

Generation QUANTUM der neue Industriestandard



Energieeffizient, wirtschaftlich
und umweltfreundlich

- Anlagentechnik
- Energy Services
- Facility Services
- Refrigeration



KLIMA KÄLTE KOPP AG

QUANTUM - Kältemaschine der nächsten Generation

Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit auf höchstem Niveau

Unabhängig davon, ob eine Kältemaschine im Bereich der industriellen Kältetechnik oder in der Gebäudetechnik zur Klimatisierung von Arbeitsplätzen, Rechen- und Einkaufszentren, bei Versicherungen, Banken, in Krankenhäusern oder in Hochschulen zum Einsatz kommt: **Energieeinsparung, Kosteneffizienz und Umweltverträglichkeit** sind die Faktoren, an denen sich eine Kältemaschine messen lassen muss. Wir haben die QUANTUM-Produktfamilie weiterentwickelt und diese Faktoren

besonders berücksichtigt. Herzstück des QUANTUM ist der drehzahlgeregelte Radialturboverdichter. Die Lagerung der Antriebswelle erfolgt ölfrei mit Magnetlagertechnologie. Das Ergebnis: kein mechanischer Verschleiss an drehenden Teilen und minimales Ausfallrisiko. Die integrierte Technologie sorgt des Weiteren für niedrigen Anlaufstrom und eine automatische Leistungsanpassung an den aktuellen Kältebedarf. Dadurch erreicht die QUANTUM-Kältemaschine eine hohe Energieeffizienz besonders im Teillastbereich, wodurch auch die notwendige Rückkühlleistung reduziert wird.



Abbildung 1:

Der wassergekühlte QUANTUM mit sechs Verdichtern (B180-P)



Abbildung 2: Der luftgekühlte QUANTUM mit 16 Ventilatoren, Nennkälteleistung bis 1.100 kW

Wassergekühlt

Der wassergekühlte QUANTUM wurde ebenso für die Prozesskühlung mit höchsten Zuverlässigkeitsanforderungen entwickelt wie für HVAC*-Anwendungen, die mit ihren klimaabhängigen Lastprofilen besondere Anforderungen an effiziente Kälteerzeugung stellen. Der QUANTUM weist beste COP-Werte auf und zeichnet sich insbesondere durch minimierte Betriebskosten aus, basierend auf enormen Energieeinsparungen im Teillastbereich. Der QUANTUM ist in vielen Varianten lieferbar. Unsere Ingenieure führen nicht nur Wirtschaftlichkeitsberechnungen durch, sondern wählen nach



Ortsbegehung und Analyse der Anforderungen ein auf Sie zugeschnittenes QUANTUM-Modell aus.

Luftgekühlt

Der QUANTUM ist auch als luftgekühlte Variante zur Aussenaufstellung erhältlich: Diese Technik ist unabhängig von externen Rückkühlwerken und kann überall eingesetzt werden, wo kein Kühlwasser zur Verfügung steht. Der luftgekühlte QUANTUM nutzt die überfluteten Verdampfer aus der bewährten wassergekühlten Baureihe. Die Verflüssigung des Kältemittels erfolgt durch luftgekühlte V-Verflüssigerpakete, die modular aufgebaut sind. Die Kältemaschinen sind sehr laufruhig und sichern so eine äußerst geringe Schallemission. Besondere Anforderungen an maximale Geräuscharmheit können erfüllt werden.

* HVAC = Heating-Ventilation-Air Conditioning

Abbildung 3: Teilbild eines Ventilators des luftgekühlten QUANTUM

Kompetent auf allen Gebieten



Führende Industrieunternehmen und Planungsbüros setzen auf die vielseitig einsetzbare neue Kältemaschinengeneration: den QUANTUM.

Pharma- und Chemieindustrie

Die Hauptanwendung des QUANTUM in der Pharma- und Chemieindustrie liegt in der Prozesskühlung, die eine schwankungsfreie Solltemperatur für exakte Kühlung erfordert. Der QUANTUM sorgt dafür mit seiner stufenlosen Regelung. Die zweite Forderung liegt in der Verfügbarkeit. Bei einem Verdichterdefekt bleiben die anderen unabhängigen Verdichter in Betrieb.

Kunststoffindustrie

Dem Anspruch von produzierenden Unternehmen, das innovativste Produkt auf den Markt zu bringen, wird der QUANTUM durch niedrige Betriebskosten gerecht. Die Kältemaschinen laufen dank Verdichterverbund störungsfrei und zuverlässig.

Automobilindustrie

Neben dem Einsatz in der Produktion von Automobilzulieferern wird der QUANTUM in Windkanälen zur Erzeugung von Testsituationen für Fahrzeuge eingesetzt. Der QUANTUM stellt die Gegenkühlung des Luftkanals sicher, da durch die Erzeugung von hohen Windgeschwindigkeiten Abwärme entsteht, die den Windkanal kontinuierlich aufheizen und die Testumgebung verändern würde.

Kraftwerke

Der QUANTUM wurde unter maximalen Belastungen erfolgreich für verschiedene Erschütterungsszenarien getestet. Neben der Energieeffizienz und Ausfallsicherheit der QUANTUM-Kältemaschinen ist es insbesondere unsere Erfahrung mit Grossprojekten im Kraftwerksbereich, die uns für eine erfolgreiche Zusammenarbeit qualifiziert.

Lebensmittel und Getränke

Bei der Lebensmittelkühlung liegen die Stärken des QUANTUM vor allem in der Ölfreiheit. So bleibt nicht nur das Kältemittel ölfrei, sondern auch das zu kühlende Gut im Falle einer Leckage. Auf Öl bezogene Umweltauflagen sind nicht relevant. Es entfallen zusätzliche Bauteile zur Ölzirkulation und -kühlung.

Gebäudekühlung

Geringe Wartungskosten und ein extrem niedriger Anlaufstrom sind nur zwei der Argumente für eine QUANTUM-Kälteanlage. Gebäudekühlung findet vornehmlich im Teillastbereich statt, da sie sich den Klimabedingungen anpasst. Hier erzielt der QUANTUM höchste Wirtschaftlichkeit aufgrund bester COP-Werte in der Teillast und erreicht so bis zu 50 % Energiekosteneinsparung. Der luftgekühlte QUANTUM ist unabhängig von externen Rückkühlwerken und benötigt kein Kühlwasser.

Krankenhaus

Der Einsatz von herkömmlichen Kältemaschinen ist im Krankenhaus aufgrund der Empfindlichkeit der medizinischen Geräte nicht unkritisch. Der QUANTUM sorgt hier in zweifacher Hinsicht für Sicherheit: Es werden keine Anlaufstromspitzen produziert und der Einsatz von EMV*-Filtern schützt vor elektromagnetischen Störungen.

