüber der Umgebung (Luft) ausgeglichenen Energiebilanz. Ein Ice-Slurry-Speicher sorgt zu Gunsten eines optimierten Betriebs für die Entkopplung von Bedarf und Bereitstellung der Kälteleistung. Abgerundet wird das System durch ein übergeordnetes Energiemanagementsystem, das auf der Basis meteorologischer Daten eine

Bild: Wissenschaftspark Gelsenkirchen



Im Wissenschaftspark Gelsenkirchen werden in einem Feldversuch zwei 3HX-Geräte mit einem Eisspeicher und angepasstem Energiemanagementsystem eingesetzt. Das Ziel: Energieeinsparungen bei der Kälte- und Wärmeversorgung bis zu 40%

Bild: GEA Lufttechnik



Innenansicht des 3HX-Prototyps

Kältelastprognose generiert, das Speicher-
management verbessert und somit eine
energetisch und betriebswirtschaftlich op-
timale Kälteversorgung gewährleistet.

Die 3HX-Anlagen basieren auf einem
Kältemittelkreislauf mit je einem Verdichter,
Verflüssiger, Expander und Verdampfer. Bei
3HX wird sowohl die Verflüssigungs- als
auch die Verdampfungsenergie als Nutzener-
gie vom Kältemittelkreislauf an einen Was-
serkreislauf übergeben. Um eine variable
Energieentnahme zu ermöglichen, bindet
3HX über ein spezielles Ventil- und Rege-
lungssystem einen dritten (Luft-)Wärmetau-
scher ein, der je nach Bedarf als Verdampfer
oder Verflüssiger arbeitet. Durch Verdoppeln
dieses Systems existieren intern in jedem
3HX zwei Kältemittelkreise. Sie ermöglichen
den Betrieb mit 50 bis 100% der Nennlei-
stung. Zugleich stellen diese autonomen
Kreise sicher, dass bei Ausfall eines Kältemit-
telkreises weiterhin Nutzenergie verfügbar
ist (maximal 50% der Nennleistung).

Vorteile gegenüber gängigen VRF-Anlagen

Im Gegensatz zu VRF-Anlagen (Variable
Refrigerant Flow) kommt bei 3HX nur in-

nerhalb des Gerätes Kältemittel zum
Einsatz. Für den Transport der Nutz-
energie zu den Verbrauchern werden
Wasserkreisläufe genutzt. Sie erlau-
ben die kostengünstige Verrohrung
und ermöglichen die zentrale oder
dezentrale Klimatisierung bzw. Kälte-
bereitstellung. Am Verbrauchs-
punkt können herkömmliche Endge-
räte (z. B. Gebläsekonvektoren) ein-
gesetzt werden.

Kältemittelleckagen innerhalb
des Gebäudes sind bei 3HX-Systemen
nicht zu befürchten. Zudem ist das Kon-
zept frei von Beschränkungen, denen die
VRF-Anlagen unterliegen. Letztere müssen
wegen des Kältemittleinsatzes im Gebäu-
de beim Dimensionieren auf den kleinsten
einbezogenen Raum abgestimmt werden
(EN 378 und VGB 20), damit Sicherheitsri-
siken bei eventuellen Leckagen ausge-
schlossen sind. Das kann bei manchen
Objekten zu Auslegungen führen, die grö-
ßere Räume „unterversorgt“ lassen. Zu-
dem sind VRF-Anlagen nur bis einigen zig
Kilowatt erhältlich, während mit dem 3HX-
Gerät höhere Leistungen (angestrebt bis
100 kW) möglich sind.

Drei Betriebsarten für alle Bedarfsfälle

Die optimale Betriebsart eines 3HX-Sys-
tems liegt vor, wenn Kälte- und Wärmebe-
darf ausgeglichen sind. Die im Verdamp-
fer aufgenommene Wärme (Kälteleistung)
wird (zuzüglich der zugeführten Verdich-
terleistung) vollständig zum Heizen benö-
tigt. Der dritte Wärmeaustauscher (der
Verdampfer/Verflüssiger) ist nicht in Be-
trieb. Dieser Betriebsfall entspricht der
einfachen Wärmepumpenschaltung.



