

TSU

Eisspeicherprodukte



Eisspeicherprodukte

Produktdetails

ICE CHILLER® Eisspeicherprodukte	F2
Vorteile	F4
Bewährte Technologie	F7
Konstruktionsmerkmale TSU-M – Interne Schmelzanwendung	F9
Technische Daten TSU-M	F10
Konstruktionsdaten TSU-M	F18
Konstruktionsmerkmale TSU-C/D – Externe Schmelzanwendung	F19
Technische Daten TSU-C/D	F20
Konstruktionsdaten TSU-C/D	F27
Technische Überlegungen ICE CHILLER® Produkte	F28

ICE CHILLER[®] Eisspeicherprodukte

Allgemeine Beschreibung

Kühlung durch Eisspeicher kann eine der kostengünstigen, zuverlässigsten Methoden zur Kühlung von Büros, Schulen, Krankenhäusern, Einkaufszentren und anderen Gebäuden sein. Eisspeicher liefern kontinuierlich Kühlflüssigkeit mit niedriger Temperatur für Prozesskühlanwendungen. Diese Eisspeicherkühlsysteme sind wegen ihres niedrigen Energieverbrauchs und der Verringerung der Treibhausgasemissionen umweltfreundlich. Mit Tausenden erfolgreichen Installationen weltweit ist BAC der Weltmarktführer bei der Anwendung von Eisspeicherung.

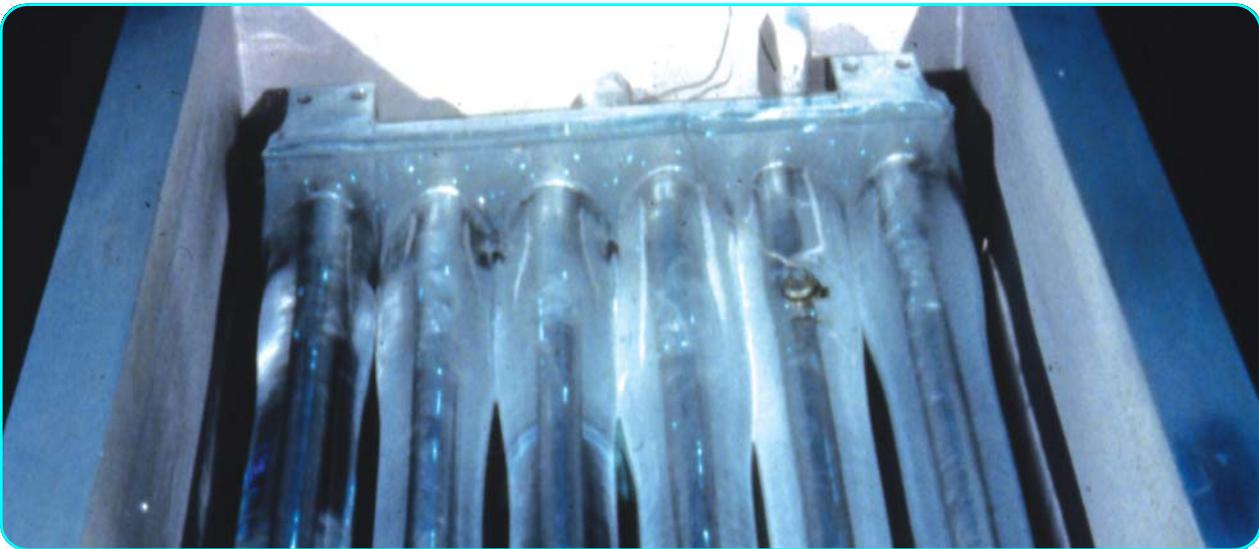
Wesentliche Merkmale

- Niedrigste Investitionskosten
- Geringere Energiekosten
- Variable Kapazität
- Verbesserte Systemzuverlässigkeit
- Geringere Wartung
- Umweltfreundlich
- Bewährte Technologie





Eisspeicherprodukte



... because temperature matters

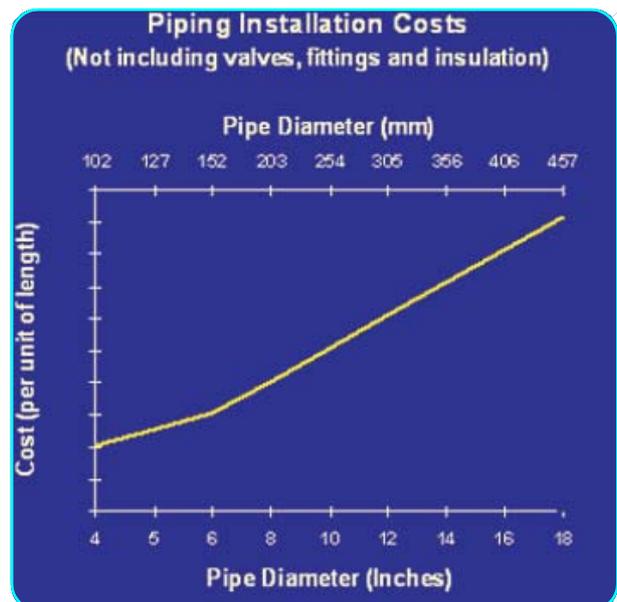
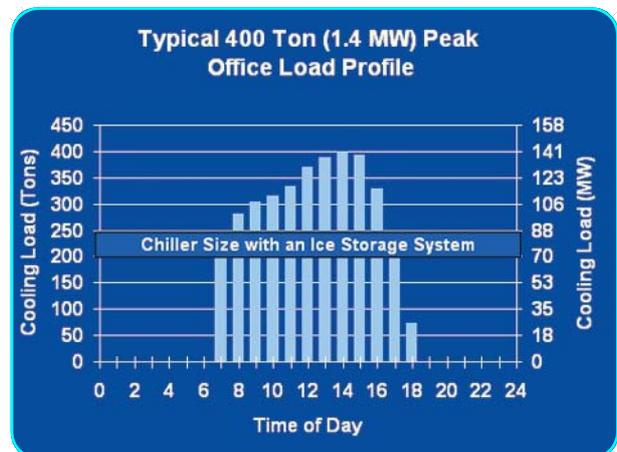
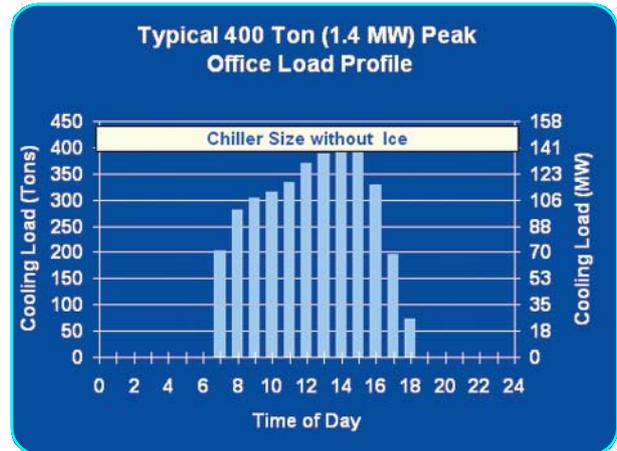


Vorteile

Niedrigste Anschaffungskosten

Systeme mit Eisspeicher können bei den gleichen oder niedrigeren Anschaffungskosten wie traditionelle Systeme ausgeführt werden, wenn sie mit dem kälteren Zufuhrwasser konstruiert werden, das vom Eis verfügbar ist. Die Einsparungen, die sich aus der Verwendung kleinerer Kältemaschinen und Kühltürme, geringerer Pumpen- und Rohrgrößen und geringerer Anschluss-Leistung ergeben, gleichen die Kosten der Eisspeichergeräte wieder aus. Zusätzliche Einsparungen können bei Verwendung von Luftverteilungen mit niedrigerer Temperatur erreicht werden. Dies ermöglicht ein verkleinertes Kanalsystem und kleinere Ventilatorgrößen.

- Kleinere Kältemaschinen und Wärmetauscher:** Durch Planung des Systems mit einem Kältemaschinenbetrieb von 24 Stunden pro Tag wird die Größe der Kältemaschinen und Kühltürme oder luftgekühlten Verflüssiger, die für ein Eissystem erforderlich sind, im Vergleich zu konventionellen Kältemaschinen und Wärmetauschern, die für sofortige Lastspitzen bemessen sind, erheblich verringert. Ein typischer Eisspeicheraufbau beinhaltet Kältemaschinen, die 50 bis 60% der Spitzenkühlleistung liefern. Der weitere Bedarf für die Kühlanforderung wird vom Eisspeichersystem geliefert.
- Geringere Pumpen- und Rohrgrößen:** Pumpen- und Rohrgrößen sind bei einem richtig ausgelegten Eisspeichersystem ebenfalls verringert. Erhebliche Einsparungen im Verteilungskreislauf des gekühlten Wassers werden realisiert, wenn der Systemaufbau geringere Durchflussraten beinhaltet, die sich aus der Verwendung eines größeren Temperaturbereichs im Wasserkreislauf ergeben. Die Verwendung einer größeren Temperaturdifferenz, beispielsweise 10°C statt der traditionellen Temperaturdifferenz von $5,5^{\circ}\text{C}$, führt zu einer Verringerung der Rohrgröße. Die Größen der Verflüssigerwasserrohre sind aufgrund niedrigerer Durchflussanforderungen für die kleinere Kältemaschine geringer. Pumpeneinsparungen aufgrund geringerer Durchflussraten von gekühltem Wasser und Verflüssigerwasser werden ebenfalls realisiert.
- Kleinere Rohrregister und Luftzufuhrventilatoren:** Rohrregister, die mit Hilfe niedrigerer Wasser- und traditioneller Luftzufuhrtemperaturen bemessen wurden, sind im Allgemeinen





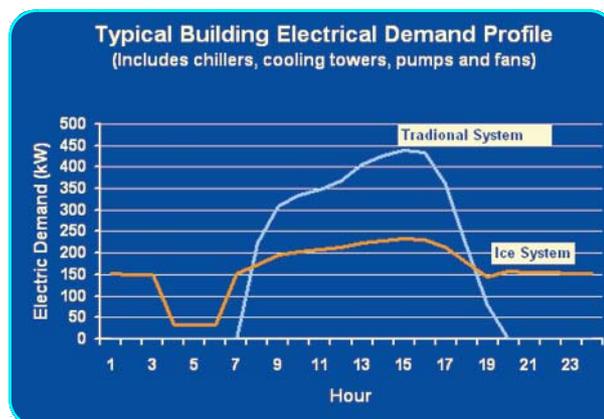
aufgrund weniger Rohrreihen kleiner. Die Verringerung der Rohrreihen führt auch zu einer niedrigeren Antriebsleistung des Lüfters.

- **Kleinere Luftverteilungsgeräte:** Wenn die Luftverteilung mit niedrigeren Luftzufuhrtemperaturen geplant wird, ist die Größe des Kanalsystems, der Lüfter und Lüftermotoren geringer.
- **Kleinere Elektroinstallation:** Kleinere Kältemaschinen, Wärmetauscher und Pumpen ergeben kleinere Antriebs-Leistungen als ein traditionelles System. Dies führt zu kleineren Transformatoren, Schaltgeräten, Kabelquerschnitten und Schaltschränken.
- **Geringere Generatorgröße:** Falls eine Anlage einen Generator für die tägliche oder Backup-Leistung hat, verringert sich die Größe des Generators erheblich, wenn die elektrische Spitzenlast der Einrichtung mit Hilfe eines Eisspeichers verringert wird.

Geringere Energiekosten

Ein Eisspeichersystem verringert den elektrischen Spitzenbedarf, verschiebt den Energieverbrauch auf Nebenzeiten, spart Energie sowie Energiekosten.

