

TECHNICAL FOCUS

VPF VARIABLE PRIMARY FLOW

DIE HYDRONIKANLAGEN MIT PRIMÄRKREISLAUF MIT VARIABLEM DURCHFLUSS

Eine stets zunehmende Aufmerksamkeit für die Reduzierung des Energieverbrauchs der Klimatisierungsanlagen, die mit Einsparungen bei den Anlagenverwaltungskosten und mit dem Bedürfnis der Reduzierung der CO₂-Emissionen verbunden ist, veranlasst die Maschinenhersteller und die Wärmetechnikplaner, neue Anlagenlösungen zu prüfen, alternativ zu den seit Jahrzehnten verwendeten Schemen, die, obwohl immer noch gültig, nicht mehr als unberührbar betrachtet werden.

Im Bereich der Hydronikklimatisierung finden wir unter den in den letzten Jahren häufiger geprüften Innovationen die Anlagen mit variabler Wasserdurchflussmenge am Primärkreislauf, auch bekannt als VPF (Variable Primary Flow). Die Entwicklung solcher Schemen begann vor einigen Jahren in den USA und war auch dank der technologischen Evolution der Pumpeinheiten mit variabler Geschwindigkeit und der Verwendung von immer fortschrittlicheren Kontrolllogiken zur Verwaltung der modulierenden Kältemaschinen möglich.



INHALTSVERZEICHNIS

EINFÜHRUNG	3
Kapitel 1	
Bezugs-Hydroneikschemen	4
Kapitel 2	
Analyse eines Studienfalls	8
Kapitel 3	
Schlussfolgerungen	15



Die Reihe "Technical Focus" hat das Ziel eine Vereinfachung anzubieten, als Beispiel für die möglichen Vorteile beim Einsatz der modernen Lösungsvorschläge von Aermec.

Weil die in der Veröffentlichung dargestellten Daten und Ergebnisse sich auf spezifische Gebäude und Situationen beziehen, können sie je nach Anwendungen und Bestimmungszweck auch beträchtlich variieren. Aus diesem Grund können die in diesem Dokument vorgenommenen Berechnungen und Betrachtungen auf keine Weise die Planung des Wärmetechnik-Fachmanns ersetzen.

Aermec behält sich das Recht vor, jederzeit Veränderungen durchzuführen, die zur Verbesserung des Produkts erforderlich sind und auch eventuell die entsprechenden technischen Daten zu ändern.

© 2016 Aermec, All right reserved.

EINFÜHRUNG

Die Modulation der von den Anlagenpumpen beim Variieren des Durchflusses verarbeiteten Wasserdurchflussmenge (die durch die Verwendung von Zwei-Wege-Ventilen an den Wärmetauscherbatterien an den UTA und/oder von Zwei-Wege-Ventilen ON/OFF an den Gebläsekonvektoren ermöglicht wird) bewirkt, gegenüber den Kosten für das Pumpen bei Vollast, eine bedeutende Reduzierung. In diesem Zusammenhang genügt es, die Tatsache zu betrachten, dass die von der Pumpe aufgenommene Leistung dem verarbeiteten Durchfluss und der von der behandelten Flüssigkeit abgegebenen Förderleistung entspricht:

$$P_a = \frac{Q \cdot h \cdot \rho}{\eta}$$

In einem Hydraulikkreislauf werden die Verluste bekanntlich mit dem Quadrat des Durchflusses der durchfließenden Flüssigkeit korreliert:

$$\Delta p = k \cdot Q_w^2$$

Zeichenerklärung:

- Q Durchflussmenge
- h Förderleistung
- ρ Dichte
- η Wirkungsgrad



Deshalb führt eine Reduzierung des Durchflusses auf 50% des Nennwerts zur Reduzierung der Druckverluste der Anlage auf 25% des Nennwerts in den gemeinsamen Kreislaufabschnitten; es liegt auf der Hand, dass die Kosten für das Pumpen, trotz des Minuspunkts für den Pumpenwirkungsgrad gegenüber dem Wert des Nennpunkts, nicht unbedeutend sind.