3HX im Größenvergleich

Wird nur Heizleistung gefordert, dient
der dritte Wärmeaustauscher als Ver-
dampfer zur Wärmeaufnahme. Der an
dem Kaltwasserkreislauf angeschlossene
Verdampfer ist außer Betrieb. Der andere
Extremfall liegt vor, wenn Kälteleistung,
aber keine Heizleistung erbracht werden
soll. Dann arbeitet der Luft-Wärmetau-
scher als Verflüssiger, der am Heiz-
kreislauf angeschlossene Verflüssiger ist
nicht in Betrieb.

Da jedes 3HX-Gerät intern über zwei
Kältemittelkreise verfügt, ist auch ein
Mischbetrieb möglich, bei dem ein Kreis-
lauf gleichzeitig Wärme und Kälte bereit-
stellt, der zweite unter Einbeziehen des
Luft-Wärmetauschers nur Wärme bzw.
nur Kälte. Zusätzlich steht eine Betriebs-
art zum Entfrostern zur Verfügung.

Clusterbildung für mehr Variabilität

Für mehr Variabilität sorgt die Cluster-
bildung, bei der mit Hilfe der (gebäude-
leitfähigen) Regelung GEA Matrix bis zu
vier 3HX-Einheiten in einem Verbund be-

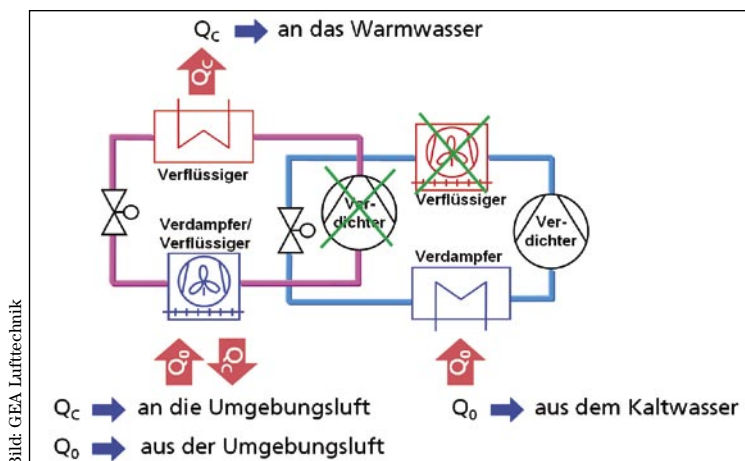
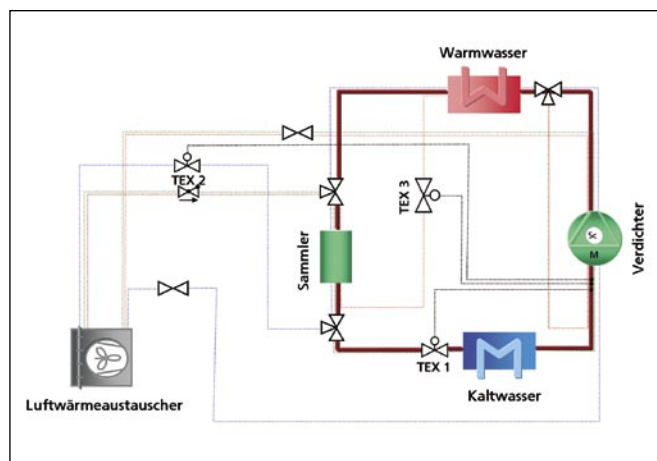