- **Verringert den elektrischen Spitzenbedarf und verschiebt den Energieverbrauch:** Mit weniger angeschlossener Antriebs-Leistung können Eisspeicher den Spitzenstrombedarf für das Klima- oder Prozesskühlsystem um 50% oder mehr verringern. Da die meisten Stromtarife Leistungsgebühren während Spitzennachfragezeiten und/oder höhere kWh-Gebühren bei Tag als bei Nacht enthalten, können die Einsparungen bei der Stromrechnung erheblich sein. In Gebieten mit "Echtzeitpreisen", in denen sich die Stromtarife von Stunde zu Stunde auf Basis des Marktpreises für Elektrizität unterscheiden, können sich die kWh-Kosten zwischen Tag und Nacht um 500 bis 1000% unterscheiden. Die Nutzung von Elektrizität bei Nacht kann im Gegensatz zu Spitzenzeiten tagsüber zu großen Einsparungen bei den Stromrechnungen führen.



- **Energiesparend:** Außerdem werden weniger jährliche Kilowattstunden insgesamt verbraucht, wenn das System so aufgebaut ist, dass es die niedrige Wasserzufuhrtemperatur nutzt, die vom Eisspeichersystem verfügbar ist. Niedrigerer kWh-Verbrauch ist aus fünf Gründen möglich:
 1. Obwohl das Produzieren von Eis mehr Energie benötigt als das Produzieren von gekühltem Wasser, ist der Effizienznachteil nicht so groß, da das Eis nachts produziert wird, wenn die Verflüssigungstemperaturen niedriger sind, was die Effizienz der Kältemaschine erhöht.
 2. Eissysteme erfordern normalerweise den Betrieb der Kältemaschinen bei voller Last. Kältemaschinen sind nicht so effizient, wenn sie im Frühjahr und Herbst mit niedrigen Lasten laufen. Eine typische Kältemaschine arbeitet das halbe Jahr über bei weniger als 30% der Kapazität.
 3. Geringere Antriebs-Leistung der Pumpe
 4. Geringere Antriebs-Leistung des Lüfters aufgrund eines geringeren luftseitigen Druckverlusts im gesamten Rohrregister. Eine höhere Temperaturdifferenz des gekühlten Wassers im gesamten Rohrregister führt normalerweise zu weniger Rohrreihen und damit zu einem geringeren Druckverlust.
 5. Die Möglichkeit, Abwärme von der Kältemaschine für das Erhitzen von Wasser sowohl nachts als auch tagsüber wieder zu verwenden (Wärmerückgewinnung).

Zusätzliche kWh-Einsparungen sind möglich, wenn die Luftverteilung so gestaltet ist, dass sie die vom Eisspeichersystem verfügbaren niedrigen Temperaturen nutzt. Da die Stromindustrie weiterhin dereguliert wird und Nutzungszeittarife, Echtzeit-Preislisten und verhandelte Strompreise Standard werden, können Eisspeicher in Zukunft noch größere Einsparungen bei den Betriebskosten liefern.

Variable Kapazität

Das Eisspeichersystem liefert eine konstante Vorlauftemperatur, unabhängig von den Schwankungen des direkten Kühlbedarfs. Die Wassermenge und die Wassereintrittstemperatur ergeben die momentane Kapazität.

Verbesserte Systemzuverlässigkeit

Eisspeichersysteme haben eine hohe Zuverlässigkeit und stellen jederzeit sicher, dass eine Klimatisierung möglich ist. Bei traditionellen Systemen liefert die Installation mehrerer Kältemaschinen die erforderliche Redundanz. Bei einem mechanischen Ausfall einer Kältemaschine liefert die zweite Kältemaschine eine begrenzte Kühlkapazität. Die maximal verfügbare Kühlung für das traditionelle System wäre nur 50% der Kühlleistung eines typischen Tageslastverlaufs.

Die meisten Eisspeichersysteme nutzen zwei Kältemaschinen zusätzlich zum Eisspeicher. Diese beiden Kältemaschinen sollten ungefähr 60% der erforderlichen Kühlleistung eines typischen Tageslastverlaufs liefern, während der Eisspeicher die restlichen 40% der Kühlkapazität liefert. Falls nur eine Kältemaschine verfügbar ist, um Kühlung tagsüber zu liefern, ist bis zu 70% der Kühlkapazität verfügbar. Die eine funktionsfähige Kältemaschine liefert 30% der Kühlanforderung, während das Eis bis zu 40% liefert. Auf Basis typischer Klima-Lastprofile und ASHRAE-Wetterdaten würden 70% der Kühlkapazität in 85% der Zeit die gesamten täglichen Kühlanforderungen erfüllen.

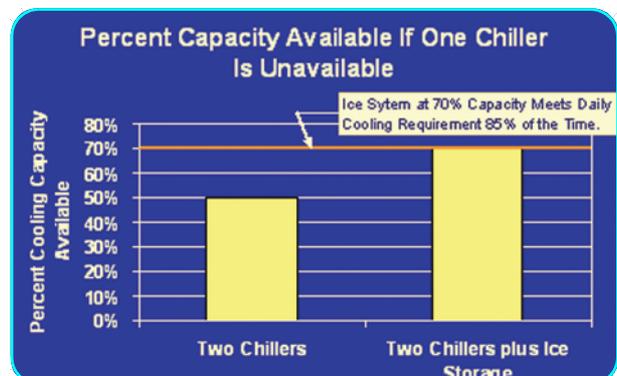
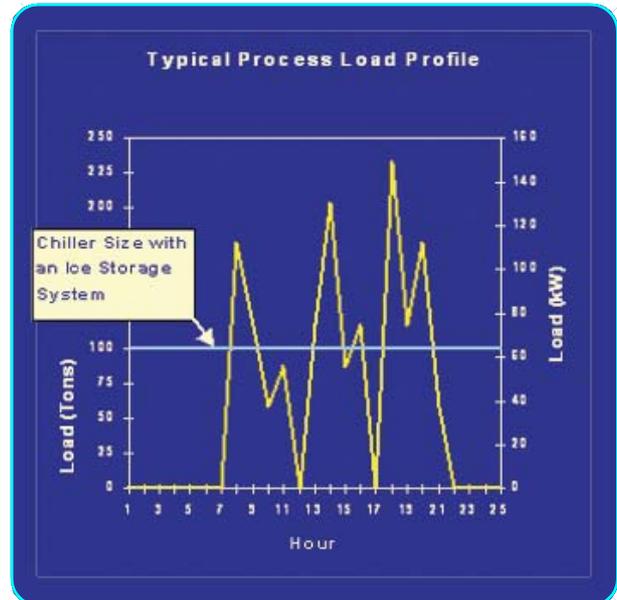
Geringere Wartung

Die Eisspeicher-Rohrbündel haben keine sich bewegenden Teile, deshalb ist nur wenig Wartung erforderlich. Da die Kältemaschinen, Pumpen und Wärmetauscher kleiner sind, brauchen Eisspeichersysteme weniger Wartung als traditionelle Systeme. Das Eisspeichersystem ermöglicht außerdem die Routinewartung einer Kältemaschine tagsüber, wenn der Eisspeicher die Systemlast handhaben kann.

Umweltfreundlich

Die Verringerung des Energieverbrauchs und die Nutzung von Elektrizität in der Nacht verringert die globale Erwärmung. Elektrizität, die nachts erzeugt wird, hat normalerweise einen niedrigeren Wärmeaufwandskoeffizienten (weniger Kraftstoffverbrauch pro Ausgangsleistung) und deshalb weniger Emissionen von Kohlendioxid und Treibhausgasen, was zu weniger globaler Erwärmung führt. Die "California Energy Commission" kam zu dem Ergebnis, dass die Nutzung von Elektrizität in der Nacht zu einer Verringerung von 31% bei den Luftemissionen gegenüber der Nutzung von Elektrizität während des Tages führt.

Mit kleineren Kältemaschinen verringert ein Eisspeicher die Menge von Kältemittel in einem System. Die meisten heute gebräuchlichen Kältemittel sind gemäß dem Protokoll von Montreal in Zukunft für ein Verbot vorgesehen, weil sie zur globalen Erwärmung beitragen. Die Verwendung geringerer Mengen Kältemittel trägt zur Erhaltung der Ozonschicht und zur Verringerung der globalen Erwärmung bei.



Bewährte Technologie

BAC hat Eisspeichertechnologie erfolgreich bei Tausenden von Installationen weltweit eingesetzt. BAC hat die Anwendungs- und Systemerfahrung, um Ihnen beim Entwurf, bei der Installation und beim Betrieb Ihrer Eisspeichersysteme zu helfen. BAC hat ICE CHILLER® Eisspeicherprodukte für Projekte geliefert, die von 0,3 bis 441,3 MWh reichen. Zu den Installationsorten gehören Bürogebäude, Krankenhäuser, Fertigungsanlagen, Schulen, Universitäten, Sportarenen, Produktlagereinrichtungen, Hotels und Fernkühlungsanwendungen.

Die ICE CHILLER® Produktlinie umfasst eine Vielzahl von werksseitig montierten Einheiten. Für große Anwendungen, bei denen der Platz begrenzt ist oder werksseitig montierte Einheiten nicht kosteneffektiv sind, sind ICE CHILLER® Eisspeicher-Rohrbündel für die Installation in vor Ort hergestellten Tanks erhältlich.

Das BAC-Produktangebot bietet Flexibilität beim Systemdesign. Eis kann mit Hilfe von Ammoniak oder verschiedenen Glykolen an Rohrbündeln aus Stahl erzeugt werden und wird verwendet, um entweder gekühltes Wasser oder Glykol für das Kühlsystem zu liefern. Diese Flexibilität kombiniert mit einem breiten Bereich an Anwendungserfahrungen, ermöglicht es BAC ein kostengünstiges Produkt zu liefern, das Ihre speziellen Anforderungen erfüllt.

CNES - Toulouse (Frankreich)

Die Kühlanlage des Centre Nationale d'Etudes Spatiales (CNES) in Toulouse besteht aus 3 Turbokältemaschinen mit jeweils 3 MW Kühlleistung. Als die Betriebsstätte über die Jahre an Größe zunahm, fehlte der Anlage an Tagen mit Spitzenlast Kühlleistung. Statt eine weitere Kältemaschine hinzuzufügen, um die maximale Kühlleistung zu erhöhen, wollte CNES eine energie- und kosteneffizientere Lösung. Ein 11-MWh-Eisspeichersystem erwies sich am ökonomischsten. Tagsüber laufen die Kältemaschinen kontinuierlich bei maximaler Kühlleistung und damit mit höchster Effizienz. Nachts wird Eis erzeugt, um von den niedrigeren Elektrizitätskosten zu Nebenzeiten zu profitieren.



CNES

CSELT - Turin (Italien)

Die Entwicklung eines hochwertigen und zuverlässigen Klimasteuerungssystems mit niedrigen Anschaffungskosten und niedrigen Betriebskosten für das neue Forschungszentrum von CSELT (Centro SIP Elaborazione Telecomunicazioni) war ein ehrgeiziges Ziel. Diese Anforderung wurde jedoch durch die Verwendung üblicher Glykolkältemaschinen mit einem 13-MWh-Eisspeichersystem von BAC vollständig erfüllt. Während der Nacht wird Eis erzeugt, das einen Teil der Kühlkapazität während des nächsten Tages liefert. Tagsüber wird das Wasser aus der Kühllast zuerst von den Kältemaschinen gekühlt und dann vom BAC Eisspeichersystem weiter auf die Auslegungstemperatur heruntergekühlt. Diese Serienanordnung, mit der Kältemaschine in der günstigsten Position nachgeschaltet, ist nur möglich aufgrund der hohen Abschmelzkapazität, die der BAC ICE CHILLER® bietet und die eine konstante niedrige Wasseraustrittstemperatur aus dem Eisspeichersystem garantiert.



