

DATENCENTER

Kühlung und Kälteerzeugung



Kälteerzeugung auf hohem Niveau

- Maximales Freecooling dank hohen Kaltwasser Temperaturen
- Hohe COP-Werte dank tiefen Rückkühltemperaturen
- Minimale Kältemaschinen-Laufzeiten dank bedarfsabhängiger Lastabfuhr
- Sicherheit durch n+1 Redundanz

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	Seite	3
Primärseite Wärmeabfuhr	Seite	4
Abführen der DC-Wärme		
Kühlwandmodule	Seite	5
Anlagenbeschreib		
Technische Daten (Beispiel) Kühlwandmodul 100 kW		
Sekundärseite Kälteerzeugung	Seite	7
Aufbereiten der Kälteenergie für die DC-Kühlung		
Systemdefinition Kälteerzeugung		
Kältemaschine mit Maschinengehäuse	Seite	9
Anlagenbeschreib		
Prinzipschema		
Effizienz einer Kältemaschine		
Wahl des Kältemittels		
Hydraulikmodul	Seite	10
Anlagenbeschreib		
Technische Daten (Beispiel)		
Hybaco® Hybrider Rückkühler	Seite	12
Anlagenbeschreib		
Qualität Benetzungswasser		
V-Form		
Prinzipschema		
Komponenten		
Auslegungsbeispiel Hybaco® Rückkühler		
Regulierung und Anbindung	Seite	15
Abstimmung der Komponenten		
Regulierung und Anbindung		



Einleitung

Welche Faktoren beeinflussen die Effizienz eines Datacenters?

Ein Datacenter wird anhand seines PUE-Wertes beurteilt. Der PUE-Wert sagt aus, wieviel Energie nötig ist, um den Datacenter-Betrieb sicherzustellen. Nebst den eigentlichen Daten-Rechnern welche rein elektrische Energie beziehen, braucht es HLK-Installationen um die Energie zur Kühlung der Rechner zur Verfügung zu stellen. Und es braucht Geräte zur eigentlichen Kühlung der Rechner. Es gibt verschiedene Ansätze diese Energieumwandlungen umzusetzen. Es gibt direkte Systeme, bei denen die Rechner über interne Kühl-Circuits gekühlt werden; Kaltwasser strömt direkt durch die Rechner. Andere Modelle verfolgen ein Doppelboden-System – die kalte Luft wird via Doppelboden in die DC-Fläche eingeblasen, bedarfsabhängig durch die Rechner erwärmt und über ein Abluft-System abgezogen und wieder heruntergekühlt.

Zur Wahl des Systems müssen auch Peripherie Fragen geklärt werden. Ist der Zugang in den DC-Bereich im Falle einer Störung/einer Wartung zugelassen oder dürfen die Geräte nur in einer ausserhalb des DC-Bereich liegenden Zone unterhalten werden? Des Weiteren stellen sich Fragen nach der geforderten Sicherheit. Ist eine Redundanz notwendig? Ja, das ist sie meistens. Die installierten Rechner haben in der Regel Systemrelevanz und dürfen unter keinen Umständen ausfallen. Da kommt oftmals Tier 3 zu Zuge;

n+1 Redundanz. Dies besagt, dass innerhalb eines System jeweils ein Anlagenteil ausfallen kann, gleichzeitig jedoch die verbleibenden Anlagenteile in der Lage sind die geforderte Leistung zu bringen. Bei einem 100 kW Cage, müssen also in jedem Fall 100 kW Kühlleistung zur Verfügung stehen. Bei n+1 heisst das, dass mindestens 2 Kühleinheiten installiert werden müssen. Erhöht man die Anzahl der unabhängigen Anlagenteile, so wird die einzelne zu erbringende Leistung reduziert. Jedoch heisst das gleichzeitig, dass die Anzahl Einheiten ansteigt. So können 1+1, 2+1 oder auch 3+1 Systeme konzipiert werden. Die Frage welche Konstellation sinnvoll ist, wird auch durch geometrische, räumliche Gegebenheiten definiert. Zudem müssen die Kosten betrachtet werden. Bei einem 100 kW Cage und einer 5+1 Auslegung, muss zwar jeder Anlagenteil nur 20 kW Leistung bringen, auf der anderen Seite müssen dann 6 unabhängige Systeme installiert werden; inkl. unabhängiger Steuerung und Integration. Die Tier 3 Regel wird auf sämtliche Datacenter Relevanten Systeme angewandt. Also sind auch zwei elektrische Netze notwendig als auch 2 getrennte hydraulische Netze (Kaltwasser Versorgung).

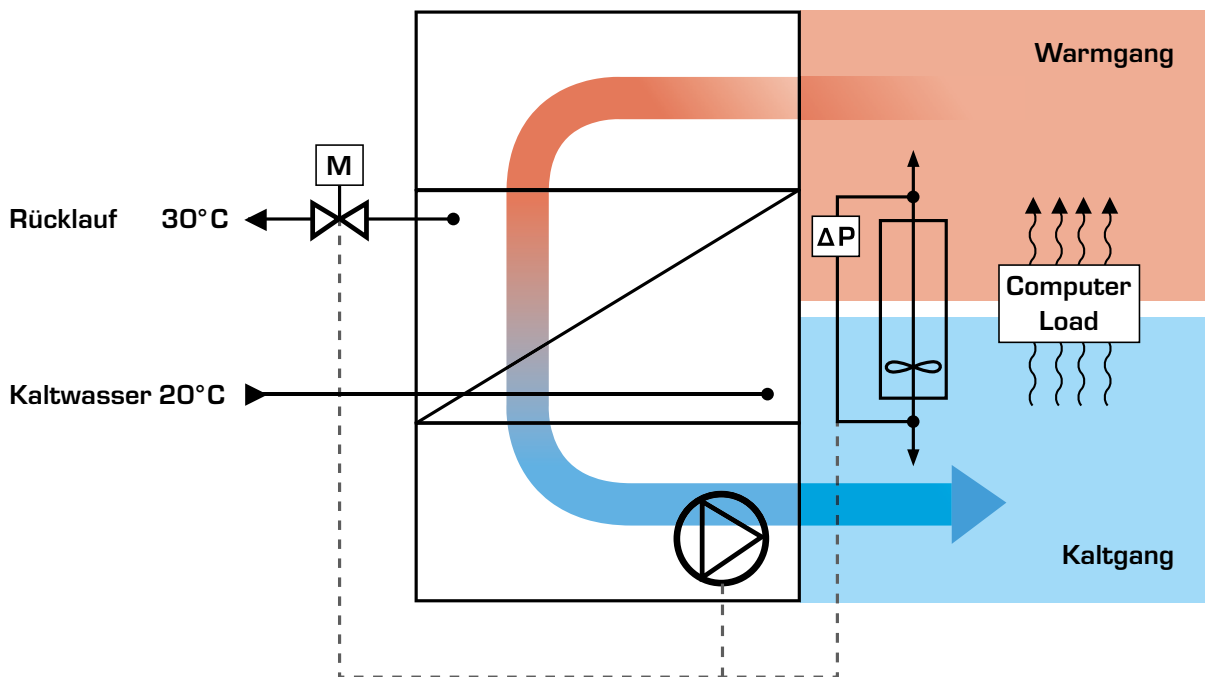
In einem Datacenter muss einerseits die Wärme aus dem DC-Bereich abgeführt werden, andererseits muss die Kälteenergie zur Verfügung gestellt werden. Es können somit eine Primärseite (DC-Wärme) und eine Sekundärseite (Kälteerzeugung) definiert werden. Für beide Anlagenteile gilt unter Umständen wieder die Tier 3 Regel, also n+1 Redundanz.