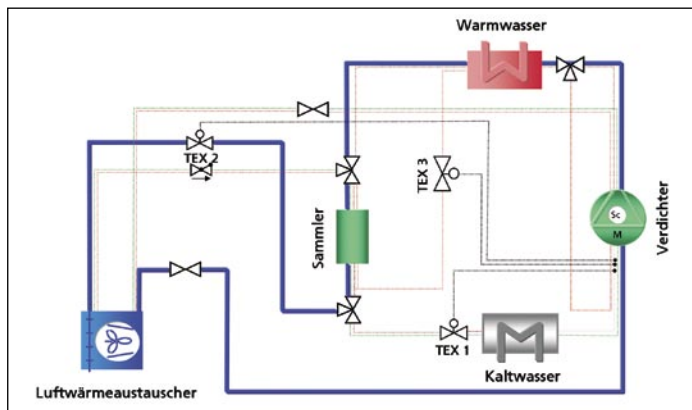
Bild: GEA Lufttechnik

3HX steht für „3 Heat exchangers“. Es ist eine kombinierte Kälte- und Wärmepum-
penanlage, bei der die aufgenommene Wärme (erzeugte Kälte) und die abgegebene
Wärme zugleich genutzt werden



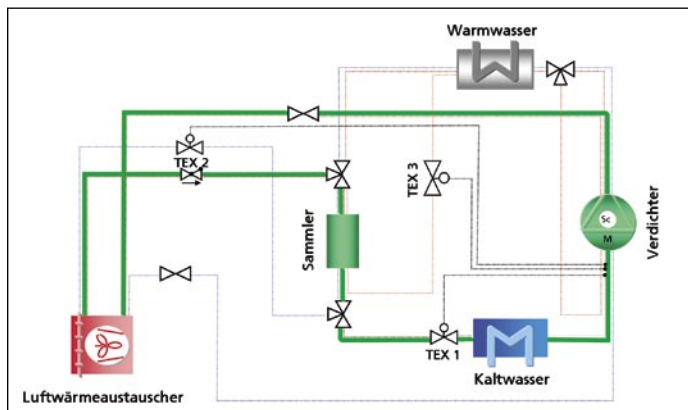
Das energetische Betriebsoptimum erreicht die 3HX-Anlage bei der gleich-
zeitigen Wärme- und Kälteauskopplung

Bild: GEA Lufttechnik



3HX in der Betriebsart „nur Heizen“.

Bild: GEA Lufttechnik



3HX in der Betriebsart „nur Kühlen“.

etrieben werden; im Wissenschaftspark Gelsenkirchen werden zwei Geräte zu einem Cluster verknüpft. Solch ein Verbund wird von der Regelung quasi wie ein mehrstufiges Einzelgerät behandelt, was eine feine Regelung ermöglicht. Innerhalb eines Clusters können 3HX-Geräte verschiedener Baugröße kombiniert werden, um eine bedarfsgerechte Leistungsabstufung, etwa im Hinblick auf saisonal unterschiedliche Leistungsanforderungen, zu realisieren.

Die Regelung übernimmt auch sicherheitsrelevante Funktionen: Sensoren überwachen den Betriebszustand der Kältemittelkreise. Sie registrieren zum Beispiel unzulässige Druckerhöhung oder Druckabfall, Sauggastemperatur sowie Vereisung der Wasserwärmetauscher. Bei Bedarf werden geeignete Gegenmaßnahmen eingeleitet. Zudem unterstützt die Regelung eine Limitierung der Heiz- oder Kühlleistung sowie zeitgesteuerte Fahrweisen, etwa einen Absenkbetrieb für die Nacht oder den geräuscharmen Betrieb mit niedriger Drehzahl. Digitale Ein- und Ausgänge erlauben das Zusammenspiel mit anderen gebäudetechnischen Anlagen, unter anderem die Freigabe externer Heizquellen.