* EMV = Elektromagnetische Verträglichkeit

Abbildung 4:

Der QUANTUM im Einsatz für das Deutschlandradio in Köln





Abbildung 5: Der wassergekühlte QUANTUM ist in zahlreichen Varianten erhältlich und für viele Anwendungsgebiete einsetzbar

Marine und Seeschifffahrt

Der QUANTUM funktioniert auch im Einsatz bei der Marine und in der Seeschifffahrt. Wegen der ölfreien Magnetlagerungstechnologie des Verdichters und der überfluteten Verdampfung mit dem Sicherheitskältemittel R134a ist der QUANTUM auch bei Seegang und in den verschiedenen Klimazonen optimal einsetzbar. Eine spezielle Konstruktion verhindert das Überschwappen des Kältemittels. Der Verdichter saugt somit kein Kältemittel an. Die Kältemaschine hält dank speziell angefertigter Gummifüße den geforderten Beschleunigungswerten stand. QUANTUM-Kältemaschinen erfüllen die Anforderungen für die Sicherheit auf See von Bureau Veritas.

IT- und Serverkühlung

Die Kühlung von Computeranlagen ist ein besonders sensibles Anwendungsfeld für den QUANTUM. Die Zuverlässigkeit durch redundante Auslegung der

Verdichter und das sanfte Startverhalten, welches Stromspitzen und damit Schwankungen im Stromnetz verhindert, sind hier die Pluspunkte des QUANTUM. EMV-Filter geben zusätzlichen Schutz.



Abbildung 6:
Der QUANTUM kühlt das
Klinikum Bamberg

Branchenspezifische Vorteile im Überblick

	schwankungsfreie Solltemperatur	hohe Verfügbarkeit/Ausfallsicherheit	niedrige Betriebskosten	spezielle Zulassungen/Zertifizierungen	hohe Energieeffizienz im Teillastbereich	EMV-Verträglichkeit	Geräuscharm	Ölfreiheit
Chemie/Pharma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kunststoff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Automobil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kraftwerk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lebensmittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Krankenhaus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gebäudekühlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marine/Schifffahrt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IT-/Serverkühlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nicht nur kalt, sondern auch warm

Der QUANTUM als Wärmepumpe.

Der QUANTUM als Wärmepumpe ist eine interessante Alternative zu herkömmlichen Heizungsanlagen. Egal, wo Wärme gebraucht wird, ob im Gebäudemanagement, in der Industrie oder zur Beheizung von Schwimm- und Freibädern, die Energiekosten sind ein wesentlicher Faktor und ein überzeugendes Argument, auf die Wärmepumpentechnologie umzusteigen.

Funktionsweise einer Wärmepumpe

Einfach gesagt wird einem natürlichen Medium, z. B. dem Wasser, der Luft oder dem Erdreich, Energie entzogen. Diese wird dem Heizkreislauf zugeführt und heizt dort das Heizmedium auf, also bei einer Gebäudeheizung das Wasser oder bei einer Klimaanlage die Luft. Dabei muss das Quellmedium nicht dieselbe Temperatur haben wie die später benötigte Heiztemperatur. Erdreich oder Grundwasser haben beispielsweise in der Regel eine konstante Temperatur von etwa 10 °C und eignen sich am besten für die Energiegewinnung, da sie kaum saisonalen Schwankungen unterliegen. Relevant für den Gesamtenergiebedarf ist vielmehr das geforderte Heiztemperaturniveau. Mit Niedertemperaturheizsystemen, die mit einer Temperatur von 30–40 °C auskommen, kann also zusätzlich Energie gespart werden.

Dadurch, dass für die Heizleistung selbst keine Primärenergie wie Strom oder fossile Brennstoffe benötigt wird, sondern lediglich für den Transport und den Betrieb der Wärmepumpe, sinkt der Gesamtenergiebedarf enorm. Je weniger Primärenergie für den gesamten Prozess verwendet wird, desto besser ist die Leistungskennzahl des Systems. Angegeben wird dieser Wert als *Coefficient of Performance* (COP).

Die QUANTUM-Wärmepumpe

Unsere Verdichtertechnologie funktioniert ölfrei und magnetgelagert – somit besteht keine Gefahr eines Ölaustritts und weitere Umweltschutzmassnahmen können entfallen. Zudem sinken durch die verschleissfreie Magnetlagerung die Wartungskosten erheblich. Die QUANTUM-Wärmepumpe erreicht herausragende Leistungskennziffern zwischen 5,0 und 7,0 COP (siehe Abbildung 7).

Ein reales Beispiel

Die Gemeinden Krumbach (Schwaben) und Ebermannstadt (Oberfranken) beheizen seit 2006 ihre Freibäder mit QUANTUM-Wärmepumpen. Der Energieverbrauch konnte in den beiden Bädern enorm gesenkt werden. Für eine Wärmezufuhr von 686 kW werden lediglich 106 kW Stromenergie

Hervorragende Leistungskennzahlen für die QUANTUM-Wärmepumpe

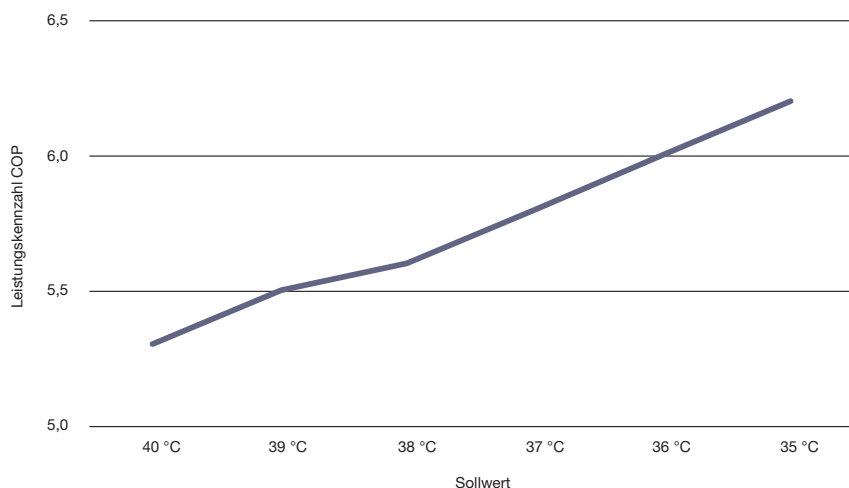


Abbildung 7: Leistungskennzahlen (COP) der QUANTUM-Wärmepumpe in Abhängigkeit zu verschiedenen Sollwerten der Heiztemperatur