Der Hauptgrund, der Planer und Hersteller dazu geführt hat, sich dieser Anlagentypologie zu stellen, resultiert vor allem aus der Absicht, die Pumpenwerkkosten zu reduzieren und somit nicht nur in den mit der verbraucherseitigen Wasserverteilung verbundenen Verbrauch - eine bereits seit vielen Jahren angewendete Maßnahme - einzugreifen, sondern auch auf den mit dem Pumpen der Wärmeleitfähigkeit durch die Kaltwassersätze und die Hauptbauteile der Heiz-Kühlsteuereinheit verbundenen Verbrauch.

Selbstverständlich ist die Erweiterung der Kreislaufsabschnitte für die Verteilung (sekundärer Kreislauf) im Großteil der Anlagen viel größer als die der in der Heiz-Kühlsteuereinheit lokalisierten Abschnitte (Primärkreislauf), sodass ein guter Anteil der Energieeinsparungen bzgl. des Pumpens bereits durch die Modulation der Wasserdurchflussmenge im sekundären Kreislauf erzielt wird; die zusätzliche mit der variablen Durchflussmenge im Primärkreislauf verbundene energetische und wirtschaftliche Einsparung ermöglicht es, die bereits effizienten Anlagen immer leistungsfähiger zu machen und bildet eine Maßnahme zur energetischen Effizienzsteigerung, die normalerweise vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt nicht belastend ist.

Diese Innovation bei der Anlageplanung betrifft auf direkte Weise die Hersteller von Klimaanlage angesichts der beträchtlichen Problematiken, die bei der Steuerung von einem oder mehreren während des Betriebs von einer variablen Wasserdurchflussmenge durchlaufenen Kaltwassersätzen, festgestellt werden können.

Wir werden den Stand der Technik im Allgemeinen, d.h. die gebräuchlichsten Lösungen von Anlagen mit Kaltwassersätzen und Wärmepumpen, die sich auf das VPF-Schema beziehen, untersuchen; wir werden die wichtigsten Maßnahmen hervorheben, die bei der Auswahl der Maschinen, der Planung der Anlage, der Einstellung der Regulierung des Systemsupports verwendet werden müssen und werden auch einige Einschätzungen bezüglich der möglichen bei einer Bezugsanlage erzielbaren Einsparungen vornehmen. Abgesehen von den allgemeinen Betrachtungen und vom behandelten Beispiel ist zu vergegenwärtigen, dass jeder einzelne Fall bzgl. der Verwendung dieser neuen Anlagenlösung einzeln behandelt wird, wobei die kritischen Punkte untersucht und die notwendigen Einschätzungen hinsichtlich der Machbarkeit und der Wirtschaftlichkeit abhängig von den spezifischen gewählten Maschinen und der Konfiguration und Ausdehnung der Anlage vorgenommen werden.

TECHNICAL FOCUS

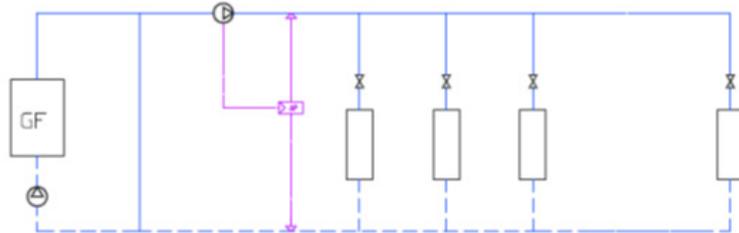
VPF

VARIABLE PRIMARY FLOW

THE AERMEC SOLUTION FOR
IMPROVED HYDRONIC EFFICIENCY

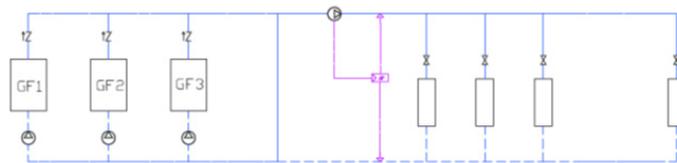
Kapitel 1 BEZUGS-HYDRONIKSCHEMEN

Hier werden im Folgenden die zwei gebräuchlichsten Anlagenschemen aufgeführt, die immer für eine Sommer- und/oder Winterklimatisierungs-Hydronikanlage verwendet wurden (die erste mit einem Einzelkaltwassersatz, die zweite mit mehreren Kaltwassersätzen gleichzeitig).