CSELT

Universitätskrankenhaus – Groningen (Niederlande)

Die Kühlung für das Klima-System in der neuen Universitätsklinik in Groningen wird durch eine übliche 650-kW-Glykolkältemaschine und ein 6 MWh BAC ICE CHILLER® Eisspeichersystem geliefert. Der Systemaufbau nutzt die niedrigen Wasseraustrittstemperaturen vollständig, die vom ICE CHILLER® Eisspeichersystem verfügbar sind, indem die Kältemaschine nachgeschaltet und in Reihe mit dem ICE CHILLER® platziert wird. Dies liefert die ökonomischste Lösung, insgesamt niedrige Energiekosten und große Flexibilität beim Betrieb der Kühlanlage.



Universitätsklinik

KBC - Leuven (Belgien)

Dieses neue, 90.000 m² große Gebäude für den Hauptsitz der KBC Bank hat eine gesamte tägliche Kühllast von 26 MWh mit einer Spitzenlast von 3 MW. Das vom Eigentümer gewählte Klima-System umfasste einen Eisspeicher wegen seiner niedrigen Anschaffungskosten, günstigen Betriebskosten und hoher Systemzuverlässigkeit. Eine 1-MW-Kältemaschine kombiniert mit einem 10 MWh BAC Eisspeichersystem kann die Spitzenkühllast von 3 MW problemlos abdecken. Die Energiekosten sind niedriger als bei einem konventionellen System, da die Stromleistungsgebühren und teuren Tagesstarife auf ein Minimum reduziert werden.



KBC Bank

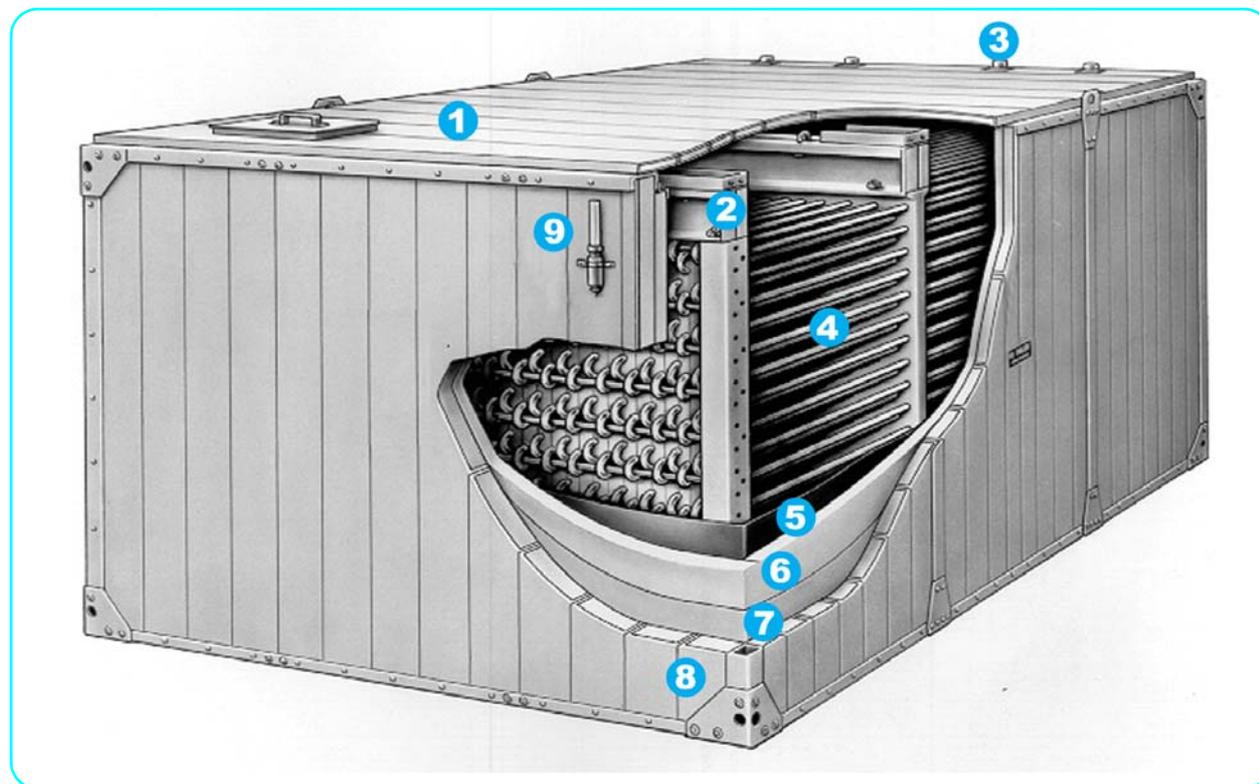
Granada Centre - Riad (Saudi Arabien)

Die Konstrukteure des Granada Centre in Riad, Saudi Arabien, waren mit einer eingeschränkten Stromversorgung am neuen Standort konfrontiert. Dies führte dazu, dass der Kunde alle möglichen Lastwechselalternativen in Erwägung ziehen musste. Nach sorgfältiger Prüfung der verfügbaren Optionen wurde entschieden, den Strombedarf der Kältemaschinen zu beschränken und die Erzeugung von Kühlung auf Nebenzeiten zu verschieben. Vom maximalen Kühlbedarf von 14.250 kW werden ungefähr 8.000 kW direkt von den Kältemaschinen geliefert. Die restliche Kühlung kommt von den Eisspeichergeräten. Die Eisspeicheranlage umfasst 22 Eisspeichertanks Modell TSU 761 M mit einer gesamten Eisspeicherkapazität von 58.800 kWh.



Granada Centre

Konstruktionsmerkmale TSU-M – Interne Schmelzanwendung



1. Abdeckungen

- Wasserdicht
- Robuste, feuerverzinkte Z600-Stahlbleche
- Isoliert mit 50 mm extrudiertem Polystyren

2. Rohrbündel-Stützbalken

- Verhindert den Kontakt zwischen Rohrbündel und Primärisolierung

3. Glykolanschlüsse

- Gewindeanschlüsse
- Flanschanschlüsse (optional)

4. Rohrbündel aus feuerverzinktem Stahl

- Nach der Fertigung feuerverzinkt (HDGAF)
- Stahlrohre in einem Stahlrahmen
- Pneumatisch abgedrückt bei 13 bar
- Ausgelegt für einen Betriebsdruck von 10 bar

5. Primärauskleidung

- Einteilig
- 48-Stunden-Dichtheitstest vor dem Versand

6. Stranggepresste Polystyrenisolierung

- Gesamtsolierungsstärke 110 mm
- 20 mm Isolierung zwischen Primär- und Sekundärauskleidung
- Ergibt einen Gesamtsolierwert von 3,1 m C/W bei

7. Sekundärauskleidung/Dampfsperre

- Verhindert, dass Feuchtigkeit in die Isolierung eindringt

8. Wandblech

- Robuster, feuerverzinkter Stahl mit Doppelabkantungen an den Montageflanschen
- Extrudiertes Polystyren
- Ergibt einen Gesamtsolierwert von 3,1 m C/W bei

9. Sichtrohr

- Optische Anzeige der noch vorhandenen Eismenge im Gerät

10. Eisbestandssensor (optional) – nicht abgebildet

- Mechanischer Wasserstands-Differenzsensor, welcher ein elektrisches Ausgangssignal von 4 – 20 mA liefert. Dieses Signal ist proportional zum Eismengenbestand im Eisspeicher.

Benutzerspezifische Rohrbündel für interne Schmelzanwendung (TSU-M)

BAC fertigt kundenspezifische ICE CHILLER® Eisspeicher-Rohrbündel, um spezielle projektspezifische Anforderungen zu erfüllen. BAC hat umfassende Forschungen und Tests zu den Aufbau- und Abschmelzeigenschaften von Eisspeichern unternommen. Diese Forschungen und Tests haben zu Auswahlmöglichkeiten geführt, welche von keinem anderen Unternehmen in der Branche erreicht werden.



Installation eines Rohrbündelmoduls

BAC kann die erforderlichen Temperaturen für den Aufbau von Eis an kundenspezifischen Rohrbündeln auf stündlicher Basis über eine Vielzahl von Bedingungen und Aufbauzeiten vorausberechnen. Der verfügbare Platz, das Lastprofil, die Austrittstemperaturen, die Kältemaschinenkapazität und die Betriebsabfolge können ausgewertet werden, um das Modell zu finden, das am besten zum Einsatzfall passt.

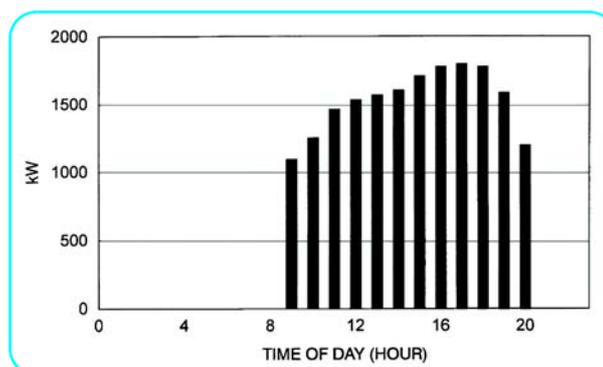
Die ICE CHILLER® Eisspeicher-Rohrbündel sind aus Stahl-Glattrohrschlangen mit einem durchgehenden Außendurchmesser von 26,7 mm aufgebaut. Die Rohrschlangen sind in einem Stahlrahmen montiert, der das Gewicht der Rohrschlangen bei vollem Eisaufbau trägt. Nach der Fertigung werden die Rohrbündel mit Druckluft bei einem Druck von 13 bar unter Wasser auf Leckagen getestet und dann zum Korrosionsschutz feuerverzinkt.

Die Rohrschlangen sind so angeordnet, dass sie einen Gegenstrom-Glykolfluss in nebeneinander liegenden Kreisläufen für maximale Speicherkapazität liefern.

Einzelne Rohrbündel können werkseitig auch in Module von zwei Rohrbündeln für die Optimierung der Transportkosten und die Verringerung der Montagezeit vor Ort gefertigt werden. Die Glykolverteiler werden im Werk mit einer kaltverzinkten Oberfläche beschichtet. Notwendige Profile und Hebeösen sind an den Rohrbündeln angebracht, um das Heben und die endgültige Positionierung im Speichertank zu ermöglichen.

Lastprofil

Ein tägliches Lastprofil besteht aus der stundenweisen Darstellung der Kühllasten über einen Zeitraum von 24 Stunden. Die meisten Klima-Anwendungen verwenden ein tägliches Lastprofil, um den Umfang des erforderlichen Speichers zu bestimmen. Einige Klima-Systeme wenden ein wöchentliches Lastprofil an. Für konventionelle Klimaanlagensysteme werden Kältemaschinen auf Basis der Spitzenkühllast ausgewählt. Für Eisspeichersysteme werden die Kältemaschinen auf Basis des für die Kühlung erforderlichen kWh-Werts und einer definierten Betriebsstrategie ausgewählt. Eisspeichersysteme liefern viel Flexibilität für verschiedene Betriebsstrategien, so lange der ausgewählte kWh-Gesamtwert nicht überschritten wird. Deshalb muss bei der Auslegung eines Eisspeichersystems ein genaues Lastprofil angegeben werden.



Typisches Klima-Anlagenlastprofil

Lastprofile haben je nach Anwendung viele verschiedene Formen. Die Abbildung zeigt ein typisches Klima-Lastprofil für ein Bürogebäude mit einer Spitzenkühllast von 1750 kW und einer Kühlanforderung von 12 Stunden. Die Form dieser Kurve ist repräsentativ für die meisten Klima-

Anwendungen. Für die vorläufige Geräteauswahl kann das Auswahlprogramm von BAC für ICE CHILLER® Eisspeichergeräte ein ähnliches Lastprofil erzeugen. Die benötigten Informationen sind die geschätzte Spitzenkühlleistung des Gebäudes und die Dauer der Kühlleistung.