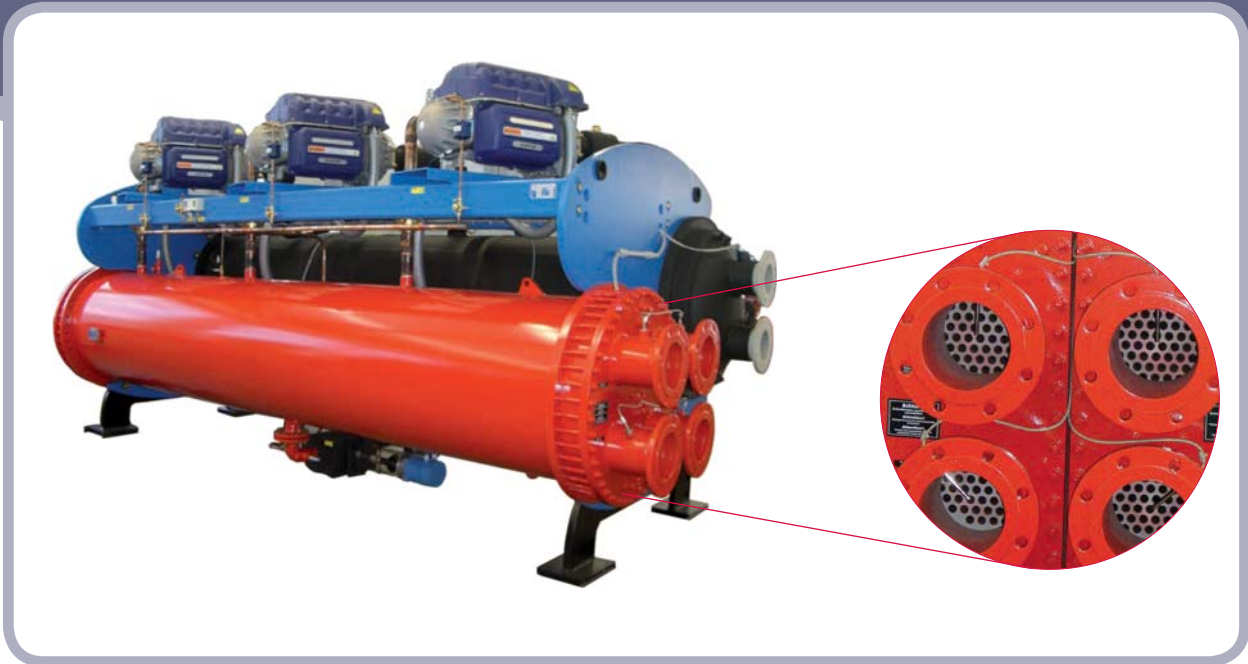


Abbildung 8: Der QUANTUM in Doppelkondensatorausführung mit Einblick in den Doppelkondensator

benötigt. Die übrigen 580kW werden einem kleinen Fluss entzogen, der neben den Freibädern entlangfließt (siehe Abbildung 9). Die mittlerweile vorliegenden Vergleichszahlen belegen einen Energiekostenrückgang von bis zu 60 % pro Jahr je nach Saison.

Wärmepumpe mit Doppelkondensator

Bei Einsatz des QUANTUM als Kältemaschine für industrielle Kälteerzeugung kann mit der QUANTUM-Doppelkondensator-technologie die entstehende Abwärme z. B. elegant für die Beheizung von

Gebäuden oder die Warmwassererzeugung verwendet werden. Durch die Trennung des Rohrbündelwärmeübertragers kann dieser mit zwei Medien beaufschlagt werden: auf der einen Seite mit dem so genannten Verlustkreislauf (offener Kühlturm), auf der anderen Seite mit dem geschlossenen Heizkreislauf für die Wärmerückgewinnung. Der besondere Reiz liegt dabei in der direkten Nutzung des Wärmeübergangs vom Kältemittel auf den Nutzkreislauf ohne Zwischenwärmeaustauscher. Die geringfügigen Mehrkosten für ein solches System sind bereits nach wenigen Jahren voll amortisiert.

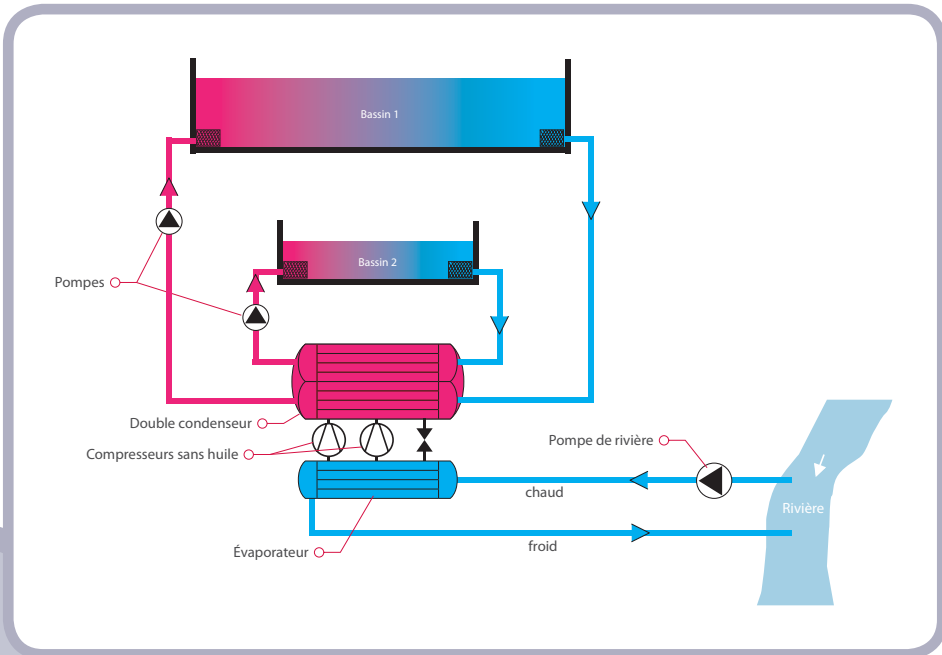
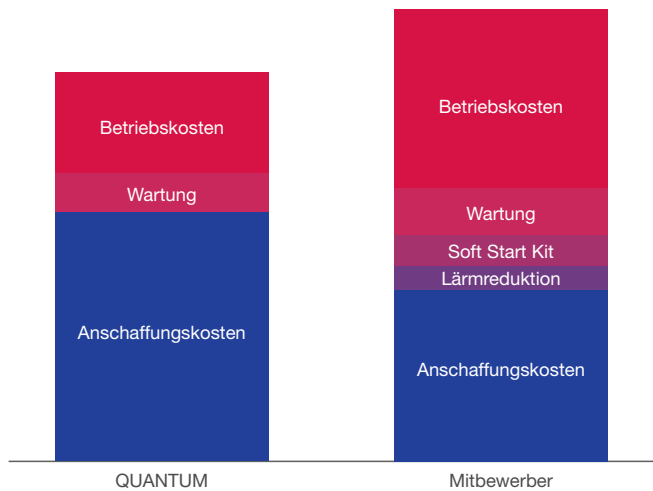


Abbildung 9: Schemazeichnung eines Wärmepumpenkreislaufs für die Beheizung von zwei Schwimmbecken. Hier kommt der Doppelkondensator zum Einsatz, damit gleichzeitig beide Becken in getrennten Kreisläufen beheizt werden können

Gesamtkostenvergleich

Höhere Anschaffungskosten werden durch niedrige Betriebskosten ausgeglichen.