Schema 1-a: Anlage mit Doppelkreislauf mit Einzelkaltwassersatz.

Diese Schemen mit Doppelkreislauf sehen bekanntlich zwei Kreisläufe vor (der Primärkreislauf, der sich normalerweise in der Nähe der Heiz-Kühlsteuereinheit befindet und der sekundäre Kreislauf im Dienst der Verbraucher).



Schema 1-b: Doppelkreislaufanlage mit mehreren Kaltwassersätzen gleichzeitig.

System AERMEC MULTI-CHILLER



Anzeige pGD³



Platine pCO1

Wie in den oben aufgeführten Schemen angegeben, hat der Doppelkreislauf die Funktion, den Wasserdurchfluss zum Wärmetauscher jedes Kaltwassersatzes konstant zu halten.

Bei mehreren Kältemaschinen gleichzeitig (von der Einstellung Aermec Multi-Chiller unterstützt), führte die Lastverringerng zum progressiven Ausschalten der Maschinen und der entsprechenden Pumpen.

Die Aufmerksamkeit ist auf das Verhalten des Kühlkreislaufr während eines Durchfließens mit Wasserdurchflussänderung gerichtet; normalerweise können die Einheiten einen Wasserdurchfluss akzeptieren, der einem ziemlich großen Bereich entspricht (für gewöhnlich entspricht der maximale Durchfluss beim Betrieb mit Vollast einem ΔT -Wert von ungefähr 3°C und der minimale Durchfluss entspricht ΔT -Werten von ungefähr 10°C); ein zu niedriger Wasserdurchfluss würde tatsächlich das Entstehen eines Laminarbetriebs im Wärmetauscher bei beträchtlicher Reduzierung der Wärmeaustauschkoeffizienten verursachen, und ein zu hoher Wasserdurchfluss würde zu Vibrationen und Erosionen der Oberflächen des Wärmetauschers führen. Es liegen keine Probleme vor, wenn die Durchflussänderungen beim eingeschalteten Kaltwassersatz auf ausreichend graduelle Weise erfolgen (innerhalb der vom Hersteller eingestellten Grenzen).

Die kritischste Situation betrifft hingegen den Fall, in dem dies abrupt stattfindet: Tatsächlich würde dies Änderungen beim Betrieb des Kühlkreislaufr bewirken, die das Thermostatventil auszugleichen neigt, aber nicht augenblicklich, und welche die Verdichter gefährden würden.



Elektronisches Thermostatventil

Eine plötzliche Erhöhung des Wasserdurchflusses erhöht sofort den Wärmeaustausch am Verdampfer, was beim Durchfließen eine größere Überhitzung und eine leichte Erhöhung der Verdampfungstemperatur bedeutet; diese Situation birgt normalerweise keine Gefahr für die Verdichter.

Eine plötzliche Verminderung des Wasserdurchflusses hingegen reduziert den Wärmeaustausch des Verdampfers und verringert sofort die Überhitzung, die sich auflösen könnte; die Situation ist potentiell gefährlich für die Verdichter, denn sie könnte eine Flüssigkeitsrückkehr verursachen.

Ein Magnetventil anstelle des mechanischen Thermostatventils ist geeigneter, um sich dem Ausgleich von eventuellen Wasserdurchflussstörungen anzupassen, aber um ausreichend präzise zu sein und das Pendeln zu vermeiden, braucht auch dieses ausreichend lange Aktionszeiten, normalerweise Dutzende von Sekunden; im Fall von Anlagen, die Durchflussänderungen an den Kaltwassersätzen vorsehen, muss eine Durchflussänderung eingeplant werden, aber diese Maßnahme allein reicht nicht aus, um die Kältemaschine vor jeder kritischen Situation zu schützen.

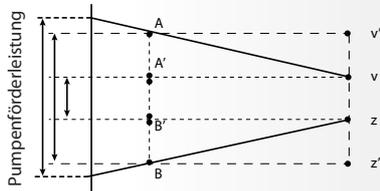
Es ist jedenfalls notwendig, zusätzliche Maßnahmen einzuplanen, um das korrekte Durchfließen eines Wasserdurchflusses an jedem im Betrieb befindlichen Kaltwassersatz zu gewährleisten, damit Flussalarme und extreme Minuspunkte beim Wärmeaustausch vermieden und ausreichend graduelle Durchflussänderungen an den Maschinen sichergestellt werden.