Das Air-Conditioning & Refrigeration Institute (ARI) hat die Richtlinie T, "Specifying the Thermal Performance of Cool Storage Equipment", veröffentlicht. Die Richtlinie T soll die Mindestwerte für die vom Benutzer anzugebenden Daten und vom Lieferanten anzugebenden Leistungsdaten aufstellen. Zu den vom Techniker gelieferten Auslegungsdaten gehören: Systemlasten, Durchflussraten und Temperaturen.

Betriebsstrategien

Sobald das Lastprofil erstellt wurde, ist der nächste Schritt bei der Auswahl der Eisspeichergeräte die Festlegung einer Betriebsstrategie oder, in anderen Worten, die Bestimmung der Stunden pro Tag, in denen die Glykolkältemaschine betrieben werden kann.

Welche Betriebsstrategie verwendet wird, hängt vom Lastprofil (der Anwendung), der Tarifstruktur des Versorgungsunternehmens, den Energiekosten und den Geräteanschaffungskosten ab. In anderen Worten, der wirtschaftliche Ausgleich zwischen der Systeminstallation und den Betriebskosten oder die Amortisationszeit müssen berechnet werden.

Es gibt zwei verschiedene Betriebsstrategien, entweder Voll- oder Teilspeicherung.

Vollspeichersysteme speichern die gesamte Kühlkapazität, die während der Nebenzeiten erforderlich ist, und beseitigen die Notwendigkeit, Kältemaschinen während der Hauptzeiten des Versorgungsunternehmens zu betreiben. Diese Strategie verschiebt den größten Teil der Stromnachfrage und führt zu den niedrigsten Betriebskosten. Die Geräteanschaffungskosten sind jedoch aufgrund der großen Kältemaschinen- und Speicheranforderungen erheblich höher als bei Teilspeichersystemen und deshalb wird dies selten eingesetzt.

Teilspeichersysteme erfordern den Betrieb der Kältemaschinen auch in den Hauptzeiten. Das Teilspeichersystem, bei dem die Glykolkältemaschine 24 Stunden am Tag bei voller Kapazität läuft, wird am häufigsten eingesetzt, da es zur kleinsten Kältemaschinenauswahl führt. In vielen Fällen ist die kleinere Kältemaschinenauswahl der Grund für ein Eisspeichersystem. Die niedrigeren installierten elektrischen Antriebsleistungen, eine kleinere Kältemittelfüllung, kleinere Kühltürme oder andere Wärmetauscher (weniger Lärm), kleinere Standby-Kältemaschinen (falls erforderlich), niedrigere Kapital- und Wartungskosten sind weitere wesentliche Auswahlkriterien.

Andere Teilspeicherbetriebsstrategien schalten die Kältemaschine einige Stunden am Tag ab, wenn die Elektrizitätskosten hoch sind und/oder wenn viel Elektrizität für Nichtkühlzwecke wichtig ist (wenn also der Kältemaschinenbetrieb die Stromnachfrage erhöhen würde). Es ist jedoch wichtig zu wissen, dass die Kältemaschine umso größer wird, je weniger Stunden die Kältemaschine während des Tages in Betrieb ist. Außerdem muss, wenn die Kältemaschine während der Kühlzeit abgeschaltet wird, das Speichergerät vergrößert werden. Falls die Kältemaschine während der Nichtkühlzeit abgeschaltet wird, verringert sich die Eisaufbauzeit und deshalb sind niedrigere Glykoltemperaturen erforderlich und der Leistungskoeffizient (COP) der Kältemaschine wird verringert.

Neben der Bestimmung, wann die Kältemaschine laufen oder abgeschaltet werden soll, ist ein weiterer Aspekt der Betriebsstrategie, ob während des Abschmelzens die Kältemaschine oder das Eis Priorität erhält, um die vorhandene Kühlleistung abzudecken.

Bei einem **Kältemaschinenprioritätssystem** arbeitet die Kältemaschine immer bei voller Kapazität. Wenn die Kühlleistung die Leistung der Kältemaschine überschreitet, wird der Rest vom schmelzenden Eis abgedeckt. Ein konstanter Teil der Last wird von der Kältemaschine abgedeckt, während die Schwankung der Last vom Eis abgedeckt wird.

Bei einem **Eisprioritätssystem** wird ein konstanter Teil der Last vom Eis abgedeckt, während die Kältemaschine die Schwankung bei der Last übernimmt. Da die Kältemaschine nicht ständig bei maximaler Kapazität arbeitet, ist sie gegenüber dem Kältemaschinenprioritätssystem überdimensioniert. Eisprioritätssysteme führen zu überdimensionierter Eis- und Kältemaschinenauswahl und werden deshalb selten eingesetzt.

Normale Praxis ist, dass Teilspeichersysteme mit Kältemaschinenpriorität und 24-Stunden-Kältemaschinenbetrieb am häufigsten eingesetzt werden.

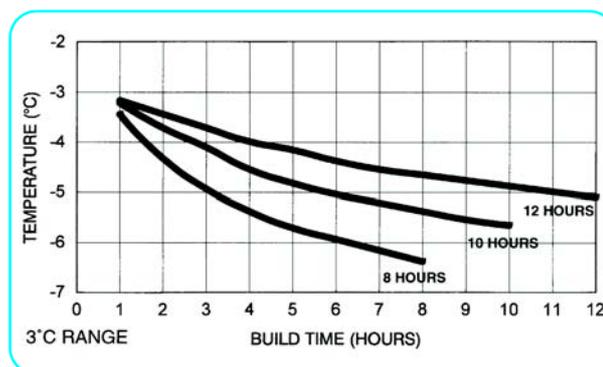
Betriebsmodi

Das modulare ICE CHILLER® Eisspeichergerät kann in jedem der fünf verschiedenen Betriebsarten betrieben werden. Diese Betriebsarten bieten die von den Gebäudebetreibern geforderte Flexibilität für die Erfüllung ihrer täglichen Klima-Kühlanforderungen.

Eisaufbau: In dieser Betriebsart wird Eis durch Zirkulation einer 25% Lösung (nach Gewicht) von Wasser/Glykol mit Inhibitoren bei Minus-Temperaturen durch die im ICE CHILLER® Eisspeichergerät installierten Rohrbündel aufgebaut. Während dieser Betriebsart werden die Betriebsbedingungen der Kältemaschine überwacht und die Kältemaschine wird abgeschaltet, wenn die

Mindestglykolzufuhrtemperatur außerhalb der Kältemaschine erreicht wird. Optional ist das ICE LOGIC Eismengenmessgerät für die Steuerung des Kältemaschinenbetriebs erhältlich. Die

folgende Abbildung zeigt typische Kältemaschinenvorlauftemperaturen für 8-, 10- und 12-Stunden-Aufbauzyklen. Bei einer typischen 10-Stunden-Aufbauzeit sinkt die Glykolvorlauftemperatur nie unter $-5,5^{\circ}\text{C}$. Wie das Diagramm zeigt, steigt die Mindestglykoltemperatur bei Aufbauzeiten über 10 Stunden auf über $-5,5^{\circ}\text{C}$. Bei Aufbauzeiten unter 10 Stunden ist die Mindestglykoltemperatur am Ende des Aufbauzyklus unter $-5,5^{\circ}\text{C}$. Diese Leistung basiert auf einer Kältemaschinendurchflussmenge, welche mit einer Temperaturdifferenz von 3 K verbunden ist. Wenn eine größere Temperaturdifferenz die Basis der Kältemaschinenauswahl bildet, ist die Kältemaschinenvorlauftemperatur niedriger als in der Abbildung dargestellt.



Kältemaschinenvorlauftemperatur

Eisaufbau mit Kühlung: Wenn während der Eisaufbauzeit eine Kühllast vorhanden ist, wird eine Teilmenge des kalten Glykols, das für den Eisaufbau verwendet wird, zur Kühllast umgeleitet, um die erforderliche Kühlung zu liefern. Die Menge des umgeleiteten Glykols wird durch die Solltemperatur des Gebäudekreislaufs bestimmt. BAC empfiehlt, diese Betriebsart bei Systemen mit Primär-/Sekundärpumpen anzuwenden (siehe weiter unten). Dies verringert die Möglichkeit von Schäden der Kühlturbine oder des Wärmetauschers durch Pumpen von kaltem Glykol (kälter als 0°C) zu diesen Geräten.

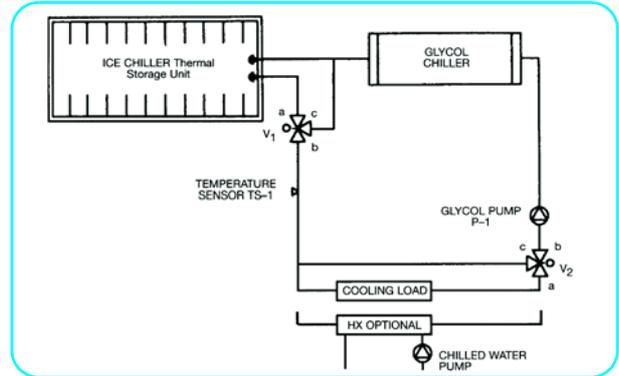
Kühlung – nur Eis: In dieser Betriebsart ist die Kältemaschine ausgeschaltet. Die warme Rückfluss-Glykollösung wird auf die gewünschte Solltemperatur gekühlt, indem Eis geschmolzen wird, das im modularen ICE CHILLER® Eisspeichergerät gespeichert ist.

Kühlung – nur Kältemaschine: In dieser Betriebsart versorgt die Kältemaschine alle Kühlanforderungen des Gebäudes. Der Glykolfluss wird um das Eisspeichergerät herumgeleitet, damit das kalte Zufuhrglykol direkt zur Kühllast fließen kann. Temperatursollwerte werden von der Kältemaschine aufrecht erhalten.

Kühlung – Eis mit Kältemaschine: In dieser Betriebsart wird die Kühlung durch kombinierten Betrieb der Kältemaschine und des Eisspeichergeräts geliefert. Die Glykolkältemaschine kühlt das warme Rückfluss-Glykol vor. Die teilweise gekühlte Glykollösung geht dann durch das ICE CHILLER® Eisspeichergerät, wo sie vom Eis auf die Auslegungstemperatur gekühlt wird.

Systemschemas

Zwei grundlegende Fließschemata werden angewandt, um das ICE CHILLER® Eisspeichergerät auszuwählen. Die folgende Abbildung zeigt ein Einkreislaufsystem, bei dem die Kältemaschine vor dem Eisspeichergerät installiert wird. Dieser Aufbau ermöglicht den Betrieb des Eisspeichersystems in vier der fünf möglichen Betriebsarten. Diese sind: Eisaufbau, Kühlung – nur Eis, Kühlung – nur Kältemaschine und Kühlung – Eis mit Kältemaschine.



Einkreislaufsystem – Kältemaschine installiert vor dem Eisspeichergerät

Für diese Anordnung gilt die folgende Steuerungslogik:

BETRIEBSART	KÄLTEMASCHINE	P-1	V-1	V-2
Eisaufbau	Ein	Ein	A-B	C-B
Kühlung – nur Eis	Aus	Ein	Modulieren	A-B
Kühlung – nur Kältemaschine	Ein	Ein	C-B	A-B
Kühlung – Eis mit Kältemaschine	Ein	Ein	Modulieren	A-B

Ventil V-1 moduliert als Reaktion auf Temperatursensor TS-1. Ventil V-2 kann entweder so positioniert werden, dass es einen konstanten Durchfluss, weniger als P-1, aufrecht erhält oder als Reaktion auf die Rückfluss-Glykoltemperatur von der Kühllast moduliert.