Primärseite Wärmeabfuhr

Abführen der DC-Wärme

Die in einem Datacenter installierten Rechner erzeugen neben Rechnerleistung hauptsächlich Wärme. Diese muss abgeführt werden. Dabei übernehmen die installierten Rechner eine wichtige Rolle. Interne Temperaturüberwachungssysteme lassen die Rechner-internen Kühlsysteme bedarfsabhängig laufen. Im Falle einer Luftkühlung ist die Rechner Platine mit einem Temperatursensor ausgestattet, welcher stetig die Oberflächentemperatur der Platine überwacht. Steigt die Temperatur an, werden die Ventilatoren hochgefahren. Schlussfolgerung, es soll nur so viel Kaltluft in den DC-Bereich gefördert werden wie die Rechner benötigen. Dies ist gegeben, wenn beidseits der Rechner der gleiche Druck herrscht, also kein Differenzdruck vorhanden ist. Dies ist eine Aufgabe zur Regulierung der Kaltluftmenge. Weiter werden die DC-Flächen unterschiedlich aufgeteilt. Ist ein einziger Mieter vorhanden oder sind es diverse, unabhängige Mieter die einen Teil der DC-Flächen beanspruchen? Die Rackreihen sind heutzutage sehr standardisiert. Ein Rech-

ner hat eine definierte Breite und eine variable Höhe, je nach Leistung. Es ergibt sich eine Rackreihe. Eine Möglichkeit ist die Bildung eines Warm- und eines Kaltgangs zur räumlichen Trennung der Rackreihen. Im Kaltgang wird die benötigte kalte Luft eingeblasen und den Rechner zur Kühlung zur Verfügung gestellt. Im Warmgang wird die bedarfsabhängig erwärmte Luft durch die Kühlmodule abgesaugt und wieder auf Einblastemperatur gekühlt. Je nach Tageszeit und Geschäftstätigkeit ist die bezogene Leistung unterschiedlich. Eine ausgeklügelte Regulierung macht es möglich, dass die UML-Kühleinheiten nur soviel fördern, wie aktuell gerade benötigt wird. Mountair hat hierzu sogenannte „Kühlwand-Module“ entwickelt, welche den räumlichen und leistungsabhängigen Gegebenheiten angepasst werden – Auslegung und Konstruktion unterscheiden sich in jedem Projekt. Nachfolgend ein Beispiel einer Kühlwand und ein Anlagenbeschreib ausgelegt auf 2+1-Redundanz sowie eine Kühlleistung von 100 kW pro Rackreihe.





Kühlwandmodule

Anlagenbeschreib

Ein Kühlwand Modul hat 100 kW Nennleistung und ist in drei Zonen aufgeteilt. Entfällt eine Zone aufgrund eines Defektes sind die zwei verbleibenden Zonen in der Lage die geforderten 100 kW Kühlleistung zu erbringen.

Ein Kühlwand Modul ist einer Serverreihe zugeordnet. Die Server werden von der gleichen Seite aufgestellt. Hinten wird kalte Luft angesaugt (Kaltgang) und vorne (Bedienerseite) wird die durch die Server aufgewärmte Luft ausgeblasen (Warmgang). Die Server fördern die zur Kühlung benötigte Luft mit eigenen Computer-Ventilatoren selbst vom Kalt- in den Warmgang.

Das Kühlwand Modul hat die Aufgabe die erwärmte Luft aus dem Warmgang abzusaugen, diese herunterzukühlen und im Kaltgang wieder einzublasen. Die Kühlwand arbeitet als Umluft-Einheit (UML).

Das zur Kühlung benötigte Kaltwasser (20 °C) wird redundant bereitgestellt. Es gibt zwei Wassernetzte (A+B). Je Kühlwand sind drei Zonen realisiert. Im Normalbetrieb leistet jede Zone 33,3 kW Kühlleistung, im Notbetrieb leistet eine Zone bis zu 50 kW Kühlleistung. Jede Zone ist mit einem eigenen Ventilator bestückt. Im Normalbetrieb fördert ein Ventilator 10'000 m³/h. Im Notbetrieb fördert ein Ventilator 15'000 m³/h je Zone.

Das UML-Kühlwand Modul ist als Umlenkmodul konzipiert. Die erwärmte Luft (34 °C) wird über eine Filterwand ins Modul gesogen und über Wasser-Luft-Wärmetauscher abgekühlt (24 °C) um danach wieder in den Kaltgang befördert zu werden. Das erwärmte Wasser (30 °C) wird per «Erzeuger Gruppe Kühlung» wiederum auf die benötigten 20°C heruntergekühlt.

Die UML-Kühlwand-Module werden so betrieben, dass sie best möglich arbeiten. Das heisst, es soll nur so viel Luft gefördert werden wie nötig. Die Luft soll sich in den Server-Computern maximal zulässig erwärmen. Die hierfür benötigte Luftmenge wird optimiert. Sinkt das delta-T ab, so werden die Ventilatoren zurückgefahren. Das delta-T soll optimaler Weise möglichst nah dem Wert 10 K sein.

