

## EFFIZIENTE RAUMKÜHLUNG

# Drei, Zwei, Eis



Bild: GA-tec Gebäude und Anlagentechnik GmbH

Eisspeicher für die Raumkühlung  
zum Ausgleich von Lastspitzen

**So wie man Heizwärme puffern kann, müsste es doch auch mit Kühlenergie funktionieren. Wie das auch praktisch und wirtschaftlich funktionieren kann, lesen Sie in diesem Bericht.**

Jahrelang stand der östliche X-Tower in Weiterstadt leer – bis die Merck KGaA im Sommer 2017 sieben der zehn Stockwerke mit einer Fläche von circa 15 000 m<sup>2</sup> anmietete. Da der Hauptstandort im benachbarten Darmstadt mit mehr als 11 000 Mitarbeitern langsam zu klein wurde, sollten hier moderne Büros für etwa 1000 Mitarbeiter geschaffen werden. Zu diesem Zweck plante das Chemie- und Pharmaunternehmen den Einbau einer Umluftkühlung. Doch im Zuge der Modernisierung stellte sich heraus,

dass die vorhandene elektronische Anschlussleistung für die Abdeckung der Spitzenlasten mit Kältemaschinen nicht ausreichte – bis zu 1000 kW wären nötig. Bei der Suche nach einer Möglichkeit, diesen Wert zu reduzieren, wurde Merck auf eine neue Eisspeichertechnologie aufmerksam: Der sp.ICE der BEKA Heiz- und Kühlmatten GmbH verfügt durch die Verwendung von Kapillarrohrmatten über einen im Vergleich zu üblichen Eisspeichern besseren Wärmedurchgang. So nimmt die Ladezeit ab, wobei die Leistungs-



dichte gleichzeitig um bis zu 60 Prozent steigt. Durch das schnelle Laden der Eisspeicher in den Nachtstunden gelingt es Merck nun, das eigene Lastprofil im Tagesverlauf auszugleichen, sodass eine kleinere Kältemaschine mit 500 kW ausreicht und keine Erweiterung der Anschlussleitung notwendig war.

Bei der anfänglichen Bestandsaufnahme stellten die Verantwortlichen fest, dass die elektronische Anschlussleistung des Gebäudes für eine Umluftkühlung mithilfe von konventionellen Kältemaschinen sehr knapp bemessen ist und dass durch den Einsatz von Eisspeichern mit einer schnellen Lade- und Entladezeit ein energetisch nachhaltiger Gebäudebetrieb möglich ist. „Durch den Einsatz von Eisspeichern, die nachts geladen werden und tagsüber für die Grundlast zuständig sind, muss nur noch für die Spitzenlast die Kältemaschine zugeschaltet werden. Dadurch läuft die Kältemaschine in ihrem energetischen Optimum“, fügt Ortwin Hees, Niederlassungsleiter der Region Berlin bei GA-tec, hinzu. Gemeinsam mit Merck und BEKA wurde ein Optimum für die Betriebszeiten der Kältemaschine in Abhängigkeit der Jahreszeiten entwickelt und in der Betreibersoftware umgesetzt.

### ISSPEICHERTECHNOLOGIE ALS ALTERNATIVE

Um die Kältemaschinen mit der bereits zur Verfügung stehenden Anschlussleistung nutzen zu können, mussten entsprechende Lastspitzen vermieden werden. Dies wiederum kann nur mit einer zeitlichen Verschiebung des Strombedarfs erreicht werden. So kam man auf die Idee, einen Eisspeicher zu nutzen: Dieser kann in den Nachtstunden mit einer Kältemaschine geladen werden und am Tag die gespeicherte Kälte wieder abgeben. Auf diese Weise kann er zum Lastausgleich hinzugezogen werden. In der Folge konnte die Kältemaschine deutlich kleiner ausgelegt werden. Gleichzeitig bestand das Potenzial, eine Effizienzsteigerung der gesamten Anlage zu erzielen, da sich durch die Verschiebung der Kälteproduktion in die Nacht eine gleichmäßigere Auslastung der Maschine ergibt.