Wenn der Gebäudekreislauf gekühltes Wasser enthält, muss ein Wärmetauscher installiert werden, um den Glykolkreislauf vom Kühlwasserkreislauf des Gebäudes zu trennen. Bei Anwendungen, bei denen eine vorhandene Kältemaschine verfügbar ist, kann diese im gekühlten Wasserkreislauf installiert werden, um die Last des Eisspeichersystems zu verringern.

Dieser Aufbau sollte nicht verwendet werden, wenn Eis aufgebaut und Kühlung gleichzeitig geliefert werden muss.

Dazu müsste das kalte Rückfluss-Glykol vom Eisspeichergerät zur Kühllast oder zum Wärmetauscher gepumpt werden. Da die Glykoltemperatur unter 0° C beträgt, können die Kühlturbine oder der Wärmetauscher einfrieren. Das in der folgenden Abbildung dargestellte Fließschema zeigt einen Primär-/Sekundärpumpenkreislauf, bei dem sich die Kältemaschine vor dem Eisspeichergerät befindet. Bei diesem Aufbau kann das System in allen fünf Betriebsarten betrieben werden.

Für diese Anordnung gilt die folgende Steuerungslogik:

BETRIEBSART	KÄLTEMASCHINE	P-1	P-2	V-1	V-2
Eisaufbau	Ein	Ein	Aus	A-B	A-C
Eisaufbau mit Kühlung	Ein	Ein	Ein	A-B	Modulieren
Kühlung – nur Kältemaschine	Ein	Ein	Ein	C-B	A-B
Kühlung – nur Eis	Aus	Ein	Ein	Modulieren	A-B
Kühlung – Eis mit Kältemaschine	Ein	Ein	Ein	Modulieren	A-B

Ventil V-1 und Ventil V-2 modulieren, je nach Betriebsart, als Reaktion auf Temperatursensor TS-1. Der vom Primär-/Sekundärkreislauf gelieferte Vorteil besteht darin, dass das System Eis aufbauen und Kühlung liefern kann, ohne dass die Gefahr besteht, dass die Kühlturbine oder der Wärmetauscher einfrieren. Dieser Systemaufbau ermöglicht außerdem verschiedene Durchflussraten in jedem der Pumpenkreisläufe. Wenn sich die Durchflussraten in den Pumpenkreisläufen unterscheiden, sollte die Glykoldurchflussrate im Primärkreislauf größer oder gleich der Glykoldurchflussrate im Sekundärkreislauf sein.

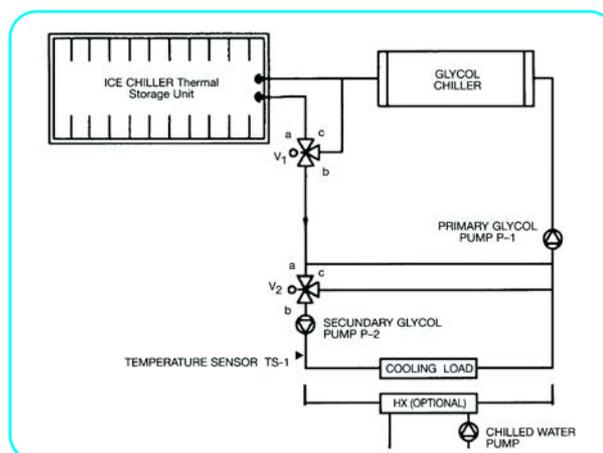
Falls nicht, sind kältere Glykolfuhrtemperaturen vom Primärkreislauf erforderlich, um den TS-1 Auslegungswert zu garantieren (weil es immer eine Mischung mit warmem Rückfluss-Glykol aus dem Sekundärkreislauf gibt). Dies verringert den Leistungskoeffizienten der Kältemaschine. Bei sehr großen Unterschieden der Durchflussraten wären negative Glykolfemperaturen aus dem Eisspeichergerät erforderlich, um TS-1 zu erhalten (was unmöglich ist).

Wie beim Einzelkreislaufschema können ein Wärmetauscher und eine Grundlast-Kältemaschine zum System hinzugefügt werden.

Varianten dieser Schemata sind möglich, bei den hier genannten handelt es sich um die am häufigsten angewendeten für Eisspeichersysteme. Eine häufige Variante positioniert die Kältemaschine nach dem Eisspeichergerät. Dieser Aufbau wird verwendet, wenn die Glykolfemperatur außerhalb des Eises nicht für die gesamte Kühlperiode aufrecht erhalten werden kann. Bei Positionierung der Kältemaschine nach dem Eis wird die Kältemaschine verwendet, um die erforderliche Zufuhrtemperatur aufrecht zu erhalten. In den beiden obigen Abbildungen ist die Kältemaschine vor dem Eis installiert. Dies bietet zwei erhebliche Vorteile im Vergleich zu Systemaufbauten, die die Kältemaschine nach dem Eis positionieren. Erstens arbeitet die Kältemaschine mit höheren Glykolfemperaturen, um das Rückfluss-Glykol vorzukühlen. Dadurch kann die Kältemaschine mit höherer Kapazität arbeiten, was die Menge des erforderlichen Eises reduziert. Zweitens ist die Effizienz der Kältemaschine besser, da die Kältemaschine bei höheren Verdampfertemperaturen arbeitet.

Kältemaschinenleistung

Die meisten kompakten Kältemaschinen können einen großen Bereich an Glykolfuhrtemperaturen liefern und sind für Eisspeicheranwendungen geeignet. Für Eisspeicheranwendungen verwendete Kältemaschinentypen sind unter anderem Kolbenkältemaschinen, Schraubenverdichter-Kältemaschinen und Turbokältemaschinen. Der



Primär-/Sekundärpumpenkreislauf – Kältemaschine vorgeschaltet

eingesetzte Kältemaschinentyp hängt von der Kapazität, der Glykolaustrittstemperatur, dem Wirkungsgrad, dem Verflüssigertyp und vom Kältemittel ab. Die Kältemaschinenkapazität und die Glykolaustrittstemperatur müssen bei der Auslegung eines Eisspeichersystems bestimmt werden. Verschiedene Glykolaustrittstemperaturen sind für verschiedene Betriebsarten erforderlich, die die Kältemaschinenkapazität beeinflussen. Die bei $-5,5^{\circ}\text{C}$ gelieferte Kältemaschinenkapazität ist erheblich geringer als die Kältemaschinenkapazität bei einer Glykolaustrittstemperatur von 6°C .

Für die Verwendung mit BAC-ICE CHILLER® Eisspeichergeräten ausgewählte Kältemaschinen sollten bei Anwendung in einem 10-Stunden-Aufbauzyklus Glykol mit $-5,5^{\circ}\text{C}$ liefern können. Längere Aufbauzeiten führen zu höheren Glykoltemperaturen am Ende der Aufbauzeit, während bei kürzeren Aufbauzeiten die Kältemaschinen Glykol mit einer Temperatur von weniger als $-5,5^{\circ}\text{C}$ liefern müssen.

Die erforderliche Kältemaschinenkapazität kann den Einsatz eines bestimmten Kältemaschinentyps auf kleine Anwendungen beschränken. Der Nennkapazitätsbereich für jeden Kältemaschinentyp ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Kältemaschinentyp	Nennkapazitätsbereich (kW)
Kolbenkältemaschine	50 – 850 kW
Schraubenverdichter-Kältemaschine	450 - 4200 kW
Turbokältemaschine	600 – 7000 kW und mehr

Turbo- und Schraubenverdichter-Kältemaschinen haben mit Leistungskoeffizienten (COP) von 5,9 bis 4,7 bei 6°C Kältemaschinenaustrittstemperatur und 4,0 bis 3,2 bei der Lieferung von Glykol mit $-5,5^{\circ}\text{C}$ die höchste Effizienz. Kolbenkältemaschinen sind weniger effizient und haben Leistungskoeffizienten von 4,1 bis 3,2 bei der Lieferung von Glykol mit 6°C und 3,2 bis 2,7 bei der Erstellung von Eis bei $-5,5^{\circ}\text{C}$.

Die Wärmeabfuhr eines Eisspeichersystems kann von jedem der drei Arten von Kältemittelverflüssigern ausgeführt werden: luftgekühlt, wassergekühlt oder Verdunstung.

Ein luftgekühlter Verflüssiger entfernt Wärme aus dem Kältemittel und verflüssigt es, indem er Luft über einen Rippenrohrwärmetauscher presst, durch die der Kältemitteldampf zirkuliert. Die latente Wärme des Kältemittels wird durch spürbares Erwärmen der Luft abgeführt. Die Verflüssigerkapazität wird durch die Trockenkugelumgebungstemperatur bestimmt.

Ein wassergekühlter Verflüssiger mit einem Kühlturm entnimmt Wärme aus dem Kältesystem in zwei Schritten. Zuerst wird das Kältemittel durch den Wasserfluss im Verflüssiger verflüssigt. Dann wird die Wärme in die Atmosphäre ausgeblasen, da das Verflüssigerwasser von einem Kühlturm gekühlt wird.

Der Verdunstungsverflüssiger kombiniert einen wassergekühlten Verflüssiger und einen Kühlturm in einem Gerät. Er spart den sensiblen Wärmeaustauschschritt des Verflüssigerwassers ein. Dies ermöglicht eine Verflüssigungstemperatur, die der Feuchtkugeltemperatur erheblich näher ist.

Schwankungen der Verflüssigungstemperaturen sollten bei der Bestimmung der Kältemaschinenleistung berücksichtigt werden. Geringere Trockenkugel- und Feuchtkugeltemperaturen in der Nacht liefern niedrigere Verflüssigungstemperaturen, die dabei helfen, die Verringerung der Kältemaschinenkapazität und der Kältemaschineneffizienz auszugleichen.

Die Prozentsätze der Kältemaschinen-Nennkapazität bei verschiedenen Glykolaustrittstemperaturen sind unten dargestellt.

Glykolaustrittstemperatur	Prozent der Nennkapazität
6,0° C	97 %
2,0° C	85 %
-5,5° C	66 %

Note: * Die Nennkapazität der Kältemaschine basiert auf Kühlwasser bei 6° C.

Nennkapazitätsleistungsangaben basieren auf:

- 30° C Verflüssigerwasser- oder 46° C Verflüssigungstemperatur für Kühlbetrieb
- 26,5° C Verflüssigerwasser- oder 40,5° C Verflüssigungstemperatur für Eisaufbaubetrieb

Die Kältemitteltypen für Kältemaschinen unterscheiden sich ebenfalls. Turbokältemaschinen sind erhältlich für den Einsatz mit R-134a, R-123 und R-22. Kolben- und Schraubenverdichter-Kältemaschinen sind erhältlich für den Einsatz mit R-134a, R-22 und R-717 (Ammoniak).



Konstruktionsdaten TSU-M

1.0 ICE CHILLER® Eisspeichergerät

1.1 Allgemein: Als ICE CHILLER® Eisspeichergerät muss das Baltimore Aircoil Modell TSU-_____ verwendet werden. Die Gesamtabmessungen des Geräts dürfen maximal _____ m x _____ m mit einer maximalen Höhe von _____ m betragen. Das Betriebsgewicht darf maximal _____ kg betragen.