Technische Daten (Beispiel) Kühlwandmodul 100 kW

Höhe	3630 mm
Breite	1220 mm
Länge	1800 mm

Umluft

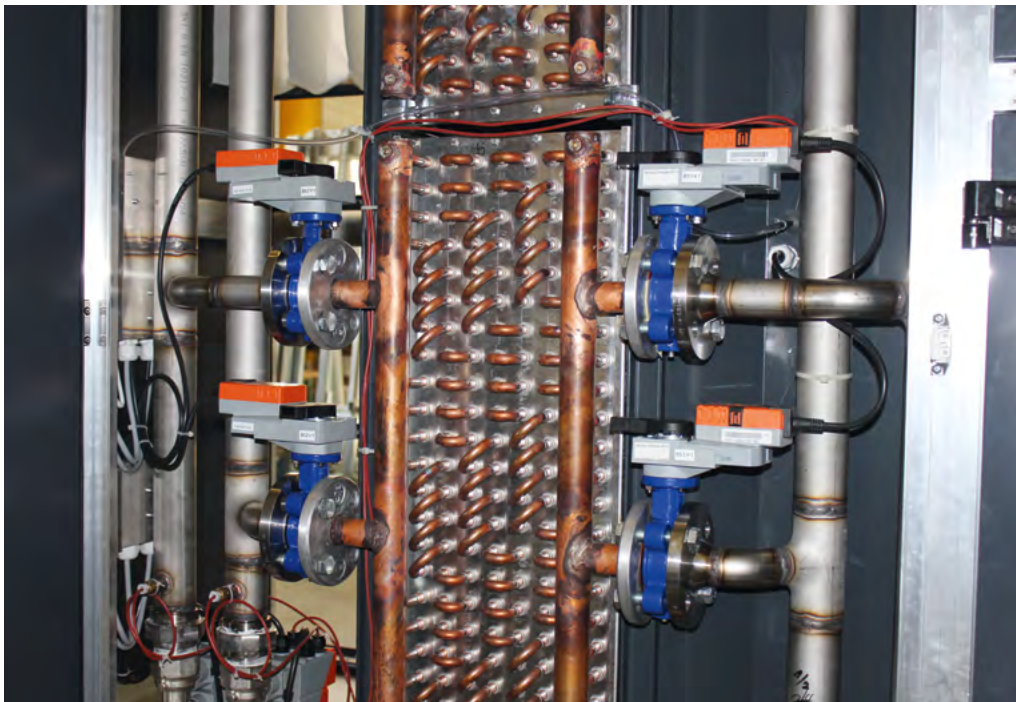
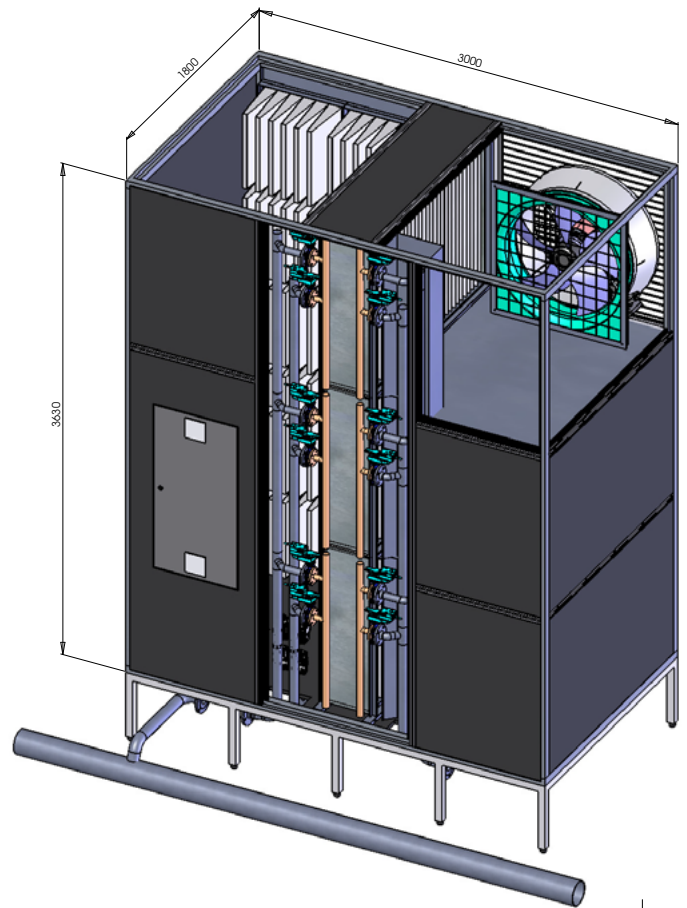
Volumenstrom	30'000 m ³ /h
Nennleistung	100 kW

Luftkühler (3 Stk. = n+1)

Luft Eintritt	34 °C
Luft Austritt	24 °C
Kühlleistung	33.3 kW / 50 kW
Temperatur Vorlauf	20 °C
Temperatur Rücklauf	30 °C
Druckverlust	10 kPa
Anzahl Rohrreihen	8 RR
Material WT-Rohre	Cu
Material Lamellen	AL

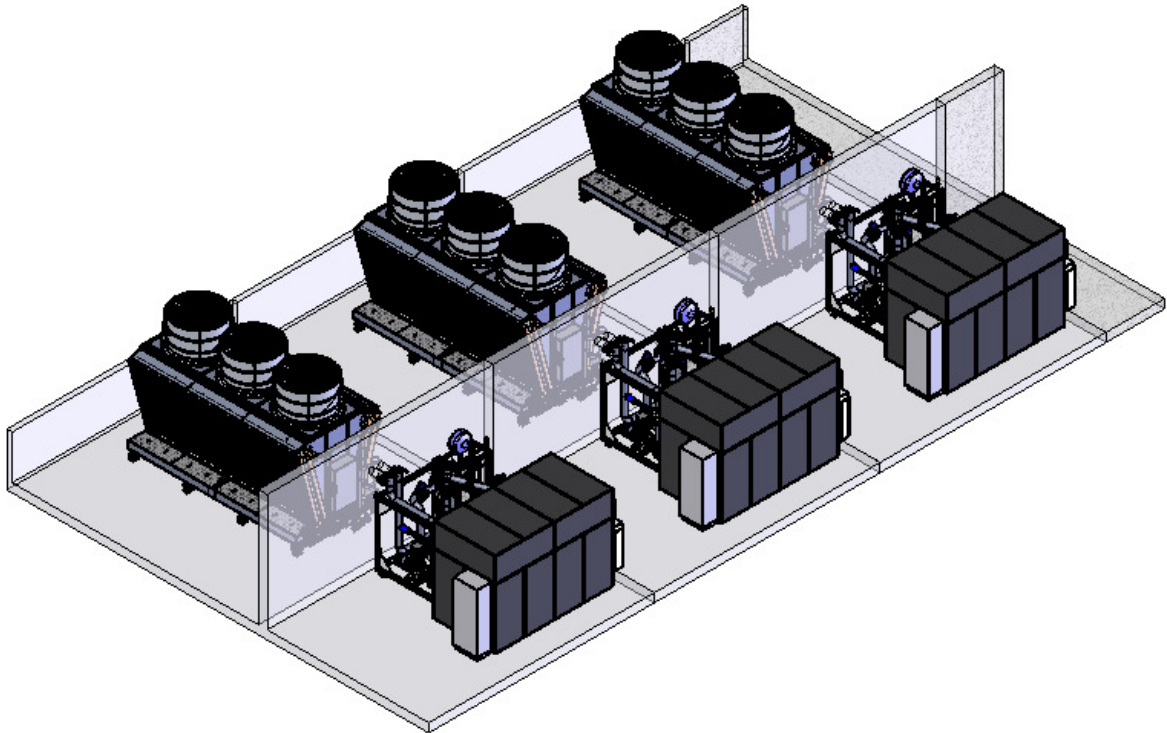
Ventilator (3 Stk. = n+1)