Rahmenbedingungen für die 3HX-Technik

Das 3HX-Gerät arbeitet bei Umgebungstemperaturen von -15 bis 45 °C. Die Kaltwassertemperatur beträgt im typischen Betriebsfall zwischen 6 und 15 °C, der Heizungskreislauf führt 30 bis 50 °C warmes Wasser. Der Betrieb des Luft-Wärmetauschers als Verdampfer ist mit Abtauung bis -10 °C möglich (sonst 8 °C), im Verflüssigerbetrieb sind -15 °C der Grenzwert. Damit ist das System in mittleren Breitengraden nahezu ganzjährig einsatzfähig, im Winter decken konventionelle Heizungssysteme die Spitzenlast.

Gesamtsystem im Wissenschaftspark

Im Wissenschaftspark wird 3HX durch einen Ice-Slurry-Speicher und ein übergreifendes Energiemanagement ergänzt. Der Kälteerzeuger und -speicher namens CryoSol basiert auf einer Eissuspension und dient der zeitlichen Entkopplung von Kälteerzeugung und -verbrauch. Das Energiemanagementsystem von EUS führt die beiden 3HX-Geräte und die Speichertechnik zu einem regelungstechnischen System zusammen und optimiert den Betrieb.

Das beim CryoSol eingesetzte Medium ist pumpfähig, ungiftig und kann Kälte auf kleinem Raum speichern. Der Kälte Träger, eine Eissuspension, lässt sich problemlos durch konventionelle Anlagen und Rohrleitungen pumpen. Das „Flüssige“ wird in einem außen gekühlten Hohlzylinder erzeugt. Ein rotierender Eiskratzer schabt winzige Eiskristalle ab, die sich an den Wänden des Zylinders bilden. Als wässrige Suspension wandern sie in einen Speicherbehälter und sind je nach Bedarf zum Kühlen und Klimatisieren nutzbar. Im Vergleich zu Kältespeichern mit Kaltwasser kann mit CryoSol eine hohe Kältekapazität realisiert werden (bei 40% Eisgehalt ist die Speicherkapazität fünfmal größer), wobei deutlich weniger Energie als bei einem vergleichbaren Scherbenis-Wasser-Erzeuger verbraucht wird.

Zusammenfassung

Das 3HX-Projekt im Wissenschaftspark Gelsenkirchen soll während der zunächst bis Ende 2006 angesetzten Laufzeit das Energieeinsparpotenzial von bis zu 40% gegenüber konventionellen Lösungen beweisen. Das Projekt umfasst eine kombinierte Kälte-Wärmepumpenschaltung (zwei Anlagen mit jeweils zwei Kältemittelkreisläufen), den Einsatz eines Ice-Slurry-Speichers und eines Energiemanagementsystems zur Gewährleistung eines wirtschaftlich und energetisch optimierten Betriebs des gesamten Kälteversorgungssystems. Ein wesentlicher Vorteil dieses Konzepts gegenüber VRF-Anlagen ist der Transport der Nutzenergie mit Wasserkreisläufen, so dass Kältemittelleckagen im Gebäude ausgeschlossen sind. ■

3HX Geräte	#1: 100kW		#2: 100kW		#3: 60kW		#4: 60kW		Σ = 4 Geräte 320 kW 100 %
	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2	
	15,6 %	15,6 %	15,6 %	15,6 %	9,4 %	9,4 %	9,4 %	9,4 %	
SOLL: Q _K =45%; Q _H =70%	H	H	H	H	H	OFF	OFF	OFF	IST: Q _K =46,8%; Q _H =71,8%
#3: Außer Betrieb	H	H	H	H	OFF	OFF	H	OFF	IST Q _K =46,8%; Q _H =71,8%
#3 = Außer Betrieb #4, K1 = Abtauung	H	H	H	H	OFF	OFF	D	H	IST: Q _K =46,8%; Q _H =71,8%

Beispielhafte Übersicht für den bedarfsgerechten Betrieb mehrerer 3HX-Anlagen in einem Cluster

Bild: GEA Lufttechnik