Abbildung 10: Anfängliche Mehrkosten zahlen sich aus. Vergleich der Gesamtkosten nach 2 Jahren Laufzeit für den QUANTUM und ein vergleichbares Produkt (abhängig von Stromkosten und Einsatzgebiet). Die Anschaffungskosten für den QUANTUM sind höher, aber durch die weitaus niedrigeren Betriebskosten und den Wegfall von Soft Start Kit und Lärmreduktionsmassnahmen sind die Gesamtkosten für den QUANTUM dennoch geringer.



Kostenvorteile für Industrieanwendungen und Gebäudekühlung

Nicht nur bei den Betriebskosten kann sich der QUANTUM sehen lassen.

Energie- und Betriebskosten

Höchste Energieeffizienz. Das Gesamtkonzept des QUANTUM weist hervorragende COP*-Werte auf. Gerade in der Teillast birgt diese markant höhere Effizienz – COP-Werte über 10 bei abgesenkter Rückkühltemperatur – ein enormes Sparpotenzial.

Keine Blindstromkompensation. Der QUANTUM bezieht durch einen hohen Leistungsfaktor ($\cos(\varphi) \approx 0,92$) über den vollen Regelbereich fast keine Blindleistung. Bei konventionellen Kältemaschinen fällt der Leistungsfaktor ($< 0,5$ möglich) in der Teillast stark ab.

Reduzierte Rückkühlleistung. Durch die höhere Effizienz in der Teillast wird die notwendige Rückkühlleistung reduziert. Das spart Strom und Wasser und senkt so die Betriebskosten der Rückkühlanlage.

Wartungs- und Verschleisssteilkosten

Geringerer Arbeitsaufwand. Die kompakte, einfache Konstruktion der Anlage und die leichte Zugänglichkeit jedes Bauteils führen zu deutlich verringertem Arbeitsaufwand bei Wartung und Reparatur.

Keine ölbezogenen Wartungskosten. Weil die Verdichter ölfrei arbeiten, entfallen Bauteile zur Ölzirkulation, -kühlung und -filtration sowie jegliche ölbezogenen Wartungskosten.

Wenige Verschleisssteile. Aufgrund der Magnetlagerung gibt es beim QUANTUM nur wenige Verschleisssteile. Insgesamt reduzieren sich die Servicekosten um ca. 35 % gegenüber vergleichbaren Mitbewerberanlagen mit Schrauben- oder Kolbenverdichtern.

* COP = Coefficient of Performance, bezeichnet das Verhältnis von Kälteleistung (kW) zu aufgenommener (elektrischer) Antriebsleistung unter Prüfbedingungen.



Abbildung 11:
Zwei QUANTUM-Kältemaschinen kühlen den WDR in Köln

Systemkosten

Keine Anlaufstromspitze. Die Verdichter starten gestaffelt und sanft bei einem extrem geringen Anlaufstrom (<5 A pro Verdichter). Das elektrische Versorgungsnetz bleibt stabil. Der QUANTUM ist auch für den Notstrombetrieb geeignet. Back-up-Systeme können auf geringere Stromkapazitäten ausgelegt werden. Es sind keine aufwändigen Versicherungen, Frequenzumrichter, Soft Start Kits und Sterndreieckanläufe notwendig.

Beruhigtes Netz. Die exakte Einhaltung der Solltemperatur des Kaltwassers ergibt ein beruhigtes Verbrauchernetz. Es entstehen bei der Anschaffung nur geringe Kosten für Pufferspeicher.

Kaum Schall und Vibrationen. Der niedrige Schallpegel und der praktisch vibrationsfreie Betrieb verlangen nur eine einfache bauseitige Konstruktion und geringe schalldämmende Massnahmen. Es entfallen zusätzliche Kosten zur Lärmreduktion.

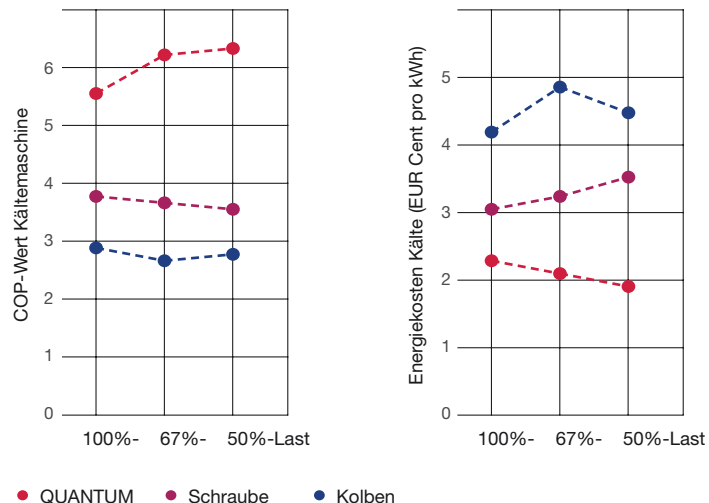
Umwelt- und Betriebssicherheit

Kein Kältemittelverlust. Die hermetische Bauweise und der praktisch vibrationsfreie Betrieb verringern die Möglichkeit eines Kältemittelverlustes.

Betriebssicherheit durch Redundanz. Im Bereich > 500 kW erhöht eine Auslegung mit parallel geschalteten Kompressoren die Betriebssicherheit. Insbesondere bei ausfallkritischen Anwendungen im Industrie- und Kraftwerksbereich ist somit eine konstante Kälteverfügbarkeit sichergestellt.

Abbildung 12: Leistungskennzahlen des QUANTUM. Bis zu 50 % bessere COP-Werte (linke Grafik) und rund 50 % geringere Kosten für Kälteerzeugung (rechte Grafik). Daten basieren auf 4-monatiger Messung an einer realisierten Anlage (Kaltwasser 13/7 °C, Kühlwasser 28/33 °C).

Energieeffizienz – bis zu 50 % bessere COP-Werte



Wir haben noch mehr gute Argumente für den QUANTUM.

Beste COP-Werte im Teillastbereich

In der Leistungsmessung an einem Zwei-Verdichter-aggregat wird die Charakteristik des QUANTUM-Flüssigkeitskühlsatzes deutlich: die stark ansteigenden Wirkungsgrade (COP) im Teillastbereich. Die Leistungsdaten wurden an einem kalibrierten Kaltwasserprüfstand ermittelt, mit dem Leistungen bis ca. 1 MW bei $t_{KW} = 12/7\text{ °C}$, $t_{WW} = 30/35\text{ °C}$ gefahren werden können. Die Kälteleistungszahlen (COP) des Kaltwassersatzes wurden aus den Messwerten ermittelt und zeigen deutlich den Anstieg des Wirkungsgrades im Teillastbetrieb (Abbildung 14). Der QUANTUM ist somit für den Einsatz in der Gebäudeklimatisierung und bei Industrieanwendungen mit Leistungsanforderungen im Teillastbereich optimal geeignet.