Dabei gilt als Vorsichtsmaßnahme, modulierende Bauteile bei der Verteilungsanlage zu verwenden, die eine Reduzierung des Wasserdurchflusses unter 10% pro Minute des Nennwerts gewährleisten.

Weiterhin muss, um das Erreichen von Werten außerhalb der Grenzen des im Wärmetauscher durchfließenden Durchflusses zu vermeiden, in unmittelbarer Nähe der Heiz-Kühlsteuereinheit ein Bypass-Zweig mit entsprechendem Modulationsventil installiert werden.

Die höhere Komplexität der Einstellung der VPF-Anlagen erfordert neue integrierte Steuerungslogiken, die oft von entsprechenden Zusatzplatinen implementiert werden, bei denen die Durchflussregelung der Verdichter immer durch die Einstellung der Vorlauftemperatur erzielt wird; aber die entsprechenden Systemsteuerungen können die Aktionen an den Aktuatoren des Hydraulikkreislaufs (Pumpen, Bypass-Ventilen) durch die Einstellung der Prozessoren der Kältemaschinen koordinieren.

Profil des Druckverlaufs bei Positionsänderung der Fühler.



Hier sind im Folgenden einige Anlagenschemen aufgeführt, die den variablen Durchfluss an den Kaltwassersätzen vorsehen, und eine kurze Beschreibung ihrer Steuerungslogik.

Das erste Schema (Schema 2-a) bezieht sich auf den Fall einer Einzelanlage mit einem Kreislauf mit variablem Durchfluss mit einem Einzelkaltwassersatz.

Die Systemsteuerung ist in den Funktionen des Kaltwassersatzprozessors integriert und einem Hilfs-Controller überlassen, der normalerweise vom Hersteller geliefert wird; er kann mit dem Kaltwassersatz, der Pumpeneinheit und einem Modulationsventil interagieren, das am Bypass-Zweig positioniert ist.

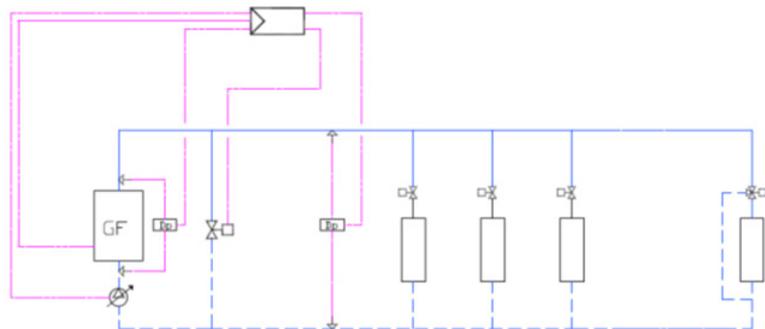
Der zu den Verbrauchern geleitete Wasserdurchfluss wird abhängig von der tatsächlichen Nachfrage der Terminals durch eine Pumpeneinstellung moduliert, die den Differenzdruck zwischen Vorlauf und Rücklauf an zwei entsprechend gewählten Punkten konstant hält. Die geeignete Auswahl der Position der Druckfühler wird den Überlegungen des Planers überlassen, die mit den Merkmalen der spezifischen Anlage verbunden sind.

Der Kaltwassersatz, der seinerseits die abgegebene Leistung abhängig von der Vorlauftemperatur moduliert, erfordert jedenfalls die Aufrechterhaltung eines Mindestwerts des durch den Wärmetauscher fließenden Durchflusses (normalerweise beträgt dieser 50% des Nenndurchflusses), deshalb führt der System-Controller die Überwachung dieses Werts durch einen zweiten Differentialdruckmelder durch, der an den Enden des Verdampfers installiert ist. Sobald der zulässige Mindestwert des Durchflusses am Kaltwassersatz erreicht wird, blockiert sich die Drehzahl der Pumpe, ohne nachträglich reduziert zu werden; die bei den Verbrauchern erforderliche zusätzliche Durchflussverringerung wird durch das graduelle Öffnen eines Zwei-Wege-Modulationsventils erzielt, das am Bypass-Zweig angebracht ist.