Volumenstrom	10'000 m ³ /h
Leistung Nennbetrieb	700 Watt
Strom	1.0 A



Kühlwandmodul, redundante Erschliessung

Sekundärseite Kälteerzeugung



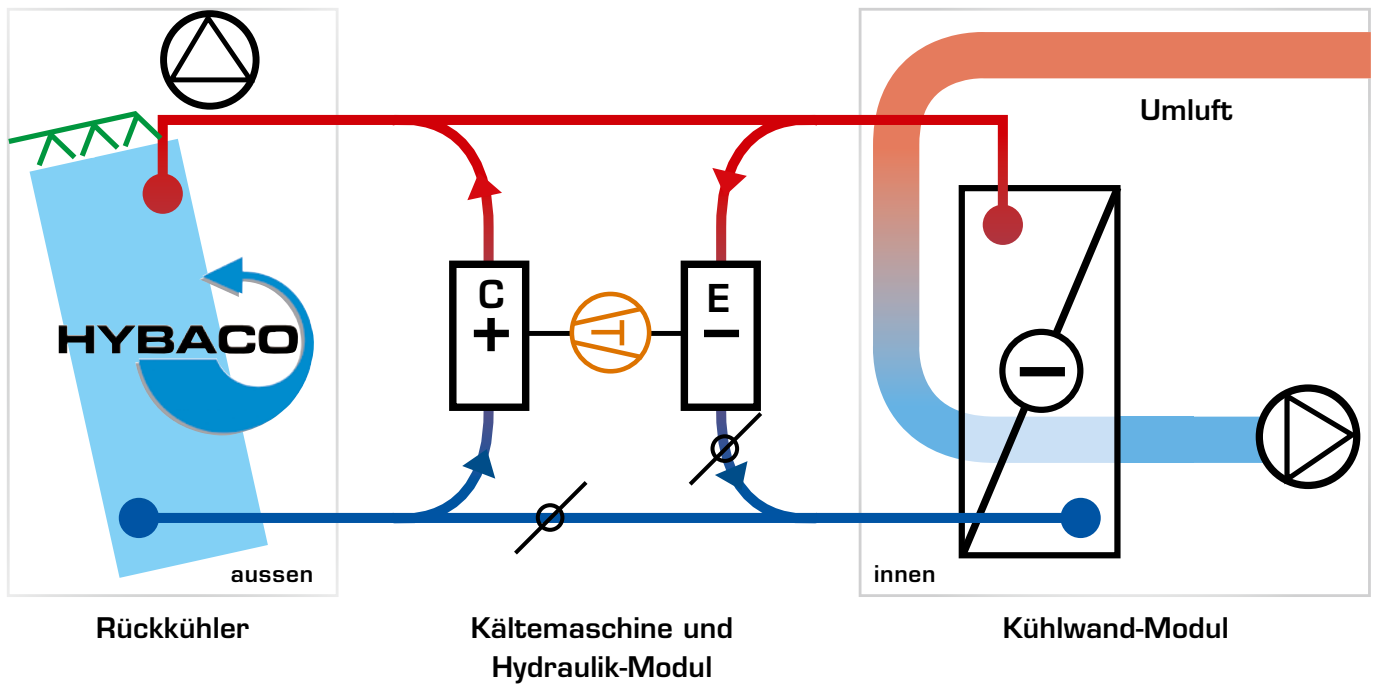
Aufbereiten der Kälteenergie für die DC-Kühlung

Unabhängig wie die Rechner im DC-Bereich gekühlt werden, Kälteenergie muss dazu zur Verfügung gestellt werden. Wir sprechen von Kaltwasser, das dann in den Wärmeübertragern der UML-Kühlwand-Module verwendet werden. Auch im Falle von direkter Rechnerkühlung mittels Kaltwasser-Rohren innerhalb der Computer, wird Kälteenergie in Form von Kaltwasser benötigt.

Datencenter-Rechner brauchen keine sehr kalten Bedingungen um effizient betrieben werden zu können. Wie bereits beschrieben, haben die Rechner eine interne Temperaturregelung. Ein DC-Rechner arbeitet optional im Bereich von 20–40°C. Dieser Fakt hat zur Folge, dass verhältnismässig hohe Kaltwassertemperaturen ausreichend sind. Es ist also nicht notwendig 6°C PKW zur Verfügung zu stellen. Zumal dies weitere Nachteile wie Kondensatbildung mit sich bringt.

Grundsätzlich gilt – umso kleiner der Hub, umso effizienter kann eine Kälteanlage betrieben werden. Je kleiner der Hub sein soll, desto höher muss die Kaltwassertemperatur sein (unabhängig von der Lastabführung auf der Sekundärseite der Kälteanlage). Die Kaltwassertemperaturen müssen also so gewählt sein, dass die Wärmeübertrager nicht zu gross sind (hoher Druckverlust = stetiger Energieverbrauch), gleichzeitig aber die Kälteenergie effizient aufbereitet werden kann. Es ist also gut möglich mit 18–20°C Kaltwasser Vorlauftemperatur zu arbeiten, um gleichzeitig die DC-Luft von 34°C auf 24°C runterzukühlen.

Die Wahl einer hohen Kaltwassertemperatur hat den Vorteil, maximales Freecooling arbeiten zu können und die Betriebszeiten der Kältemaschinen zu reduzieren.



Systemdefinition Kälteerzeugung

Benötigt wird Kaltwasser für die Rechner Kühlung. Um dieses bereitzustellen werden Kältemaschinen eingesetzt. Auf deren Primärseite wird die Kälteenergie bereitgestellt, während auf deren Sekundärseite die Kondensationsabwärme abgeführt wird. Dies wird mit Rückkühlanlagen gemacht. Zwischen Verbraucher/PKW-Speicher und der Kälteerzeugung bedarf es noch einiger Pumpen und Ventile um die Bereitstellung zu gewährleisten.

Im Falle der DC-Anwendung hat Mountair ein Hydraulik-Modul konzipiert, das neben der Medium-Förderung auch die Free-cooling-Kälte Erzeugung kontrolliert, optimiert und stetig in den Kaltwasserkreis einkoppelt. Wir sprechen hier also von 3 Einheiten: Kältemaschine zur Kaltwassererzeugung, Rückkühler zur Abführung der Kondensationswärme (im Sommer) und Bereitstellung von Freecooling-Kälteenergie sowie dem sogenannten Hydraulik-Modul welches den beiden Anlagen (Kältemaschine, Rückkühler) übergeordnet ist und die Regulierung einer solchen Kälteerzeuger Einheit übernimmt.