1.2 Thermische Leistung: Jedes Gerät muss eine latente kWh-Speicherkapazität von _____ kWh haben, die in _____ Stunden einem Durchfluss mit _____ l/s einer 25% Lösung (nach Gewicht) von industriellem Ethylen-/Propylenglykol mit Inhibitoren erzeugt wird. Die während der Eisaufbau-Betriebsart erforderliche

Mindestglykoltemperatur muss _____ °C betragen. Die Systemnennleistung wird in dem empfohlenen Format der Air-Conditioning & Refrigeration Institute (ARI) Richtlinie T angegeben. Das Eisspeichergerät muss einen modularen Aufbau haben. Der Geräteaufbau muss die Installation von Eisspeichern unterschiedlicher Größen erlauben, um die Geräteauswahl zu optimieren und die Platzanforderungen zu minimieren. Tankgrößen können aufgrund interner Rohranordnungen gemischt werden, da ein gleichmäßiger Durchfluss aufgrund eines einheitlichen Druckverlusts durch die Rohrbündel-Kreisläufe sichergestellt ist.

2.0 Konstruktionsmerkmale

2.1 Tank: Der Tank muss aus robusten, verzinktem Z600g-Stahlblechen bestehen und Doppeltabgekanteten-Flansche für die Strukturfestigkeit enthalten. Die Tankwände müssen mit einer Isolierung von mindestens 110 mm ausgestattet sein, was einen gesamten Isolationswert von 3,1 m C/W ergibt. Die Tankkonstruktion muss zwei Auskleidungen haben. Die 1,5 mm E.P.D.M.-Auskleidungen müssen einteilig und für Niedertemperaturanwendungen geeignet sein. Die Auskleidungen müssen voneinander durch 20 mm stranggepresster Polystyrenisolierung getrennt sein. Der Tankboden muss mit 70 mm stranggepresster Polystyrenisolierung isoliert sein.

2.2 Abdeckungen: Das ICE CHILLER® Eisspeichergerät muss mit wasserdichten, mehrteiligen Abdeckungen ausgestattet sein, die aus feuerverzinktem Z600-Stahl hergestellt sind. Die Abdeckungen müssen mit mindestens 50 mm stranggepresster Polystyrenisolierung isoliert sein.

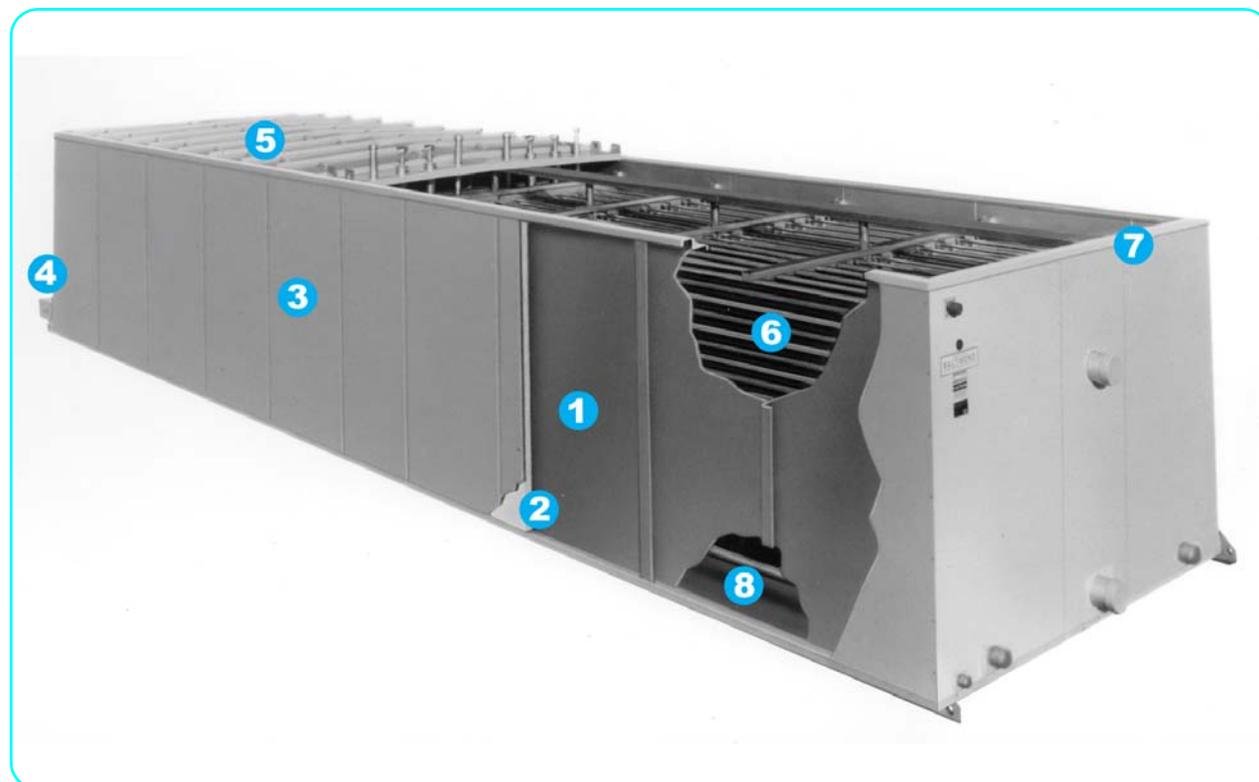
2.3 Wärmetauscher: Im Tank muss ein Stahlwärmetauscher enthalten sein, der aus Stahl-Glattrohrschlangen mit einem Außendurchmesser von 26,7 mm in einem Stahlrahmen montiert ist. Das Rohrbündel, das nach der Fertigung feuerverzinkt wird, muss bei

13 bar Luftdruck unter Wasser getestet und für 10 bar Betriebsdruck ausgelegt sein. Die Rohrbündel-Kreisläufe sind so konfiguriert, dass sie maximale Speicherkapazität liefern. Jedes Gerät muss mit Gewindeanschlüssen ausgestattet sein.

2.4 Sichtrohr: Jedes ICE CHILLER® Eisspeichergerät muss mit einem Sichtrohr geliefert werden, das am Ende jedes Geräts montiert ist. Das Sichtrohr, das aus durchsichtigem Kunststoffrohr gefertigt sein muss, zeigt den Tankwasserstand und den damit zusammenhängenden Eisbestand. Optional ist die exklusive BAC ICE LOGIC Eismengensteuerung sowohl für die manuelle als auch für die automatische Kältemaschinensteuerung erhältlich.

2.5 Kühlflüssigkeitssystem: Die Kühlflüssigkeit muss eine industrielle 25% (nach Gewicht) Glykollösung mit Inhibitoren sein, die speziell für Klima-Anwendungen vorgesehen ist. Die 25% Lösung (nach Gewicht) soll das Aufplatzen durch Einfrieren und Korrosion verhindern. Die Flüssigkeit soll einen effizienten Wärmeaustausch in wasserbasierten Systemen mit geschlossenem Kreisläufen sicherstellen. Korrosionsinhibitoren müssen vorhanden sein, um die Rohre frei von Korrosion und Ablagerungen zu halten.

Konstruktionsmerkmale TSU-C/D – Externe Schmelzanwendung



1. Tank

Der Tank besteht aus robustem, feuerverzinktem Z600-Stahl, welcher durch Stahlwinkel über die gesamte Länge und an allen Seiten verstärkt ist. Alle Nähte sind geschweißt, um eine wasserdichte Konstruktion sicherzustellen. Eine Kaltverzinkung wird auf alle offenen Schnittkanten und Schweißnähte aufgebracht.

2. Isolierung

Eine stranggepresste Polystyrenisolierung wird zwischen dem Längs- und Stirnseiten des Tanks installiert. Die Isolierung ist 80 mm dick an den Tankseiten und -enden und 50 mm dick an der Unterseite und den Abdeckblechen.

3. Außenwände

Komplett abgedichtete Außenverkleidungen liefern eine komplette Dampfsperre und schützen die Isolierung, sie bestehen aus verzinktem Blech (Z600) und sind mit dem exklusiven BALTIBOND® Korrosionsschutz von BAC beschichtet.

4. Luftpumpe

Seitenkanalverdichter für die Montage vor Ort, um Gebläseluft für die Bewegung des Wasser zu liefern. Der Verdichter ist mit einem wettergeschützten Einlassluftfilter für Aufstellungen im Freien geeignet.

5. Abdeckungen

Mehrteilige isolierte Tankabdeckungen sind mit dem exklusiven BALTIBOND® Korrosionsschutz von BAC geschützt.

6. Rohrbündel aus feuerverzinktem Stahl

- Nach der Fertigung feuerverzinkt
- Rohrbündel in einem Stahlrahmen
- Pneumatisch getestet bei 15 bar (31 bar) für Glykol- (Ammoniak-) Anwendungen
- Ausgelegt für einen Betriebsdruck von 10 bar (22 bar)

7. ICE-LOGIC Eisdickensteuerung (nicht abgebildet)

Eine elektronische Mehrpunkt-Eisdickensteuerung ist am Gerät montiert. Ein Steuerrelais zum Abschalten des Kältesystems ist enthalten. Dieses schaltet bei vollständigem Eisaufbau die Kältemaschine ab.

8. Luftverteilung

Niederdruckluft vom Seitenkanalverdichter wird über mehrere perforierte PVC-Rohre unter den Rohrbündeln verteilt.

Benutzerspezifische Rohrbündel für externe Schmelzanwendung (TSU-C/D)

BAC fertigt kundenspezifische ICE CHILLER® Eisspeicher-Rohrbündel, um spezielle projektspezifische Anforderungen zu erfüllen. BAC hat umfassende Forschungen und Tests zu den Aufbau- und Abschmelzeigenschaften von Eisspeichern unternommen. Diese Forschungen und Tests haben zu Auswahlmöglichkeiten geführt, welche von keinem Unternehmen in der Branche erreicht werden.

BAC kann die erforderlichen Temperaturen für den Aufbau von Eis an kundenspezifischen Rohrbündeln auf stündlicher Basis über eine Vielzahl von Bedingungen und Aufbauzeiten vorausberechnen. Der verfügbare Platz, das Lastprofil, die Austrittstemperaturen, die Kältemaschinenkapazität und die Betriebsabfolge können ausgewertet werden, um das Modell zu finden, das am besten zum Einsatzfall passt.

Die ICE CHILLER® Eisspeicher-Rohrbündel sind aus Stahl-Glattrohrschlangen mit einem durchgehenden Außendurchmesser von 26,7 mm aufgebaut. Die Rohrschlangen sind in einem Stahlrahmen montiert, der das Gewicht der Rohrschlangen bei vollem Eisaufbau trägt. Nach der Fertigung werden die Rohrbündel mit Druckluft bei einem Druck von 13 bar unter Wasser auf Leckagen getestet und dann zum Korrosionsschutz feuerverzinkt.

Die Rohrschlangen sind so angeordnet, dass sie einen Gegenstrom-Glykolfluss in nebeneinander liegenden Kreisläufen für maximale Speicherkapazität liefern.

Einzelne Rohrbündel können werkseitig zu Modulen von zwei Rohrbündeln für die Optimierung der Transportkosten und die Verringerung der Montagezeit vor Ort gefertigt werden. Die Glykolverteiler werden im Werk mit einer kaltverzinkten Oberfläche beschichtet. Notwendige Profile und Hebeösen sind an den Rohrbündeln angebracht, um das Heben in die endgültige Positionierung im Speichertank zu ermöglichen.

Betriebsmodi

Das ICE CHILLER® Eisspeichergerät arbeitet in zwei Hauptbetriebsmodi oder -zyklen. Eine mögliche Kombination dieser Betriebszyklen liefert die Flexibilität, die täglichen Klima- oder Kühlanforderungen zu erfüllen. Lange Perioden gleichzeitig zirkulierenden Glykols oder Ammoniaks durch die Rohre und Zirkulation von Wasser durch den ICE CHILLER® sollten jedoch vermieden werden, um die Systemleistung zu optimieren.