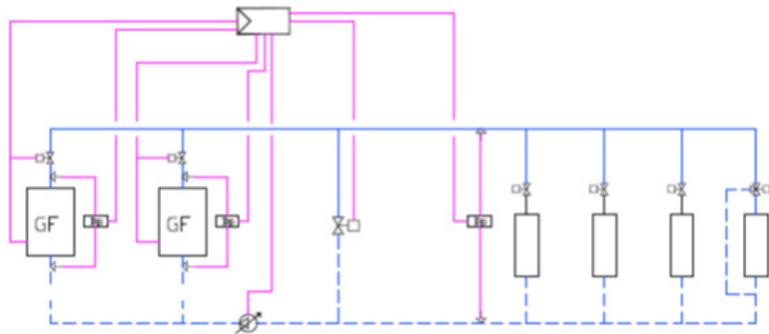
Eine durchaus ähnliche Logik leitet die Funktion einer Anlage mit einem Einzelkreislauf mit variablem Durchfluss und mehreren Kaltwassersätzen gleichzeitig (Schema 2-b).

Ändert sich der von den Verbrauchern geforderte Durchfluss (Funktion des Öffnungsgrads der Zwei-Wege-Modulationsventile und/oder ON/OFF der lokalen Thermostate), interagiert der Regler mit der Inverter-Pumpe, indem er deren Drehzahl moduliert und den durchflussgeregelten Betrieb der beiden Kaltwassersätze, jeder von einem reduzierten Wasserdurchfluss durchquert, aufrechterhält.

Diese Betriebsweise begünstigt sowohl die mit dem durchflussgeregelten Betrieb der Kaltwassersätze verbundenen energetischen Vorteile, als auch die Vorteile, die mit der Kostenreduzierung für das Pumpen des gesamten Verteilungssystems verbunden sind. Sobald der zulässige Mindestdurchfluss an den Kaltwassersätzen erreicht wird, greift der Regler durch die Steuerung des Öffnens des Bypass-Ventils und das graduelle Ausschalten der Kaltwassersätze ein, mit darauffolgendem Schließen des entsprechenden Zweigs; das Ausschalten und die graduelle Unterbrechung der Kaltwassersätze ermöglicht, den Gesamtdurchfluss unter Beachtung des Mindestdurchflusses bei den in Betrieb gebliebenen Kaltwassersätzen zu modulieren.



Schema 2-a: Einzelkreislaufanlage mit variablem Durchfluss und Einzelkaltwassersatz.



Schema 2-b: Einzelkreislaufanlage mit variablem Durchfluss und mehreren Kaltwassersätzen

Diese Lösungen beinhalten energetische Vorteile, die im Einzelfall abhängig von der Anlagenarchitektur, der Typologie der gewählten Maschine, dem jahreszeitlichen Lastprofil und dem Klimaprofil der Lokalität, in der die Anlage installiert ist, zu bewerten sind.

Im Nachhinein werden wir den Studienfall einer für das Kühlen eines Bürogebäudes verwendeten Hydronikanlage untersuchen, die von einer Kältemaschine des Typs Luft-Wasser mit Schraubenverdichtern und Rohrbündel-Verdampfer versorgt wird. Die Analyse bestätigt den Vorteil einer VPF-Anlage gegenüber einer traditionellen Lösung mit Pumpe mit konstantem Durchfluss am Primärkreislauf und variablem Durchfluss am sekundären Kreislauf.



Beispiel eines Büroraums:



NSM3202X^{°°E°°°00}

Die Simulation wurde mit dem Auswahlprogramm Magellano durchgeführt, das im Support-Bereich der Internetseite von Aermec heruntergeladen werden kann



Kapitel 2 ANALYSE EINES STUDIENFALLS

Um die potentiellen energetischen und wirtschaftlichen Einsparungen einer Lösung mit variablem Durchfluss am Primärkreislauf gegenüber den traditionellen Lösungen zu bewerten, betrachten wir die Sommerklimatisierung eines Bürogebäudes, das von einer 2-Rohr-Anlage bedient wird; die im Winter über eine entsprechende Heizsteuereinheit versorgte Anlage wird von einem Kaltwassersatz mit Schraubenverdichter und Rohrbündel-Wärmetauscher bedient.