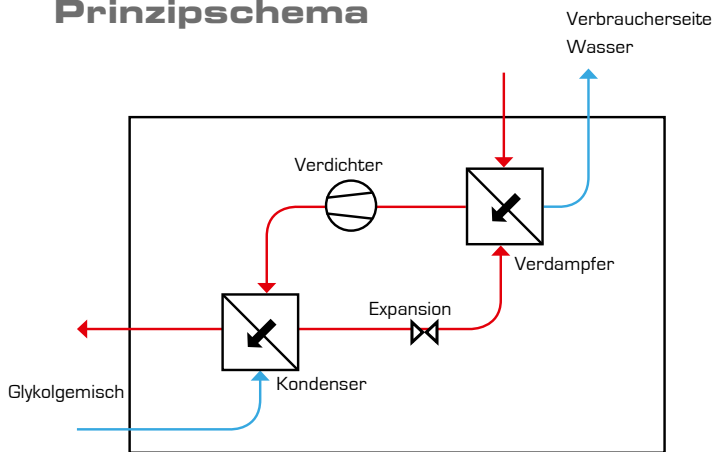
Kältemaschine mit Maschinengehäuse

Anlagenbeschreib

Kältemaschinen arbeiten mit dem thermodynamischen Kreisprozess und nutzen somit die Phasenübergänge Verdunstung/Verdampfung zur Entfaltung ihrer Wirkung. Der «Gewinn» entzieht das System auf der kalten Seite, beim Verdampfer. Kältemittel wird im Wärmeübertrager verdampft und nimmt thermische Energie in sich auf. Somit wird dem Primärkreis Wärme entzogen und kühlt diesen dadurch ab

(Wasser). Das Kältemittel wird nachfolgend verdichtet (auf ein thermisch höheres Niveau «gepumpt»), gelangt in den Verflüssiger [Kondensator] wo es die Energie in einem Wärmeübertrager «nach aussen» abgibt [Rückkühler an Umwelt]. Der Kreisprozess schliesst sich mit der Expansion des nun flüssigen Kältemittels bevor es wiederum in den Verdampfer gelangt.

Prinzipschema



Effizienz einer Kältemaschine

Bei Kältemaschinen (und Wärmepumpen) spricht man nicht von einem Wirkungsgrad sondern von einem COP. Ein Wirkungsgrad kann nicht höher als 1 sein, bei KM/WP ist der Nutzen der Anlage aber deutlich höher. Dies weil nicht Primärenergie de-facto verglichen wird, sondern thermischer Nutzen versus eingesetzter Primärenergie. Der thermische Gewinn (z.B.: 620 kW Kälteleistung) steht der eingesetzten elektrischen Leistung (z.B.: 80 kW) gegenüber. Das ergibt ein Wirkungsgrad [COP] von 7,75.

Eine Kältemaschine arbeitet umso effizienter desto weniger Hub sie leisten muss. Heisst: je näher Verdampfungs- und Kondensationstemperaturen zusammenliegen, umso effizienter kann eine Kältemaschine arbeiten. Neben hohen Kaltwassertemperaturen sind also gleichwohl niedrige Rückkühltemperaturen der Schlüssel zu einem hohen COP → Einsatz hybrider Rückkühler.



Wahl des Kältemittels

Viele Kältemittel sind mittlerweile verboten/im Einsatz eingeschränkt (siehe Literatur Kältefibel). Im DC-Bereich geht es um Leistungen von einigen hundert Kilowatt bis wenigen Megawatt. Hier eignen sich nur noch weniger Kältemittel.

Ein weiterer Faktor ist der GWP (global warming potential) eines Kältemittels. Dieser soll natürlich so tief wie möglich sein. Natürliche Kältemittel sind hier sehr gut (z.B.: Ammoniak). Aktuell steht das Kältemittel HFO hoch im Kurs. Es ist eine Weiterentwicklung des mittlerweile nicht mehr durchgängig zulässigen Kältemittels R134a. Es weist einen guten GWP auf und ist der Handhabung bekannt.

Den schlussendlichen Entscheidung zur Wahl des Kältemittels geben aber auch Faktoren wie Anschaffungskosten, Baugröße, nötige Sicherheitsvorkehrungen, Firmenphilosophien oder auch Kompressorbauart (Kolben, Schraube, Turbocore, Scroll). Letztere sind wiederum je nach Leistungsklasse nur bedingt geeignet – es empfiehlt sich in jeden Fall eine Evaluation anhand der gegebenen Rahmenbedingungen eines Projektes.

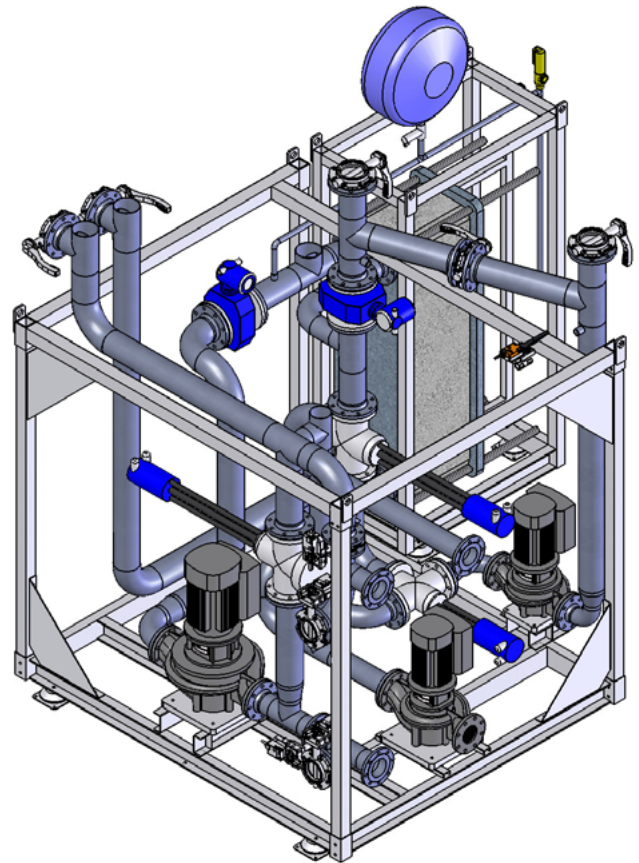
Hydraulikmodul

Anlagenbeschreib

Hydraulikmodul für die stetige Einkoppelung von Freecooling und Mechanischer Kälte mit PWT Systemtrennung. Rückkühlbereich mit 30 % Glykolanteil. Rückkühler für gleichzeitige Erzeugung von Freecooling und Abführung der Kondensationsabwärme der Kältemaschine. Hydraulische Umfahrung des Kondensators im reinen Freecooling Betrieb, hydraulische Umfahrung des Plattentauschers im reinen Kältemaschinenbetrieb.

Externe Beaufschlagung der Hydraulikstation mit variablem/fixem Wasser-Massenstrom lastabhängig. Die Verbraucherpumpe ist drehzahlregulierbar. Der Nennmassenstrom wird über einen induktiven Durchflussmesser eingestellt.

Die Hydraulikstation ist mit einem Regelventil zur Erzeugung von Kühlwasser mit konstantem Vorlauf ausgerüstet. In erster Sequenz wird Freecooling Betrieb gefahren. In zweiter Sequenz geht ein Teilmassenstrom über die Kältemaschine. Der Anteil mechanischer Kälte wird minimiert durch die Abstimmung der Massenströme, durch die lastabhängig gleitende Sollwerttemperatur des Erzeugers. Die Systemtrennung findet über einen Plattenwärmetauscher statt. Für das externe Rückkühlmedium ist eine Expansionsanlage mit Sicherheitsarmaturen und Druckhaltung aufgebaut.