Eisaufbau: In diesem Betriebszyklus wird Eis durch Zirkulation von Ammoniak oder einer 30% Lösung (nach Gewicht) von Ethylen-/Propylenglykol mit Inhibitoren durch die im ICE CHILLER® Eisspeichergerät installierten Rohrbündel aufgebaut. Die folgende Tabelle zeigt typische Temperaturen für 8-, 10-, 12 und 14-Stunden-Aufbauzyklen. Zu Beginn des Eisaufbauzyklus ist die Temperatur höher, während am Ende des Eisaufbauzyklus die Temperaturen niedriger sind.



Im Betontank installierte Rohrbündel





Eis abschmelzen: In diesem Betriebszyklus wird das warme Rückflusswasser durch direkten Kontakt zwischen dem Wasser und dem Eis gekühlt, wodurch das im modularen ICE CHILLER® Eisspeichergerät gespeicherte Eis schmilzt.

System schemata

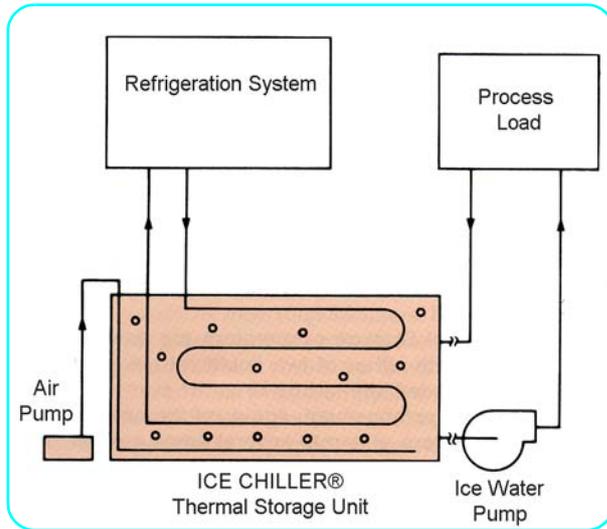
Das Eisspeicherbasissystem enthält ein ICE CHILLER® Eisspeichergerät, eine Kältemaschine und eine Eiswasserpumpe, wie unten dargestellt. Das ICE CHILLER® Gerät besteht aus mehreren Rohrbündeln, die in einen isolierten Wassertank installiert sind. Sowohl das Rohrbündel als auch der Tank sind zum Korrosionsschutz aus feuerverzinktem Stahl hergestellt.

Wenn keine Kühllast vorhanden ist, läuft die Kältemaschine, um Eis auf der Außenfläche des Rohrbündels aufzubauen. Dieser Eisaufbau wird durch die direkte Einspeisung von Kühlmittel in das Rohrbündel erreicht. Um den Wärmeaustausch während des Eisaufbauzyklus zu erhöhen, wird das Wasser durch Luftblasen von einem Niederdruckverteilersystem unter dem Rohrbündel bewegt. Wenn das Eis die Auslegungsdicke erreicht hat, sendet die exklusive ICE-LOGIC Eisdickensteuerung von BAC ein Signal, die Kältemaschine auszuschalten.

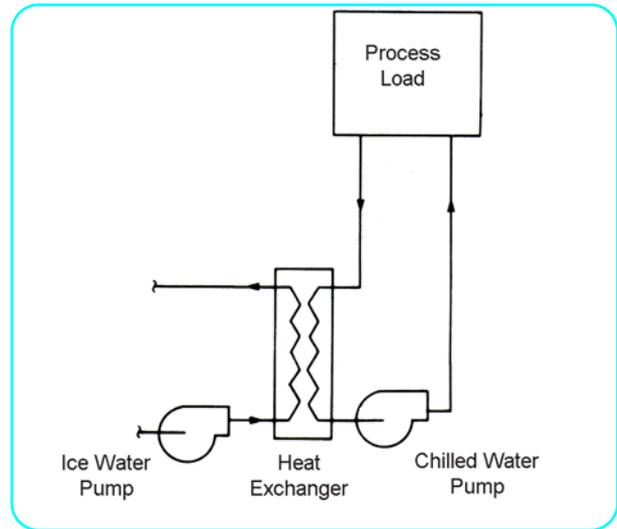
Wenn gekühltes Wasser für die Kühlung erforderlich ist, wird die Eiswasserpumpe gestartet und der Abschmelzzyklus beginnt. Warmes Wasser, das von der Kühllast zurückfließt, zirkuliert durch den ICE CHILLER® Tank und wird durch direkten Kontakt mit dem schmelzenden Eis gekühlt. Während dieses Zyklus wird das Tankwasser zur Verbesserung des Wärmeaustausches ebenfalls bewegt und liefert normalerweise eine konstante Wasserzufuhrtemperatur von 1° C oder weniger.

Einen geschlossenen Kaltwasserkreislauf sehen Sie in der folgenden Abbildung. Bei diesem System wird warmes Rückflusswasser von der Kühllast durch einen Wärmetauscher gepumpt und durch den Eiswasserkreislauf vom ICE CHILLER® Gerät gekühlt.

Genauere Informationen über den Aufbau und den Betrieb der BAC ICE CHILLER® Eisspeichergeräte erhalten Sie bei Ihrem lokalen BAC Balticare-Vertreter.



Grundschema – Externes Abschmelzen



Schema mit zwischengeschaltetem Wärmetauscher

Konstruktionsdaten TSU-C/D

1.0 ICE CHILLER® Eisspeichergerät

1.1 Allgemein: Als ICE CHILLER® Eisspeichergerät muss das Baltimore Aircoil Modell TSU-_____ verwendet werden. Die Gesamtabmessungen des Geräts dürfen maximal _____ m x _____ m mit einer maximalen Höhe von _____ m betragen. Das Betriebsgewicht darf maximal _____ kg betragen.

1.2 Thermische Leistung: Jedes Gerät muss eine Eisspeicherkapazität von _____ kWh haben, wenn es mit dem _____ Kältemittel betrieben wird, und eine Aufbauzeit von _____

_____ Stunden bei einer Verdampferenntemperatur von _____ °C.

1.3 Erfahrung: Hersteller, die Angebote für Geräte in dieser Spezifikation einreichen, müssen ein Standardproduktionsmodell dieses Geräts haben, das seit 3 Jahren hergestellt und eingesetzt wird. Der Hersteller muss Nachweise bringen, dass das Gerät bei mindestens 50 Anwendungen erfolgreich betrieben wird, die dasselbe Kältemittel und dieselbe Abschmelzanordnung wie angegeben nutzen.

2.0 Konstruktionsmerkmale

2.1 Tank: Der Tank muss aus robustem, feuerverzinktem Z600-Stahl bestehen und durch Stahlwinkel über die gesamte Länge und an allen vier Seiten verstärkt sein. Alle Nähte müssen geschweißt sein, um eine wasserdichte Konstruktion sicherzustellen. Eine Kaltverzinkung muss auf allen Schnittkanten und Schweißnähte aufgebracht sein.

2.2 Rohrbündel: Das Rohrbündel muss aus Glattrohrschlangenkreisläufen bestehen und muss bei einem Luftdruck von 15 bar (31 bar für Ammoniak Anwendungen) unter Wasser abgedrückt sein. Das Rohrbündel muss in einem Stahlrahmen montiert sein und die gesamte Baugruppe muss nach der Fertigung feuerverzinkt werden. Für die Verwendung mit Ammoniak-Kältemittel muss das Rohrbündel komplett mit Spülluftanschluss für die Ölwartung ausgestattet sein.

2.3 Isolierung: Stranggepresste Polystyrenisolierung muss zwischen dem Tank und den Außenwänden geliefert werden. Die Isolierung muss 80 mm dick an den Längs- und Stirnseiten und 50 mm dick an der Unterseite und in den Deckeln der Abdeckungen sein.

2.4 Außenwände: An allen komplett abgedichteten Außenverkleidungen muss eine komplette Dampfsperre vorhanden sein. Die Außenverkleidungen schützen die Isolierung und sind mit dem exklusiven BALTIBOND® Korrosionsschutz von BAC beschichtet.

2.5 Abdeckungen: Die ICE CHILLER® Geräte müssen mit geteilten isolierten Stahlabdeckungen mit BALTIBOND® Korrosionsschutz ausgestattet sein.

2.6 Eisdickensteuerung: Ein Sensorelement muss am Rohrbündel montiert sein, um die Kältemaschine bei vollem Eis aufbau zu deaktivieren.

2.7 Luftpumpe: Ein Seitenkanalverdichter für die Montage vor Ort muss mitgeliefert werden, um Gebläseluft für die Bewegung des Wasser zu liefern. Der Verdichter ist mit einem wettergeschützten Einlassluftfilter ausgestattet und für Aufstellungen im Freien geeignet.

2.8 Luftverteiler: Niederdruckluft muss durch mehrere perforierte PVC-Rohre verteilt werden.



Eisspeicherprodukte

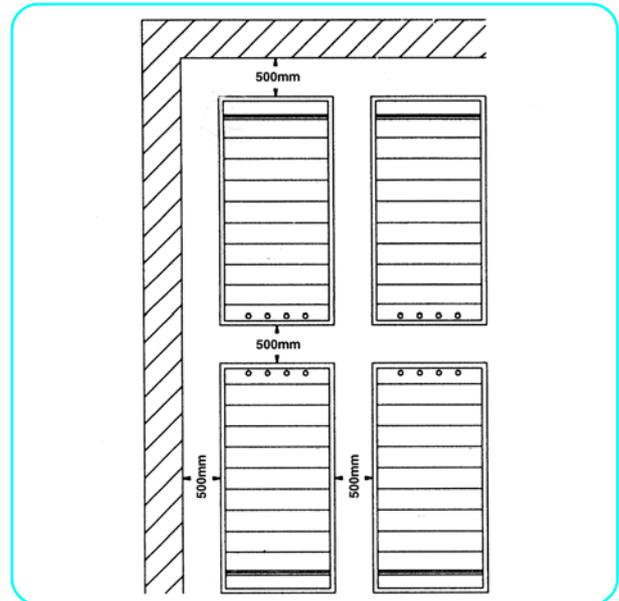
Technische Überlegungen

ICE CHILLER[®] Produkte

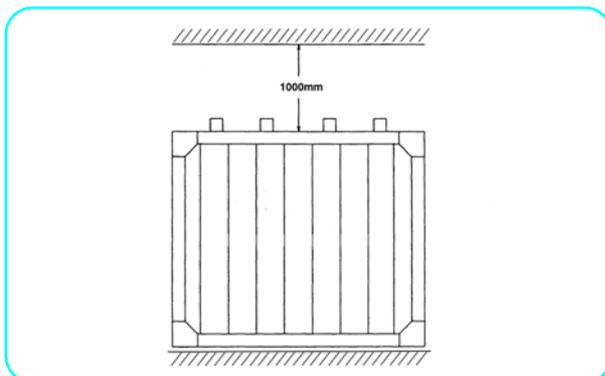
Installation

ICE CHILLER[®] Eisspeichergeräte müssen auf einer gleichmäßigen ebenen Fläche installiert werden. Die Aufstellfläche Platte darf bei einer Distanz von 3 Metern eine max. Abweichung von 3 mm in der Ebene nicht überschreiten – siehe Abbildung: Planungsempfehlungen für das Gerät. Die Geräte sollten so positioniert werden, dass genügend Abstand zwischen den Geräten und den angrenzenden Wänden ist, um problemlosen Zugang zu ermöglichen. Wenn mehrere Geräte installiert werden, sollten mindestens 50 cm zwischen den Geräten als Abstand eingehalten werden.