Vibrationsarm:

Geringe Schwinggeschwindigkeit

Die Verdichter und der Kaltwassersatz wurden einer eingehenden Schall- und Schwingungsanalyse unterzogen. Es wurden die Schalldruckpegel in 1 m Abstand für Konfigurationen mit 2–6 Verdichtern ermittelt. Es ergaben sich für die Baureihe Schalldruckpegel von 72–75 dB. Solche geringen Werte sind mit keinem anderen Verdichtertyp bisher erreicht worden (Abbildung 16). Das Mass für die

Güte der Schwingung ist die Schwinggeschwindigkeit, die in mm/s gemessen wird. Die VDI-Richtlinie 2056 gibt folgende Güteklassen vor: 2–3 mm/s = gut bis sehr gut, 3–5 mm/s = normal/Dauerbetrieb und >5 mm/s = schlecht/akute Schwingbruchgefahr. Für die Schwingmessungen wurde ein triaxialer Beschleunigungsaufnehmer mit hoher Empfindlichkeit verwendet.

Ergebnis: Vom Aggregat werden kaum Schwingungen auf das Fundament übertragen. Die Schwinggeschwindigkeiten liegen bei <0,04 mm/s für alle Frequenzen um das 50- bis 75-Fache unter dem von der VDI-Richtlinie 2056 als gut bis sehr gut eingestuften Niveau von 2–3 mm/s.

Keine Stromspitzen:

Mehr Sicherheit im eigenen Stromnetz

Anlaufstrom ist der Strom, der beim Anlaufen von Elektromotoren aus dem Stand auftritt. Der Anlaufstrom ist bei konventionellen Antrieben um ein Mehrfaches höher als der Nennstrom (Abbildung 13). Da Anlaufstromspitzen beim QUANTUM fehlen, ist diese Kältemaschine für alle Anwendungen von besonderem Interesse, bei denen Schwankungen im Stromnetz zu Beschädigungen an sensiblen technischen Geräten oder Computeranlagen führen

Keine Stromspitzen

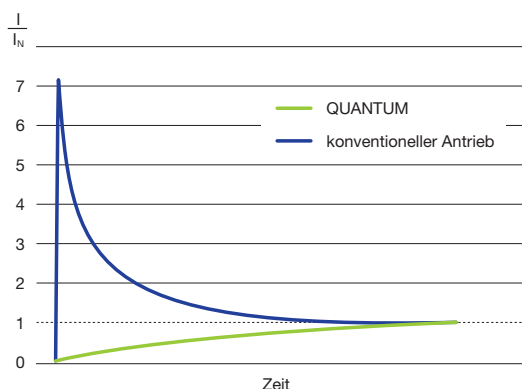


Abbildung 13: Anlaufstromverhalten im Vergleich von konventionellen Antrieben und QUANTUM. Beim QUANTUM treten keine Anlaufstromspitzen bei Initialisierung auf.

Beste COP-Werte im Teillastbereich

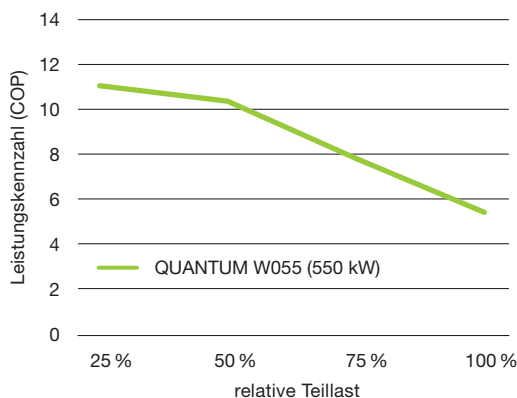


Abbildung 14: Kälteleistungszahl (COP) bei Teil- und Vollastbetrieb für das Premium-Modell QUANTUM W055 mit einem TT400-Turboverdichter mit 550 kW Kälteleistung unter Rahmenbedingungen ARI550.

können. Der drehzahlvariable Antrieb des QUANTUM mit eingebautem Sanftanlauf benötigt durch die Magnetlagerung nur einen Anlaufstrom von weniger als 5 A. Eine Absicherung gegen Anlaufstromspitzen muss nicht erfolgen.

**Reduzierter CO₂-Ausstoss:
QUANTUM spart 35t im Jahr**

Der TEWI (Total Equivalent Warming Impact) ist ein Kennwert für den Gesamtbeitrag zum Treibhauseffekt. Er errechnet sich aus dem indirekten und direkten GWP (Global Warming Potential).

$$TEWI = GWP_{ind} + GWP_{dir}$$

Der GWP_{ind} ergibt sich aus der Betriebszeit, dem Jahresenergiebedarf und einem Konversionsfaktor. Der GWP_{dir} setzt sich zusammen aus dem globalen Treibhauspotenzial (auf 100 Jahre gerechnet), der Leckagerate, der Anlagenfüllmenge und dem Rückgewinnungsfaktor. Während der QUANTUM und vergleichbare Schraubenaggregate sich beim direkten GWP kaum unterscheiden, liegt der QUANTUM beim indirekten GWP vorn: In 15 Jahren stösst ein QUANTUM (W135-P mit 1.400 kW im Vergleich zu einer herkömmlichen Kältemaschine mit 1.100 kW) 500t weniger CO₂ aus (Abbildung 15). Das

Verringerter CO₂-Ausstoss.

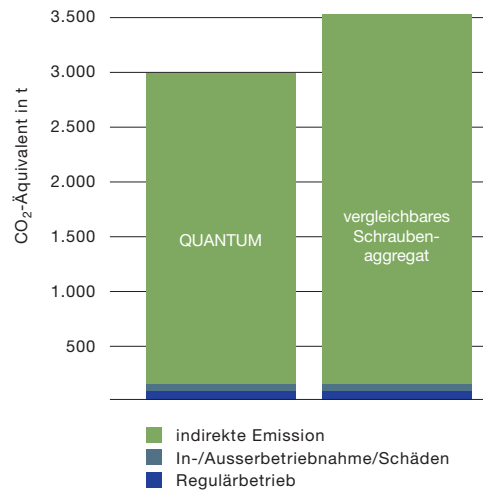


Abbildung 15: 500t weniger CO₂-Ausstoss in 15 Jahren durch den Einsatz des QUANTUM. Je nach Einsatzgebiet und Typ lassen sich auch höhere Werte erzielen.

entspricht einer jährlichen Energieeinsparung von 53.700 kWh und das wiederum kommt dem Verbrauch von zwei Waschmaschinen gleich, die an 365 Tagen rund um die Uhr im Jahr in Betrieb sind.