Die Regulierung und Steuerung der Hydraulik erfolgt über Elektroschaltschrank mit Prozessgerät mit Bus-Schnittstelle und IBS. Der Elektroschaltschrank des Hydraulikmoduls dient als «Master» für die Erzeugergruppe. Die Kältemaschine und der hybride Rückkühler werden über Modbus TCP angebunden. Die Kommunikation zum GLT erfolgt über OPC.

Technische Daten (Beispiel)

Kälteleistung	Q _o	620 kW
Rückkühlleistung	Q _r	750 kW
Primärkreis	Medium	Wasser
Temperatur	T _{vl} / T _{rl}	29 / 19 °C
Massenstrom	\dot{m}	53.4 m ³ /h
Sekundärkreis	Medium	Wasser-30% Glykol
Temperatur	T _{vl} / T _{rl}	35 / 27 °C
Massenstrom	\dot{m}	86.1 m ³ /h

Verbraucherpumpe P1

Typ	Grundfos mit FU TPE 80-150	
Wasser	53.4 m ³ /h	
Druckerhöhung	100 kPa	
Motorleistung nenn	3.0 KW	
Anschluss	3 × 400 V	
Nennstrom	6.2 Amp	
BUS-Schnittstelle		

Sekundärpumpe P2

Typ	Grundfos mit FU TPE 100-110	
Wasser	89 m ³ /h	
Druckerhöhung	60 kPa	
Motorleistung	3.0 KW	
Anschluss	3 × 400 V	
Nennstrom	6.2 Amp	
BUS-Schnittstelle		

Rückkühlpumpe P3

Typ	Grundfos mit FU TPE 100-170	
Wasser-30%Glykol	86.1 m ³ /h	
Druckerhöhung	110 kPa	
Motorleistung nenn	5.5 KW	
Anschluss	3 × 400 V	
Nennstrom	11.0 Amp	
BUS-Schnittstelle		

Plattentauscher 620 kW

Medium A	Inox PN10 Wasser	
Eintritt / Austritt	29 / 19 °C	
Wassermenge	53.4 m ³ /h	
Druckverlust	20 kPa	
Anschlüsse	100 DN	

Medium B

Eintritt / Austritt	Wasser- 30% Glycol 17 / 27 °C	
Durchflussmenge	56.8 m ³ /h	
Druckverlust	20 kPa	
Druckverlust Bemessung	40 kPa	
Massenstrom für Bemessung	92.2 m ³ /h	
Anschlüsse	100 DN	
Abmessungen	L	1040 mm
	B	480 mm
	H	1720 mm
Gewicht	750 kg	
Isolation	Armaflex	40 mm

Regelventil V1

mit schnelllaufendem Antrieb mit Endschalter	HORA
Typ	BR316GF - MC400
Wasser	53.4 m ³ /h
DN	100

KM Ventil V2 (Umschaltventil)

mit schnelllaufendem Antrieb mit Endschalter	HORA
Typ	BR316GF - MC400
Wasser	89 m ³ /h
DN	125

Umgehungsventil V3

mit schnelllaufendem Antrieb mit Endschalter	HORA
Typ	BR216GF - MC400
Wasser	-30% Glykol 86.1 m ³ /h
DN	125

Durchflussmessung Glykol-Seite

Mess-Methode	magnetisch-induktiv
Typ	Promag 10W1Z
DN	125
Hilfsenergie	230 V
Ausgang	4-20 mA

Durchflussmessung Wasser-Seite

Mess-Methode	magnetisch-induktiv
Typ	Promag 10W1H
DN	100
Hilfsenergie	230 V
Ausgang	4-20 mA



Kantonsspital Münsterlingen

Hybaco® Hybrider Rückkühler

Anlagenbeschreib

Mountair Hybaco® Rückkühler können in der V-Form als auch in der H-Form ausgeführt werden. V-Form Rückkühler werden grundsätzlich auf Dächern aufgestellt, H-Form Rückkühler meistens in Lüftungszentralen wo die Luft über Kanäle zu- und weggeführt wird. Die Aufgabe von Rückkühlern ist es ein Medium (Wasser oder Wasser-Glykol-Gemisch) abzukühlen. Das Medium durchströmt die Rückkühler und wird darin mit Hilfe von Luft und Wasser auf die gewünschte Temperatur heruntergekühlt. Hybaco® Hybride Rückkühler stellen ein geschlossenes System dar, in welchem das zur Wärmetauscherbenetzung erforderliche Wasser in Wannen (Tank) aufgefangen und wieder zur Benetzung eingesetzt wird.

Nebst Wärmetauschern zur Mediumkühlung sowie Ventilatoren zur Luftumwälzung muss das System folgende Bauteile/ Komponenten beinhalten:

- Frequenzumrichter zu Ventilator (wenn nicht EC-Antrieb)
- Umwälzpumpe zur Benetzung
- Frequenzumrichter zu Umwälzpumpe
- Motorgesteuerte Klappen zur Zonentrennung der Benetzung
- Ultraschall Niveau-Messung in Wanne/Tank
- Leitfähigkeitsmessung zur Überwachung der Wasserqualität
- Wasserfilter
- Aussenluftfühler (Temperatur, Feuchte)
- Tauchtemperaturfühler für Mediumkreislauf (VL/RL)
- Drucksensor (Zulaufdruck, Förderdruck Pumpe, Druck nach Filter)

Qualität Benetzungswasser

Hybride Rückkühler benötigen zur Abfuhr der Wärme Wasser (Verdunstungsenergie). Das Umlaufwasser welches über die Luft-Wasser-Wärmetauscher aufgegeben wird kann von unterschiedlicher Qualität sein (von Osmose bis Leitungswasser).

Grundsätzlich:

- 1) Umso besser die Wasserqualität (Osmose), desto weniger Abschlämzung und Wartung ist nötig.
- 2) Umso besser die Wasserqualität, desto teurer ist dessen Bereitstellung.

Es gilt also abzuwägen welche minimale Wasserqualität benötigt wird. hybride Rückkühler von Mountair (Hybaco®) benötigen mindestens voll-enthärtetes Wasser (0°fH).

Eine Frage die sich jeder Betreiber selber stellen und beantworten kann ist jene nach dem Standort und des dort zur Verfügung stehenden Grund-/Leitungswasser.

Zwei Extreme:

- 1) Jura. Hier ist das Wasser sehr hart, hat einen hohen Salzgehalt (gemessen in Wasserhärte - z.B.: 45°fH).
- 2) Seeanstoss. Hier steht in der Regel ziemlich gutes Wasser zur Verfügung (keine Gesteine- z.B.: 10°fH).

Umso härter das Wasser, umso schlechter. Im Jura sollte also dringend eine Osmose-Anlage installiert werden, während in Münsterlingen mit voll-enthärtetem Wasser gearbeitet werden kann.