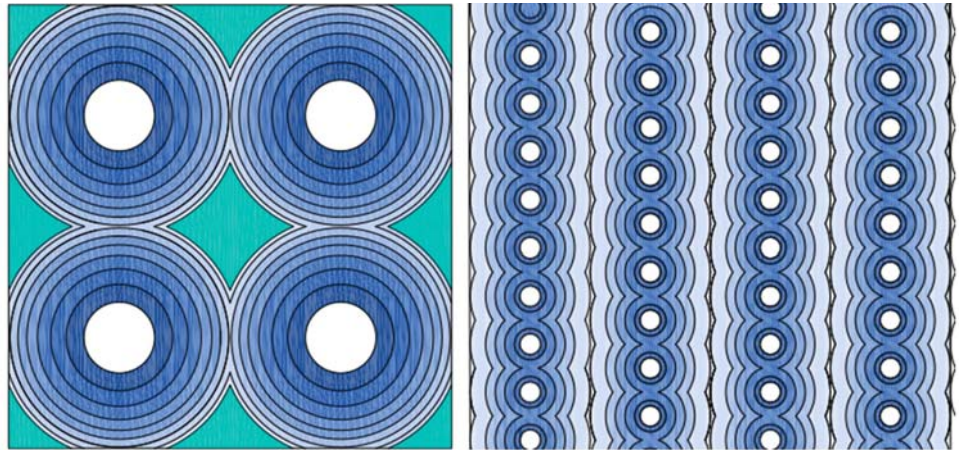
Am Ende der Recherche nach einer passenden Technologie wurde Merck auf den Eisspeicher sp.ICE aufmerksam. Es lag nahe, die Vorteile der Kapillarrohrtechnik auch bei Eisspeichern und in diesem Bauvorhaben zu nutzen.

**Hierbei kommt erstmals Kapillarrohrtechnik zum Einsatz: Der effiziente Wärmetauscher besteht aus extrem dünnen Kapillarrohren, die zu Modulen zusammengefasst und in einen normierten Container gebettet werden**



Bild: BEKA Heiz- und Kühlmatten GmbH

Die Nähe der Rohre zueinander bewirkt einen optimierten Wärmedurchgang. Außerdem entsteht eine verhältnismäßig große Wärmeübertragerfläche. Insgesamt kann auf diese Weise ein Eisfüllgrad von annähernd 100 Prozent erreicht werden



System Rohrbündel.

System Kapillarrohr

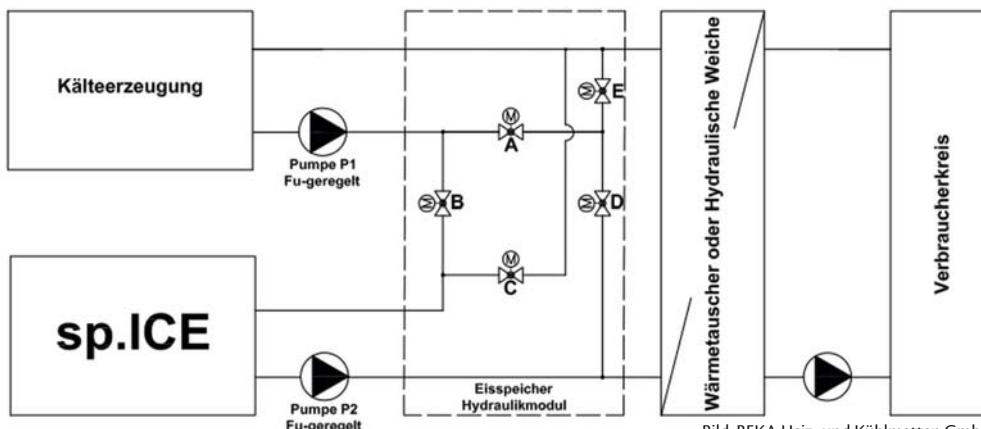
Bild: BEKA Heiz- und Kühlmatten GmbH

**KOMPAKTE MASSE DURCH HOHE LEISTUNGSDICHTE**

Im Prinzip funktioniert der sp.ICE ähnlich wie übliche Eisspeicher: Mithilfe eines Wärmetauschers wird in einem Behälter stehendes Wasser in Eis umgewandelt, um später die Schmelzwärme wieder nutzen zu können. Doch das Herz des neuen, patentierten Eisspeichers sind die Kapillarrohrmatten aus Polypropylen, aus denen sich der Wärmeübertrager zusammensetzt. Die Rohre weisen einen Durchmesser von lediglich 4,5 mm bei einem Abstand von nur 10 mm auf, wobei die parallel geschalteten Kapillaren in einem Verteilerstamm zusammenlaufen. Der Rohrrinnendurchmesser beträgt 2,9 mm. Das ermöglicht einen optimierten Wärmedurchgang, da die Eisdecke vor allem durch die Nähe der Rohre zueinander konstruktiv verringert wird. Außerdem entsteht eine verhältnismäßig große Fläche zur Wärmeübertragung, was die Leistungsdaten des Eisspeichers verbessert. Insgesamt kann auf diese Weise ein Eisfüllgrad – dieser gibt an, welcher Anteil des Speichers mit Eis gefüllt ist – von annähernd 100 Prozent erreicht werden. Auch

das Eigenvolumen des Wärmetauschers fällt aufgrund der kleinen Durchmesser gering aus, weshalb eine kompaktere Konstruktion als bei üblichen Eisspeichern mit gleicher Leistung möglich ist.