Im Folgenden werden die Merkmale des betreffenden Gebäudes wiedergegeben:
Ort: Rom

Projekt-Sommertemperatur: 35°C

Relative Projekt-Außenluftfeuchtigkeit: 45%

Bestimmung: Bürogebäude

Aktivierungsprofil der Anlage: 5 Tage/Woche, von 7:00 bis 19:00 Uhr, Sommer (Monate: Mai - September)

Begehbare Fläche: 900 qm/Stock, 7 Stockwerke; Gesamtfläche = 6300 qm

Typologie der Anlage: Primärluft + Gebläsekonvektoren

Extremwert der Kühllast: 713 kW

Kaltwassersatz: AERMEC NSM3202X^{°°E°°°00} unter folgenden Bedingungen gewählt:

Kühlung

Leistung	kW	740,55
Leistungsaufnahme	kW	238,58
Stromaufnahme	A	389,15
E.E.R.	W/W	3,10
E.S.E.E.R.	W/W	4,07
Trockenkugel-Lufteintrittstemperatur	°C	35,00
Eingangswassertemperatur	°C	12,19
Temperaturunterschied	°C	5,19
Ausgangswassertemperatur	°C	7,00
Ethylenglykol	%	0
Wasserdurchfluss	l/h	122.763
Druckverluste	kPa	23,89

Die Nenndaten des Hydraulikkreislaufs, die sich auf den Volllast-Betrieb beziehen, sind folgende:

Lösung 1 (traditionelle Anlage):

Primärkreislauf:

Wasserdurchfluss cbm/h 123,8
Druckverlust kPa 48

Sekundärer Kreislauf:

Wasserdurchfluss Volllast cbm/h 123,8
Druckverlust kPa 154

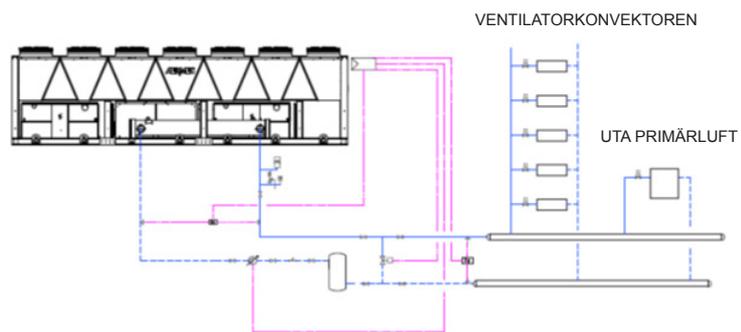
Lösung 2 (VPF-Anlage):

Wasserdurchfluss Volllast cbm/h 123,8
Druckverlust kPa 194

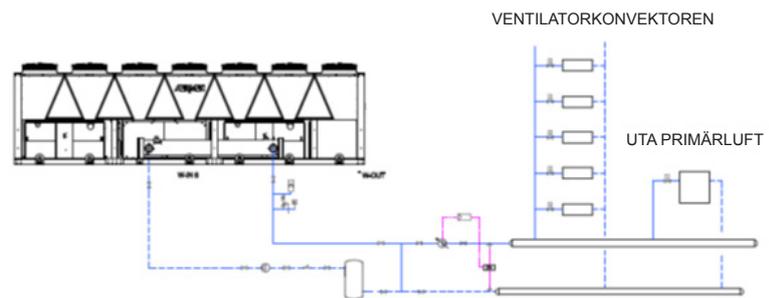
Die Klimaanlage ist des Typs mit Primärluft und Gebläsekonvektoren, sie sieht deshalb eine Luftaufbereitungszentrale für die Frischluft (neutrale Luft) vor und die Kontrolle der Temperaturbedingungen Raum für Raum über Gebläsekonvektoren, die in den einzelnen bedienten Räumen installiert sind.

Wir geben hier ein Funktionsschema der Anlage für eine traditionelle Lösung und für eine VPF-Lösung wieder.