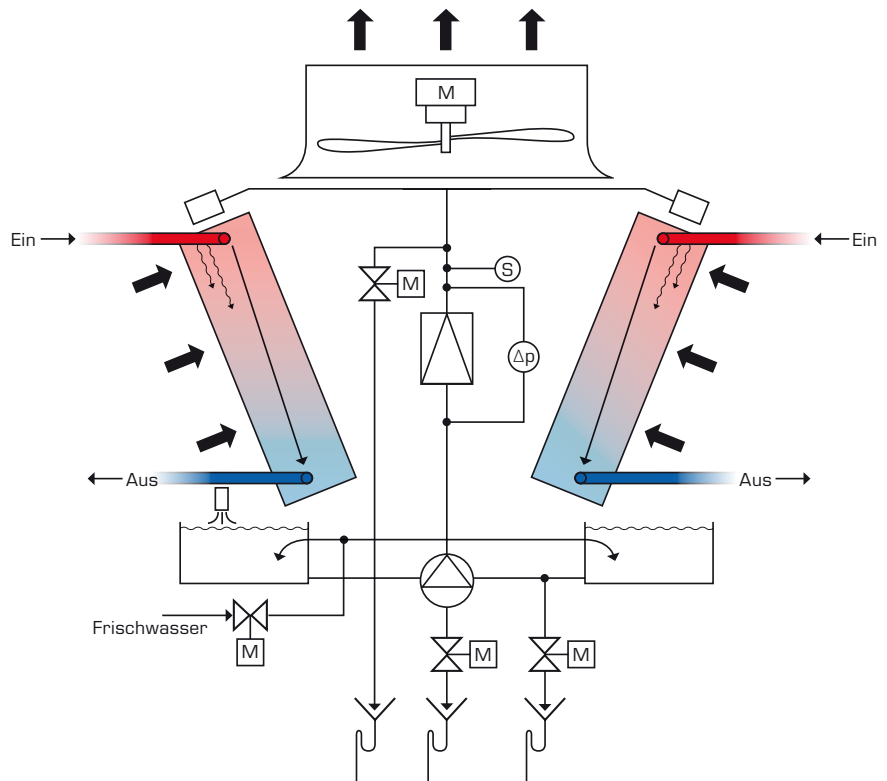
V-Form

Die Hybaco® V-Form entspricht der bekannten Rückkühler-Bauform für Freiluftaufstellung. Die zwei zu einem ‚V‘ geneigten Wärmetauscher bilden eine kompakte Einheit. Aufgrund dessen ist es mit den V-Form Rückkühlern möglich grosse Leistungen auf kleiner Aufstellfläche abzuführen.

Mit dem patentierten Hybaco® Benetzungssystem werden die Lamellenwärmetauscher gleichmässig benetzt und die Luft befeuchtet.

Prinzipschema

- Wärmetauscher in V-Anordnung
- Leiseläufer-Axial-Ventilatoren
- Hocheffiziente EC-Antriebsmotoren
- Hybaco® Benetzungseinrichtung
- Wasserwannen
- Umwälzpumpe (1 Stk/RK)
- Wasser-Stand-Niveau-Messung
- Leitfähigkeitsmessung
- Wasserfilter-System
- Frischwasser- und Entleerventile



Komponenten

Wärmetauscher

Hydrophile AlMg₃-Lamellen sowie verzinnte Kupferrohre erreichen neben hervorragender korrosiver Beständigkeit auch betreffend Wärmeübertragung beste Eigenschaften, wodurch die hohen Leistungen erst ermöglicht werden.

Eigenschaften in der Übersicht:

- Lamellen-Material: AlMg₃
- Rohr-Material: Cu verzinkt
- Rahmen-Material: V2A – AlMg₃
- Anschlussflansche

Pumpe

Hybaco® Rückkühler arbeiten mit nur einer Umwälzpumpe. Bei Mountair werden Chromstahl-Normblockpumpen eingesetzt.

Ventilatoren

Mountair setzt durch die hohe Schallanforderungen auf Kontinuität und verbaut Leiseläufer-Axial-Ventilatoren der Firma Howden. Diese erreichen hohe Luftmengen, niedriger Druckverlust, hervorragende Schallwerte und einen ausgezeichneten Wirkungsgrad.

Eigenschaften in der Übersicht:

- Material: GFK
- Direkt angetrieben
- Hervorragende Schallwerte
- Hoher Wirkungsgrad

EC-Motoren

Hybaco® Rückkühler werden mit EC-Motoren ausgestattet. Diese erreichen einen sehr hohen Wirkungsgrad (äquivalent der Klasse IE4) und können vor allem auch im Teillastbereich sehr effizient eingesetzt werden.

Eigenschaften in der Übersicht:

- Neuste EC-Technologie
- Hocheffizient (äquivalent Klasse IE4)
- Kein externer Frequenzumrichter nötig

Auslegungsbeispiel Hybaco® Rückkühler

Kältemaschinenbetrieb

Rückkühlleistung		750 kW
Sekundärkreis	Medium	Wasser-30% Glykol
Temperaturen	Tvl/Trl	35/27°C
Massenstrom	ṁ	86.1 m³/h
Medium Druckverlust	dp	37.5 kPa

Aussenluft Temperatur		34°C
Aussenluft Feuchte		40% r.F.
Feuchtkugeltemperatur		23°C

Hybridbetrieb (87%)		150'000 m³/h
Luftaustritt Temperatur		28.1 °C
Luftaustritt Feuchte		90 % r.F.

Verdunstungsmenge		1.57 m³/h
Total Wasserverbrauch*		2.1 m³/h

Trockenbetrieb (87%)		160'000 m³/h
Trockenumschaltpunkt		18 °C
Luftaustritt Temperatur		32.3 °C

Freecoolingbetrieb

Kälteleistung		620 kW
Temperaturen	Tvl/Trl	27/17°C
Massenstrom	ṁ	57.0 m³/h
Medium Druckverlust	dp	20 kPa

Aussenluft Temperatur		20°C
Aussenluft Feuchte		53 % r.F.
Feuchtkugeltemperatur		14.1°C

Hybridbetrieb (100%)		180'000 m³/h
Luftaustritt Temperatur		19.4 °C
Luftaustritt Feuchte		86 % r.F.