Als Folge dieser Eigenschaften ist eine effiziente Eiserzeugung bei einer mittleren Ladetemperatur von lediglich  $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  möglich. Durch die geringe Temperaturdifferenz konnten die Ladezeiten mit etwa 6 h ebenfalls deutlich reduziert werden. Das bei Merck verbaute Modell sp.ICE 20' erreicht so bei einer Größe von L 6058 mm x B 2438 mm x H 2591 mm eine Wärmeübertragungsfläche von  $1345\text{ m}^2$  sowie eine Ladeleistung von 416 kW bei 6 h. Da die Kapillarrohre nur eine Länge von 2000 mm aufweisen, sind zudem die Druckverluste äußerst gering. Dabei kann der Eisspeicher als mobile und als stationäre Version ausgeführt werden. Für die mobile Version werden normierte Container verwendet, die über eine Dämmebene aus Polystyrol-Hartschaum und eine Dichtebene aus glasverstärkter Polyethylen-Folie verfügen.



Der sp.ICE kann leicht über eine hydraulische Weiche an den Verbraucherkreis angeschlossen werden

Bild: BEKA Heiz- und Kühlmatten GmbH

## GERINGER WARTUNGSAUFWAND GEFORDERT

Eine Anforderung von Merck war jedoch, dass sowohl Betrieb als auch Instandhaltung der Anlage möglichst unkompliziert sind und kaum Zeit in Anspruch nehmen. „Da sich der X-Tower außerhalb unseres Werksgeländes befindet, kann er nicht so überwacht und gesteuert werden wie Anlagen am Hauptstandort“, so der Projekt-Ingenieur von Merck weiter. Um diesem Umstand gerecht zu werden, hat die GA-tec die Steuerung und Regelung der Anlage autark vom Werksgelände realisiert. Zusätzlich kann jederzeit der Betriebszustand der Anlage per Fernabfrage überwacht und auch, wenn notwendig, gesteuert werden. Außerdem ist der sp.ICE gänzlich wartungsfrei: Das Innere des Eisspeichers ist ein geschlossenes System und als solches wenig anfällig für Störungen.

Aufgrund dieser Produkteigenschaften entschieden sich die Projektverantwortlichen für den Einsatz der neuen Technologie: zwei sp.ICE 20'. Diese sollten vor allem in den Nachtstunden aufgeladen werden – der Kältebedarf geht zu dieser Zeit gegen Null. Am Tag sollten die voll geladenen sp.ICE – die Speicherkapazität der beiden Eisspeicher beträgt zusammen 4200 kWh – die Abdeckung der Spitzenlast übernehmen. Dabei stellt auch ein Spitzenlastbedarf von über 1000 kW kein Problem dar. Die Kältemaschinen werden dann entsprechend dem jeweiligen Bedarf zugeschaltet. Häufig ist sogar der Kühlbetrieb am Tag ohne Kältemaschine möglich. „Im Durchschnitt müssen sie so lediglich eine Leistung von 500 kW und weniger erbringen“, beschreibt Hees von GA-tec das Resultat. „Das ist mit der vorhandenen Anschlussleistung kein Problem.“

## ZUVERLÄSSIGE KÜHLUNG IM HITZESOMMER 2018

Im Oktober 2017 erhielt BEKA von GA-tec schließlich den Auftrag für zwei transportfähige sp.ICE 20' für die Außenanstellung. Dies war notwendig, um aufwendige Umbaumaßnahmen am Gebäude zu vermeiden. Nach nur 12 Wochen Lieferzeit wurden die beiden sp.ICE 20' im Dezember 2017 im BEKA-Werk in Berlin fertiggestellt und ausgeliefert. Damit die Aufstellung schnell und sicher vorgenommen werden konnte, hatte BEKA die Modelle bereits werkseitig oberhalb des Speichers mit einer Verteilerrohr-Konstruktion inklusive einer Wetterschutz-Einhausung versehen. Die Eis-



Bild: GA-tec Gebäude- und Anlagentechnik GmbH

**In der Kältezentrale laufen die kühlen Ströme der Kältemaschine und des Eisspeichers zusammen und werden ins Gebäude verteilt**

speicher sind nun seit April 2018 im Einsatz. Auch im Hitzesommer 2018 bewährten sich die sp.ICE. Weitere Informationen unter: [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com) ➔ [www.ga-tec.de](http://www.ga-tec.de) und ➔ [www.beka-klima.de](http://www.beka-klima.de)



**AUTOR**



Bild: S.H. Schröder

**Albrecht Bauke,  
Geschäftsführer der BEKA  
Heiz- und Kühlmatten GmbH**