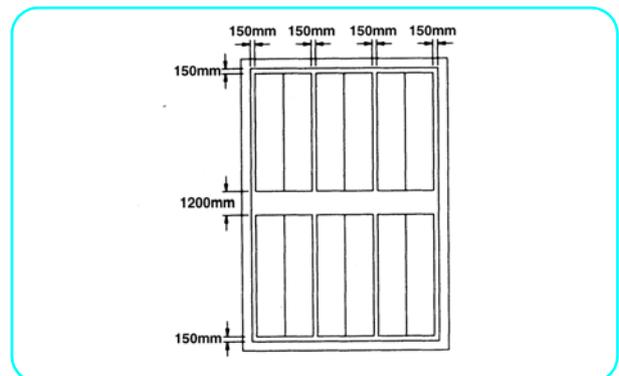
Bei Installation in Innenräumen gelten die oben beschriebenen Zugangs- und Aufstellungsanforderungen ebenfalls. Die Geräte sollten in der Nähe eines Bodenabflusses aufgestellt werden, falls sie entleert werden müssen. Die Mindestdeckenhöhe über dem Tank für ordnungsgemäße Rohrinstallation beträgt 1 Meter. Die folgende Abbildung zeigt den empfohlenen Abstand über dem ICE CHILLER[®] Eisspeichergerät. ICE CHILLER[®] Eisspeichergeräte von BAC sind zerlegt lieferbar, wenn die Geräte in Innenräumen installiert werden müssen, bei denen der Zugang eingeschränkt ist. Der Aufbau zerlegter Gerät erfordert BAC Richtmeister, die bei der Montage dieser Gerät vor Ort helfen. Wenden Sie sich an den lokalen BAC-Balticare-Vertreter, um Näheres zu erfahren. Für große Projekte liefert BAC ICE CHILLER[®] Eisspeicherrohrbündel für die Installation in vor Ort erstellen Betontanks. Dieses Produktangebot zeigt die Produktausführungen und die Flexibilität von BAC. Wenn Rohrbindel erforderlich sind, erlauben die Fertigungsmöglichkeiten von BAC die Herstellung von Rohrbindeln in der Größe und Konfiguration, die für die Erfüllung spezieller Standort- und Leistungsanforderungen nötig ist. Der Betontankentwurf muss von einem qualifizierten Bauingenieur ausgeführt werden. Die folgende Abbildung zeigt die Entwurfsrichtlinien des ICE CHILLER[®] Eisspeicherrohrbündels. Auftriebskräfte aufgrund des Dichteunterschieds zwischen Eis und Wasser erfordern die Installation von Niederhalterwinkeln oben auf den Rohrbindeln. Dies verhindert, dass die Rohrbindel aufschwimmen, wenn mit Eis beladen sind. Für große Projekte, die ICE CHILLER[®] Rohrbindel erfordern, wenden Sie sich an den lokalen BAC Balticare-Vertreter der Sie bei der Auswahl und Dimensionierung berät.



Planungsempfehlungen für das Gerät



Empfohlener Abstand über dem Gerät



Planungsempfehlungen für die Rohrbindel

Geräterohrssysteme

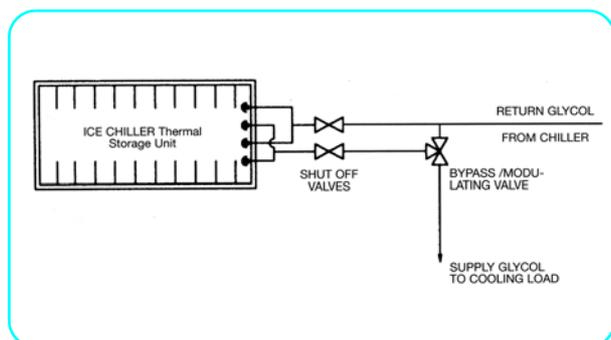
Die Installation der Rohrleitungen zum ICE CHILLER® Eisspeichergerät sollte gemäß den gültigen Rohrsystemrichtlinien erfolgen. Die Rohrbündelanschlüsse am Gerät sind aus verzinktem Stahl und für die mechanische Verbindung mit Nuten versehen.

Für Anwendungen mit einem gemeinsamen Tank sollte paarweise verbundene Rohrbündel ein Absperrventil enthalten, damit das Gerät vom System getrennt werden kann. Die folgende Abbildung zeigt die Ventilanordnung für ein Einzelgerät. Das Rohrsystem sollte eine Bypassleitung enthalten, um den Betrieb des Systems ohne das ICE CHILLER® zu ermöglichen. Dieser Bypass kann durch den Einbau eines modulierenden Dreiwegeventils in das Rohrsystem erfolgen. Dieses Ventil kann auch verwendet werden, um die Glykolaustrittstemperatur aus dem Eisspeichergerät zu regeln. Temperatur- und Druckmessfittings sollten eingebaut werden, um einen einfacheren Durchflussausgleich und eine einfachere Systemfehlerbehebung zu ermöglichen. Ein Überdruckventil, das auf einen Maximalwert von 10 bar eingestellt ist, muss zwischen den Absperrventilen und den Rohrbündelanschlüssen eingebaut werden, um die Rohrbündel vor übermäßigem Druck aufgrund der hydraulischen Ausdehnung zu schützen. Das Überdruckventil sollte zu einem Teil des Systems überströmen lassen, welches einen niedrigeren Flüssigkeitsdruck hat.

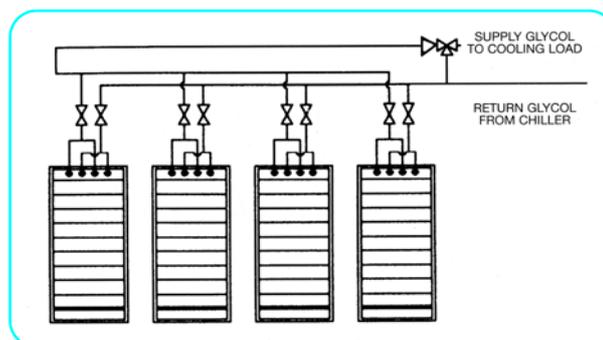
ACHTUNG: Das System muss einen Druckausdehnungstank enthalten, um Änderungen des Flüssigkeitsvolumens aufzunehmen. Ausreichend dimensionierte Entlüftungsventile müssen an den höchsten Punkten im Rohrsystemkreislauf installiert werden, um eingeschlossene Luft aus dem System zu entfernen. In Fällen, in denen sich das Rohrsystem zu den Speichertanks an der höchsten Stelle des Kreislaufes befindet, müssen Entlüftungsventile über den Geräten in das Rohrsystem eingebaut werden, um überschüssige Luft aus dem System zu entfernen.

Die folgende Abbildung zeigt das Rückflussrohrsystem für mehrere, parallel installierte Geräte. Die Verwendung von Rückflussrohrsystemen wird empfohlen, um einen ausgeglichenen Fluss zu jedem Gerät sicherzustellen. Verschlussventile an jedem Gerät können statt Regelventilen eingesetzt werden.

Wenn eine große Anzahl von ICE CHILLER® Eisspeichergeräten installiert wird, sollte das System in Gerätegruppen eingeteilt werden. Dadurch wird kein hydraulischer Ausgleich für jedes einzelne Gerät benötigt, sondern es kann mit einem gemeinsamen Regelventil für jede Gruppe von Geräten gearbeitet werden. Absperrventile für die Isolierung einzelner Geräte sollten installiert, aber nicht für den Ausgleich des Glykolflusses zum Gerät verwendet werden.



Ventilanordnung bei Einzelgerät



Rückfluss-Verrohrung

Steuerungen

Eine Eis-Bestandskontrolle, die ein Ausgangssignal von 4 – 20 mA liefert, ist verfügbar. Diese Kontrolle sollte für die Feststellung des Eises im Bestand und die Beendigung des Eisaufbauzyklus verwendet werden. Umfangreiche Informationen zur Betriebssteuerung werden im Bedienungs- und Wartungshandbuch gegeben.

Glykol

ICE CHILLER® Eisspeichergeräte verwenden normalerweise eine 25% Lösung (nach Gewicht) industriellen Glykols mit Inhibitoren sowohl für den Korrosions- als auch für den Einfrierschutz. Für die Industrie geeignetes Glykol mit Inhibitoren soll speziell Korrosion in Klima- und

Wärmetauschergeräten verhindern. Inhibitoren werden eingesetzt, um zu verhindern, dass das Glykol säurehaltig wird und um die Metallkomponenten im Eisspeichersystem zu schützen. Die niedrigsten Betriebstemperaturen des Systems sollten 3° C bis 4° C über dem Gefrierpunkt von Glykol liegen. Der Gefrierpunkt für ein System mit 25% (nach Gewicht) Glykol ist -12° C.

ACHTUNG:

1. Glykol ohne Inhibitoren und Frostschutzlösungen aus der Automobilindustrie dürfen bei Eisspeicheranwendungen NICHT eingesetzt werden.
2. Glykollösungen sind NICHT kompatibel mit feuerverzinkten Stahlteilen. Deshalb sollten Glykolrohrsysteme nur an der Außenseite feuerverzinkt werden.

Wasserbehandlung

In der Nähe der Gefriertemperaturen des ICE CHILLER® Eisspeichergeräts sind Ablagerungen und Korrosionen auf natürliche Weise minimiert. Deshalb sind Wasserbehandlungsgeräte für diese zwei Bedingungen möglicherweise nicht erforderlich oder erfordern minimale Aufmerksamkeit, außer das Wasser ist von Natur aus korrosiv. Um das biologische Wachstum zu kontrollieren, kann ein Biozid zur Verhinderung der Verbreitung von Eisenbakterien oder anderer Organismen erforderlich sein. Wenden Sie sich wegen spezieller Empfehlungen an ein anerkanntes lokales Wasserbehandlungsunternehmen und befolgen Sie die folgenden Richtlinien:

Eigenschaft des Wassers	Bereich
PH	7,0 bis 9,0 ⁽¹⁾
Carbonathärte	30 bis 50 mg/l
Säurekapazität	500 mg/l max.
Gesamtsalzgehalt	1.000 mg/l max.
Chloride	125 mg/l max. als Cl
Sulfate	125 mg/l max.
Elektrische Leitfähigkeit	700 µS/cm bei 0°C ⁽²⁾

Hinweise:

1. Ein pH-Wert des Wassers von 8,3 oder höher erfordert die regelmäßige Passivierung des feuerverzinkten Stahls, um "weißen Rost" zu verhindern, die Ansammlung weißer, wachsartiger, nichtschützender Zinkkorrosionsprodukte auf feuerverzinkten Stahloberflächen.
2. Die maximale elektrische Leitfähigkeit von 700 µS/cm bei 0° C ist wichtig für den ordnungsgemäßen Betrieb der ICE LOGIC Eismengensteuerung.

Falls Wasser im System vorhanden ist, sollte die Wasserbehandlung den Gefrierpunkt des Wassers nicht ändern, um die volle Kapazität des ICE CHILLER® Eisspeichergeräts zu gewährleisten.

Winterfest machen

Es müssen Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden, um das Gerät und die damit verbundenen Rohrsysteme vor Einfrieren zu schützen. Begleitheizungen und Isolierungen sollten an allen Rohrsystemen installiert werden, die am Gerät angeschlossen sind. Das Sichtrohr, die Betriebssteuerungen und der optionale Bestandssensor müssen mit einer Begleitheizung und Isolierung ausgestattet sein. Es ist nicht nötig, das Gerät bei kaltem Wetter zu entleeren. Durch Einfrieren des Wassers im Gerät während des Winters werden die Rohrbündel oder das Gerät nicht beschädigt.

Druckabfall

Das ICE CHILLER® Eisspeichergerät ist für niedrige Druckverluste ausgelegt. Druckverluste für unterschiedliche Durchflussraten und alternative Flüssigkeiten sind beim lokalen BAC Balticare-Vertreter erhältlich.

Garantien

Bitte beachten Sie die Gewährleistungsbedingungen, welche zum Zeitpunkt des Kaufes dieser Produkte gültig sind.