Verdunstungsmenge		0.94 m³/h
Total Wasserverbrauch*		1.25 m³/h

Trockenbetrieb (100%)		186'000 m³/h
Trockenumschaltpunkt		12 °C
Luftaustritt Temperatur		22.2 °C

Ventilatoren

Anzahl Ventilatoren je RK		3 Stück
Ventilator Drehzahl (100%)		445 rpm
Leistungsaufnahme (pro Ventilator)		3.4 kW

Schalleistungspegel Einzelventilator (100%)		74.2 dB(A)
Schalleistungspegel Rückkühler gesamt		79 dB(A)

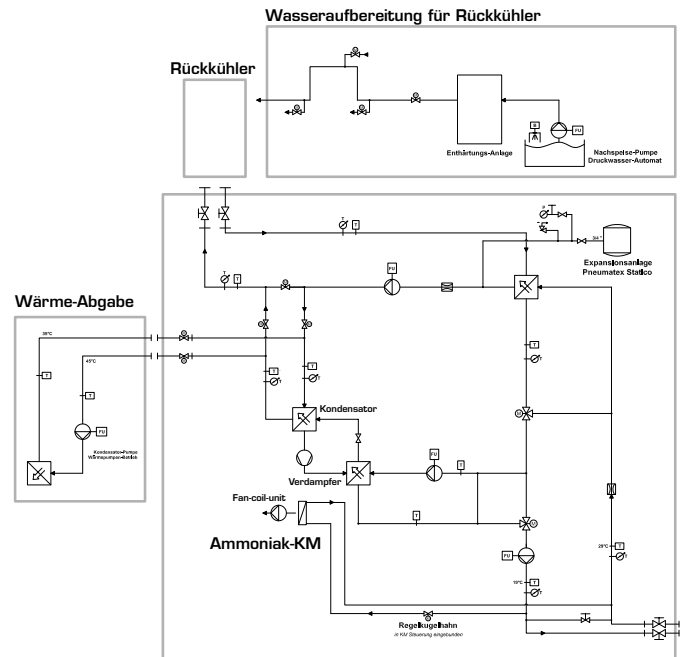
* abhängig von der Benetzungswasserqualität
(Osmose, Regenwasser, voll-enthärtet)

Regulierung und Anbindung

Abstimmung der Komponenten

Das Zusammenspiel zwischen Verbraucher (Kühlwandmodule), Rückkühler und maschineller Kälte ist entscheidend und ein sehr wichtiger Faktor zur Erreichung der berechneten Effizienzwerte. Das Mountair Hydraulik-Modul mit integrierter Intelligenz (Master) übernimmt diese Funktion. Die Master-Einheiten sind der Kältemaschine und dem Rückkühler übergeordnet und kommunizieren direkt mit dem Leitsystem. Diese Unit beinhaltet ein Pumpenmodul welches der Kältemaschine und dem Rückkühler zwischengeschaltet ist. Ein Plattentauscher dient als Systemtrenner zwischen Verbrauchernetz (Wasser) und Rückkühler (Wasser-Glykol). Dank der patentierten hydraulischen Schaltung ist eine stetige Einkoppelung des Freecoolinganteils in das Verbrauchernetz möglich. Dieser Betriebsmodus (Mix-Betrieb) ist mit über 2000 Betriebsstunden pro Jahr sehr wichtig.

Im sogenannten Mix-Betrieb werden entsprechende Ventile geschaltet, der Rückkühler auf Vollast betrieben und je nach Bedarf mechanisch über die Kältemaschine die fehlende Kälteenergie ins Verbrauchernetz eingekoppelt. Wenn sich die Kältemaschine im Teillastbereich befindet, wird mit dem Rückkühler vorgekühlt. Steigen die Temperaturen weiter an, so nimmt der Freecooling-Anteil stetig ab, bis zu dem Punkt, wo die Kältemaschine die gesamte Leistung bringt. In diesem



extremen Betriebsfall (Auslegungsfall) muss die Kälteerzeugung 100% Leistung bringen. Das System ist entkoppelt und funktioniert wie ein klassischer Chiller.

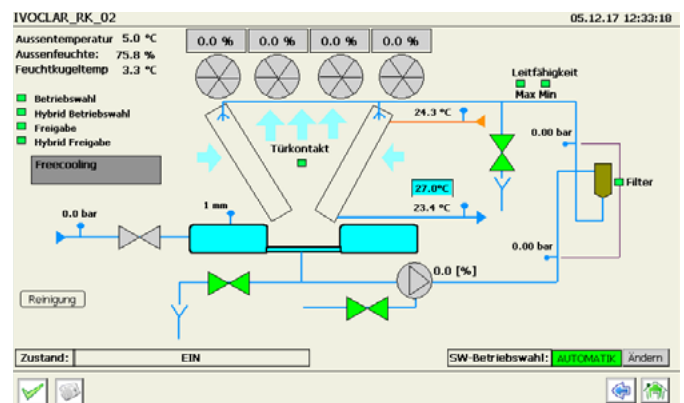
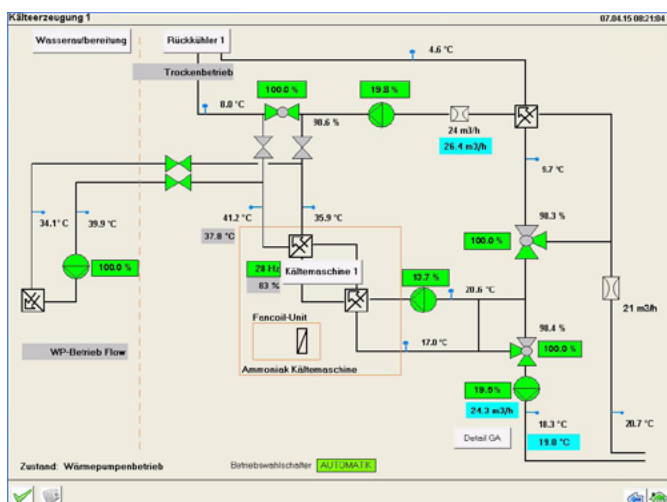
Regulierung und Anbindung

Dank des intelligenten Hydraulik-Master-Moduls können all diese Betriebsarten vollautomatisch gefahren werden. Die Aussentemperatur und Feuchte sowie der effektive Kältebedarf der Serverreihen sind also massgebend für die Wahl der Betriebsart. Dank der hohen Kaltwassertemperaturen von 19/29°C ist die Lastabfuhr optimiert. Die Anbindung des Mountair Systems an das BMS ist über ein Bussystem realisiert.

Die Master-Einheiten sind grundsätzlich unabhängig von der Gebäudeautomation. Einzig der Verbrauchsmassenstrom

wird vom BMS an die Mountair-Master übermittelt. Dies ermöglicht eine bedarfsgerechte Kälteproduktion/ Speicherladung sowie eine ideale Lastverteilung zwischen den drei Kälteerzeugermodulen. Fällt das BMS jedoch aus, regeln sich die Master komplett selber. Es gilt den Grundsatz: «Not-Ein-Regulierung» (anstelle Not-Aus).

Sämtliche Anlagen von Mountair sind mit Visualisierung und Touch-Screen-Panel ausgestattet. Die aktuellen Soll- und Ist-Werte können jederzeit eingesehen werden und werden zwecks Anlagenoptimierung aufgezeichnet.



Mountair AG
Lufotechnischer Apparatebau
Sonnenwiesenstrasse 11
8280 Kreuzlingen

T +41 71 686 64 64
F +41 71 686 64 76

Mountair AG, Basel
Florenzstrasse 9
4142 Münchenstein

T +41 61 841 09 74
F +41 61 841 09 75

Mountair AG, Suisse Romande
Route de Saint Julien, 275
1258 Perly

T +41 (0)79 104 90 38

info@mountair.com
www.mountair.com