Vibrationsarm

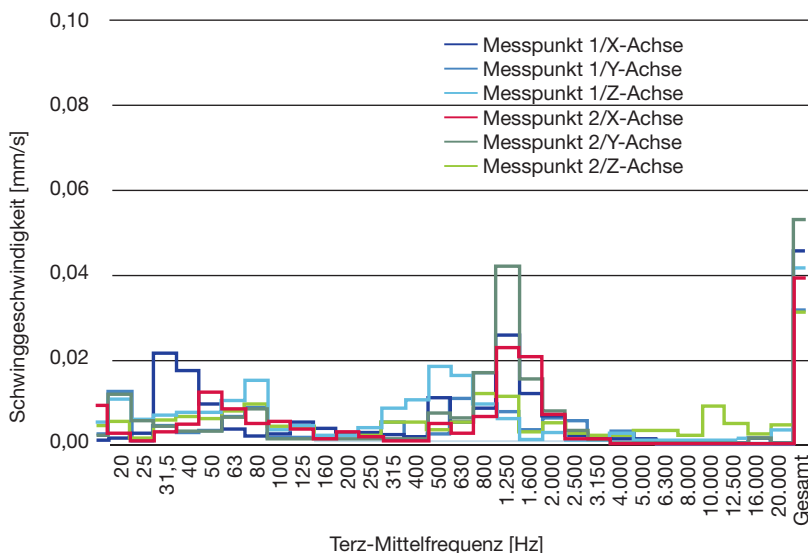
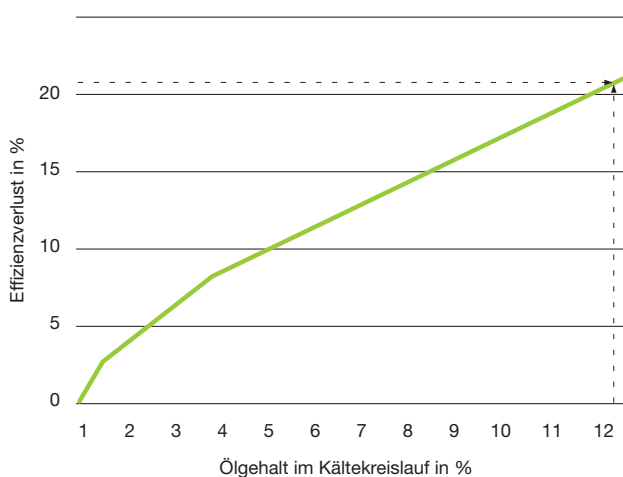


Abbildung 16: Schwinggeschwindigkeiten als Funktion der Terz-Mittelfrequenz eines Verdichters. Der Richtwert für den Normalbetrieb laut VDI 2056 liegt bei 4 mm/s. Der QUANTUM-Wert liegt bei rund 0,04 mm/s, also weit darunter.

Kein Effizienzverlust mit der ölfreien Verdichtertechnologie des QUANTUM



Der Ölgehalt im Kältekreislauf herkömmlicher Kälteanlagen beträgt durchschnittlich 12,9%, laut ASHRAE-Studie 601-TRP. Das entspricht einem Leistungsverlust der Kältemaschine von ca. 21%. Nicht so beim QUANTUM dank seiner ölfreien Verdichtertechnologie.

Abbildung 17: Die ASHRAE-Studie 601-TRP untersuchte den Effizienzverlust in Kältemaschinen bei übermäßigem Ölgehalt im Kältekreislauf.

Kein Leistungsverlust dank ölfreier Verdichtertechnologie

Bei ölbehafteten Verdichtern befindet sich zwangsweise Öl im Kältemittel. Die ASHRAE-Studie 601-TRP untersuchte den Ölgehalt und den damit verbundenen Effizienzverlust der Kältemaschine.

Die Studie ergab, dass zum einen die meisten ölbehafteten Kältemaschinen mit einem zu hohen Ölanteil im Verdampfer laufen (durchschnittlich ~12,9%) und dass damit ein entsprechender Leistungsverlust von ~21% verbunden ist (Abbildung 17).

QUANTUM-Kältemanager

Intelligente Steuerung mehrerer QUANTUM-Kältemaschinen für noch mehr Energieeffizienz.

Der Kältemanager koordiniert das Zu- und Abschalten von QUANTUM-Kälteaggregaten in einem Verbund ab zwei Maschinen. Während bereits eine QUANTUM-Kältemaschine ihre Verdichter so koordiniert, dass möglichst wenig Strom zur Kälteerzeugung verbraucht wird, tut dies der Kältemanager übergeordnet für mehrere Kältemaschinen. Dafür legt er die Leistung der einzelnen Kältemaschinen sowie die kundenseitige Vorlauftemperatur zugrunde. Optional können weitere Parameter wie Volumenstrom oder Aussentemperatur für die Energieoptimierung herangezogen werden. Der Kältemanager zielt auf die Verbesserung des COP-Wertes der gesamten Kälteanlage – nicht nur der einzelnen Kältemaschinen. Zudem optimiert er den Einsatz der Pumpen, wodurch zusätzlich Energie gespart wird.

Der Kältemanager kann kontinuierlich mit einer übergeordneten Leitstelle kommunizieren und alle technischen Daten in der Kältezentrale zur Verfügung stellen. Bei Wartung oder Störung erfolgt automatisch eine so genannte Störumschaltung, so dass die übrigen Maschinen den Leistungsausfall kompensieren. Über die Sequenzumkehr besteht zusätzlich die Möglichkeit, die Reihenfolge der anfahrenen Kältemaschine zu variieren. So erreichen die Maschinen in etwa gleiche Betriebsstunden und es ergeben sich keine übermäßig langen Stillstandszeiten. Der Kältemanager kann nicht nur QUANTUM-Kältemaschinen einbinden. Auch die energieoptimierende Steuerung von Maschinen anderer Anbieter ist möglich.

Kostenvergleich QUANTUM vs. Schraube

Vergleichen zahlt sich aus.

Kostenvergleich zwischen QUANTUM und einer vergleichbaren Kältemaschine mit Schraubenverdichter. Die Vergleichsbedingungen sind für beide Maschinen

identisch. Die verwendeten Energiepreise und Teuerungsraten sind – vor dem Hintergrund der aktuellen Energiemarktsituation – sehr niedrig angesetzt.

Kostenvergleich QUANTUM vs. Schraube.