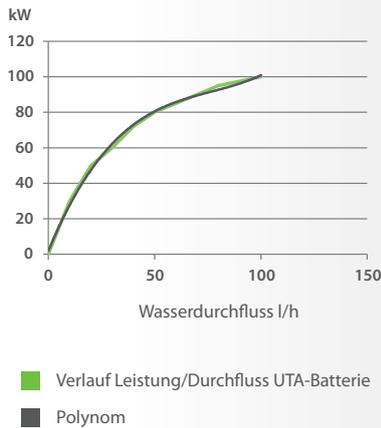
Funktionsschema der Anlage:



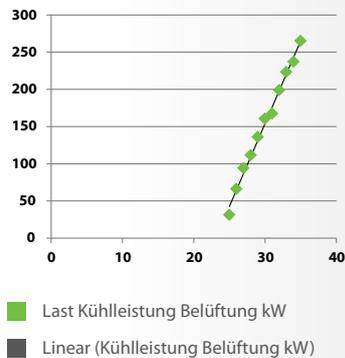
Funktionsschema der Anlage mit traditionellem Doppelkreislauf



DURCHFLUSS-VERLAUF/LEISTUNG
MODULIERENDE BATTERIE (UTA)



DURCHFLUSS-VERLAUF/LEISTUNG ON-OFF
BATTERIE (VENTILATORKONVEKTOR)



Die Modulation der Kühlleistung an der UTA-Batterie (mit Temperaturkontrolle im Vorlauf zur Festpunktregelung) erfolgt über ein Zwei-Wege-Modulationsventil; die Einstellung der Terminals im Raum erfolgt dagegen über ON-OFF Zyklen an der Belüftung mit Zwei-Wege-Ventil ON - OFF, das auf Anforderung des lokalen Thermostats geöffnet wird. Der Wasserdurchfluss zu den Verbrauchern wird durch eine konstante Differentialdruckeinstellung zwischen Vorlaufkollektor und Rücklaufkollektor proportional zu der tatsächlichen Nachfrage beibehalten, die bei der traditionellen Lösung auf die Pumpe des sekundären Kreislafs und bei der VPF-Lösung auf die einzelne Pumpeneinheit wirkt.

Der zu den Terminals geleitete Wasserdurchfluss ist in jedem Augenblick durchschnittlich proportional zur angeforderten Kühlleistung, im Gegensatz zum von der UTA-Batterie angeforderten Durchfluss, der einem Linearverlauf folgt.

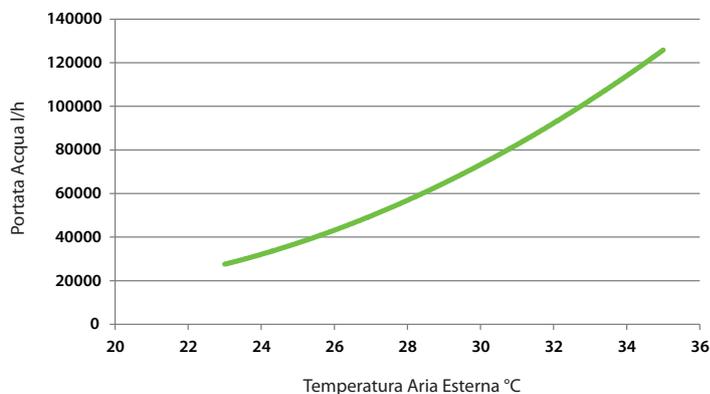
ENERGIEVERBRAUCH DES GEBÄUDE

Die vorläufige Berechnung des Energieverbrauchs des Kaltwassersatzes in Bezug auf die Sommerzeit wurde unter Betrachtung der mit der Belüftung verbundenen Kühllast (von der UTA-Batterie bedeckt) und der mit Übertragung, Bestrahlungsstärke und Innenlasten verbundenen Kühllast (von den Gebläsekonvektoren bedeckt), die von der Außentemperatur abhängt, durchgeführt.