Energieverbrauch	QUANTUM Typ W135-P3F-LL				Kältemaschine mit Schraubenverdichter					
	100 %	75 %	50 %	25 %	100 %	75 %	50 %	25 %		
Teillastwerte (relativ)	%	100 %	75 %	50 %	25 %	100 %	75 %	50 %	25 %	
Kälteleistung	kW	1.100 kW	825 kW	550 kW	275 kW	1.100 kW	825 kW	550 kW	275 kW	
Leistungsaufnahme	kW	178 kW	102 kW	52 kW	24 kW	183 kW	122 kW	73 kW	58 kW	
COP ¹		6,2	8,1	10,6	11,5	6,0	6,8	7,5	4,8	
Betriebszeiten		16 h/d 5 d/w 52 w/a = 4.171 Betriebsstunden/a				16 h/d 5 d/w 52 w/a = 4.171 Betriebsstunden/a				
Lastprofil ²	%	1 %	42 %	45 %	12 %	1 %	42 %	45 %	12 %	
Lastprofil (total)	h	≈ 42 h	≈ 1.752 h	≈ 1.877 h	≈ 501 h	≈ 42 h	≈ 1.752 h	≈ 1.877 h	≈ 501 h	
Leistungsaufnahme	kW	178 kW	102 kW	52 kW	24 kW	183 kW	122 kW	73 kW	58 kW	
Jahresverbrauch	kWh/a	7.425	178.694	97.606	12.013	7.629	212.856	137.587	28.831	
jährlicher Strombedarf		295.738 kWh/a				Differenz -91.166 kWh/a	386.904 kWh/a			
Kosten										
Investitionskosten (einmalig)		112.350 EUR				+17.650 EUR	94.700 EUR			
jährliche Kapitalkosten (5 Jahre) ³		25.950 EUR/a				jährliche Differenz +4.077 EUR/a	21.873 EUR/a			
mittlere jährliche Unterhaltskosten (5 Jahre) ⁴		2.585 EUR/a				-1.358 EUR/a	3.943 EUR/a			
jährliche Energiekosten ⁵		30.781 EUR/a				-9.483 EUR/a	40.264 EUR/a			
Jahresgesamtkosten im Mittel über die ersten 5 Jahre		59.313 EUR/a				-6.773 EUR/a	66.086 EUR/a			

Nach ca. 4 Jahren haben sich die höheren Investitionskosten für den QUANTUM durch die geringeren Unterhalts- und Energiekosten amortisiert.

¹ Die COP-Werte bei Schraubenverdichtern verschlechtern sich im Laufe der Jahre (siehe Abbildung 17). Dies wurde in der vorliegenden Rechnung nicht berücksichtigt.
² Das Lastprofil legt für beide Maschinen fest, wie viel % der jährlichen Betriebszeit (4.171 h/a) mit der jeweiligen Leistungsaufnahme gefahren wird. Im vorliegenden Beispiel laufen beide Maschinen 1 % von 4.171 Betriebsstunden pro Jahr in Vollast. Das entspricht ca. 42 h bei einer Leistungsaufnahme von 180 kW beim QUANTUM bzw. 183 kW beim Vergleichsmodell. 42 % von 4.171 h laufen sie bei 75 %-Leistung, usw. IPLV-Profil gemäss ARI 550.
³ Die Abschreibungsdauer wurde bei einem Annuitätsfaktor von 0,231 auf 5 Jahre festgelegt.
⁴ Die Unterhaltskosten wurden mit einer Teuerungsrate von jährlich 2,0 % versehen. Der QUANTUM ist deutlich wartungsärmer, wodurch ein Teil der geringeren Unterhaltskosten erklärt wird.
⁵ Die Energiekosten werden mit 10 Cent je kWh und einer moderaten Strompreisteuerung von 2,0 % berechnet.

QUANTUM-Ecoloop macht den luftgekühlten QUANTUM noch effizienter

Durch Thermosiphon spart der luftgekühlte Quantum bei kalten Aussentemperaturen noch mehr Energie.

Wir statten die luftgekühlten Quantum-Kältemaschinen optional mit QUANTUM-Ecoloop aus: QUANTUM-Ecoloop arbeitet nach dem Thermosiphon-Prinzip und sorgt dafür, dass der Quantum noch effizienter und energiesparender arbeitet. Unter bestimmten Bedingungen sind COP-Werte > 25 möglich.

Der Thermosiphon-Effekt

Thermosiphon oder auch Naturumlauf bezeichnet die Zirkulation eines Mediums in einem Kreislauf aufgrund des Dichteunterschieds des Mediums. Ein mit geringer Dichte selbstständig aufsteigendes Medium wird auf einer höheren geodätischen Ebene abgekühlt und fliesst in die tiefer gelegene Ebene zurück. Im Vergleich zum herkömmlichen Naturumlauf, z. B. bei einer Schwerkraftheizung, bei der das Arbeitsmittel stets flüssig ist, findet beim Quantum-Einsatz ein Phasenwechsel statt. Flüssiges Kältemittel

verdampft, gelangt in den Verflüssiger und fliesst flüssig zurück in den Verdampfer. Das Kältemittel zirkuliert also ohne den Einsatz von Pumpen und Verdichter.

Voraussetzungen

Voraussetzung für den Thermosiphon-Effekt beim Quantum ist, dass die benötigte Kaltwasseraustrittstemperatur über der Aussentemperatur der Umgebungsluft liegt. Dieser Fall tritt vor allem in den kälteren Jahreszeiten ein und kann hervorragend für die Gebäudeklimatisierung genutzt werden.

Vollkommen automatisch

Das QUANTUM-Ecoloop-Modul im Quantum schaltet automatisch zwischen dem herkömmlichen Kältekreislauf unter Verwendung des Verdichters und dem Kältekreislauf mit abgeschaltetem Verdichter hin und her. Es ist kein manuelles Eingreifen erforderlich.

Kälteleistung für QUANTUM-Ecoloop A030-P1C-L2

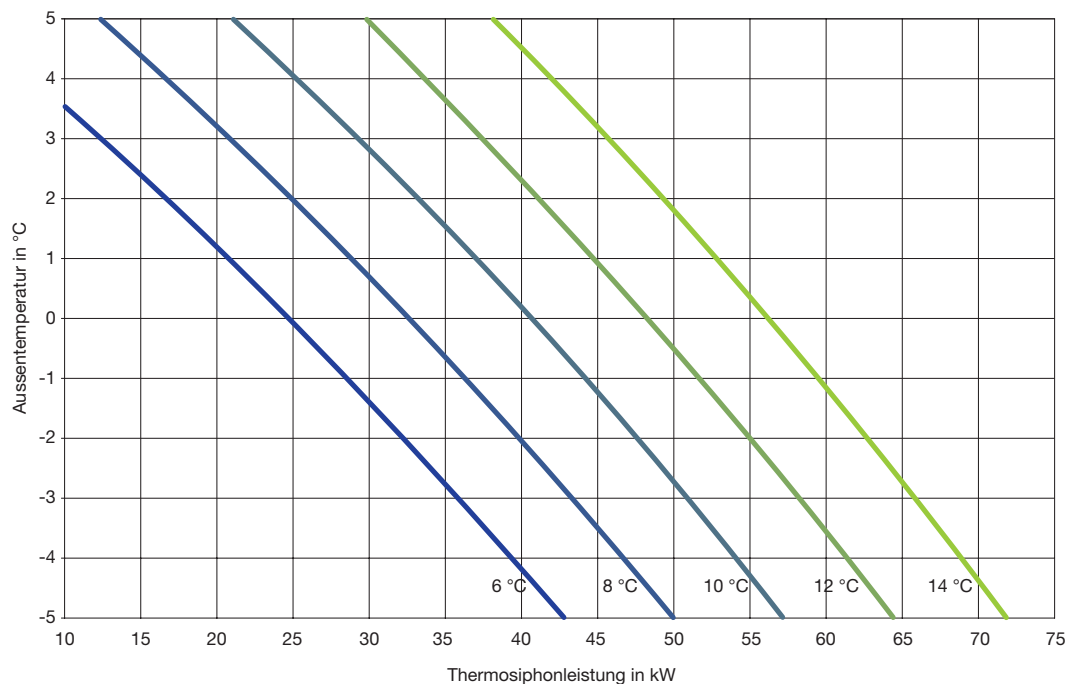


Abbildung 18: QUANTUM-Ecoloop: Leistung bei verschiedenen Kaltwasseraustrittstemperaturen in Abhängigkeit von der Aussentemperatur. Das Thermosiphon-Prinzip funktioniert nur, wenn die Aussentemperatur niedriger als die gewünschte Kaltwasseraustrittstemperatur ist. Je grösser die Temperaturdifferenz ist, desto grösser ist die Kälteleistung.

Vorteile des luftgekühlten Quantum mit QUANTUM-Ecoloop

QUANTUM-Ecoloop ist eine sinnvolle Ergänzung der Quantum-Kältemaschine:

- noch mehr Energieeffizienz, da der Verdichter während des Einsatzes von QUANTUM-Ecoloop keinen Strom verbraucht
- Reduzierung der Betriebsstunden des Verdichters
- CO₂-Einsparungen durch geringeren Stromverbrauch

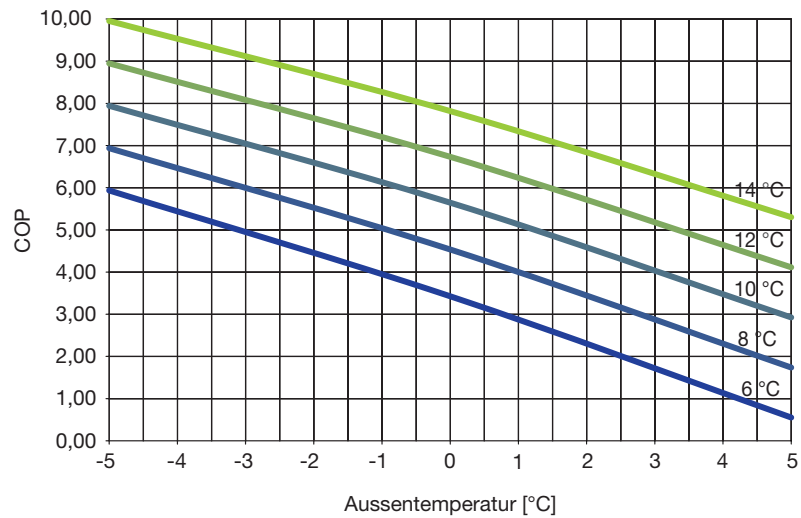


Abbildung 19: COP-Werte für Quantum (Typ A060-P2C-L4) durch Nutzung von QUANTUM-Ecoloop in Abhängigkeit der Aussentemperatur bei verschiedenen Kaltwasseraustrittstemperaturen (6 °C bis 14 °C).

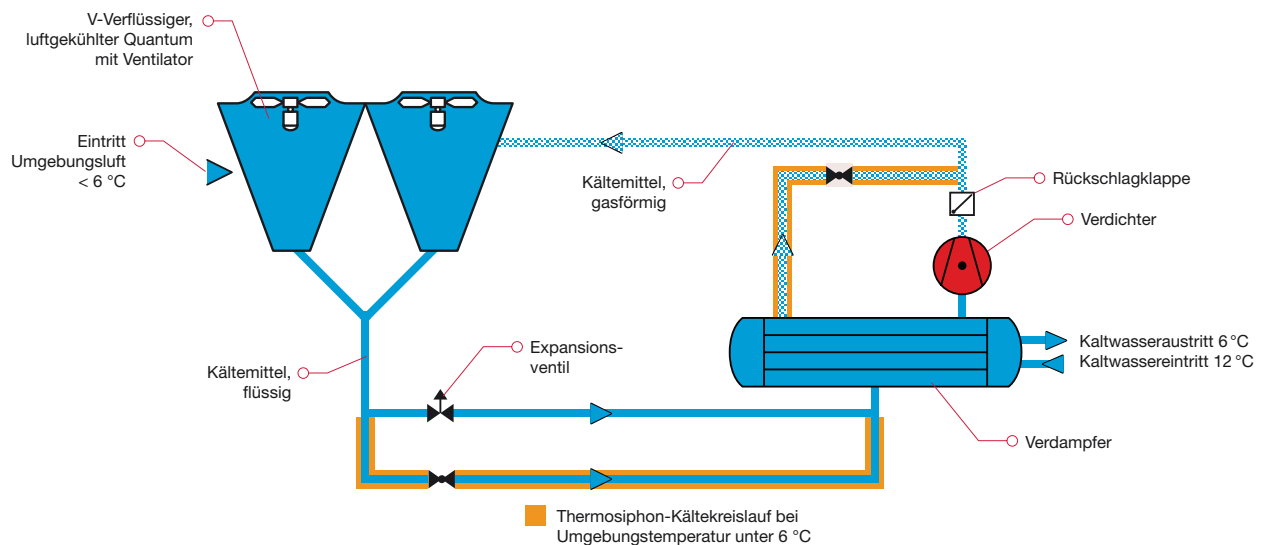


Abbildung 20: Schemazeichnung des Kältekreislaufes für einen luftgekühlten Quantum mit QUANTUM-Ecoloop. Die orange hinterlegten Rohrleitungen zeigen den Thermosiphon-Kreislauf bei abgeschaltetem Verdichter an. Der Quantum wechselt automatisch in Abhängigkeit von der Aussentemperatur zwischen den beiden Kreisläufen.

KLIMA KÄLTE KOPP AG

Silbernstrasse 12
CH-8953 Dietikon ZH

Telefon +41 (0)43 322 32 32
Telefax +41 (0)43 322 32 22

info@3-k.ch
www.3-k.ch

Büro Bern:

Telefon +41 (0)31 952 60 30
Telefax +41 (0)31 952 60 30

Büro Nyon:

Telefon +41 (0)21 824 34 05
Telefax +41 (0)21 824 34 06