Für die Berechnung der Stromaufnahme der Sommerklimaanlage verwenden wir also das folgende Verhältnis zwischen Außentemperatur, geforderter Kühlleistung und dem zu den Terminals geleiteten Wasserdurchfluss (UTA-Batterie + Ventilatorconvекtoren), das unten aufgeführt wird:

Wasserdurchfluss Verbraucher		
T Esterna °C	P Frigo kW	Q Acqua l/h
35	714	122693
34	662	117413
33	623	106227
32	575	92010
31	519	78497
30	488	72715
29	439	63997
28	390	56654
27	349	50823
26	297	44613
25	237	38102
24	182	31254
23	158	27084

WASSERDURCHFLUSS KREISLAUF ANLAGE



Durchschnittlicher Wasserdurchfluss Kreislauf Verbraucher abhängig von der Außentemperatur



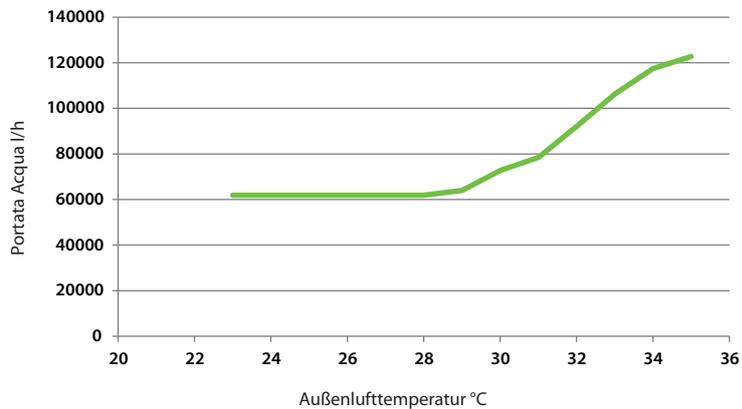
UTA-Batterie:
Luftaufbereitungseinheit der Serie
NCD zur Durchführung der durch
die Anwesenheit von Personen
erforderlichen Erneuerung der Luft.



FCZ: Ventilatorconvекtor der
verwendet wird, um die sensible und
latente Last in den verschiedenen
Büros zu erfüllen.

Der zu den Verbrauchern geleitete und auf diese Weise bestimmte Wasserdurchfluss bezieht sich auf den im sekundären Kreislauf zirkulierenden Durchfluss, oder - im VPF-Fall - auf den zu den Kollektoren verbraucherseitig geleiteten Durchfluss; in diesem letzten Fall entspricht aber der vom Kaltwassersatz verarbeitete Mindestwasserdurchfluss 50% des Nennwerts, deshalb ist die Verbindung zwischen Außentemperatur - Last und Wasserdurchfluss der Kältemaschine die im Folgenden dargestellte:

Wasserdurchfluss der Kältemaschine (min 50%)		
Außentemperatur °C	Kühlleistung kW	Wasserdurchflussmenge l/h
35	714	122693
34	662	117413
33	623	106227
32	575	92010
31	519	78497
30	488	72715
29	439	63997
28	390	61911
27	349	61911
26	297	61911
25	237	61911
24	182	61911
23	158	61911

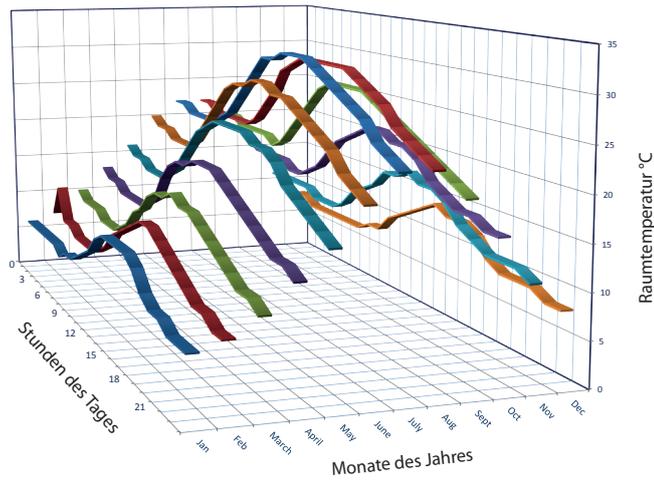


Durchschnittlicher Wasserdurchfluss VPF-Pumpe abhängig von der Außentemperatur

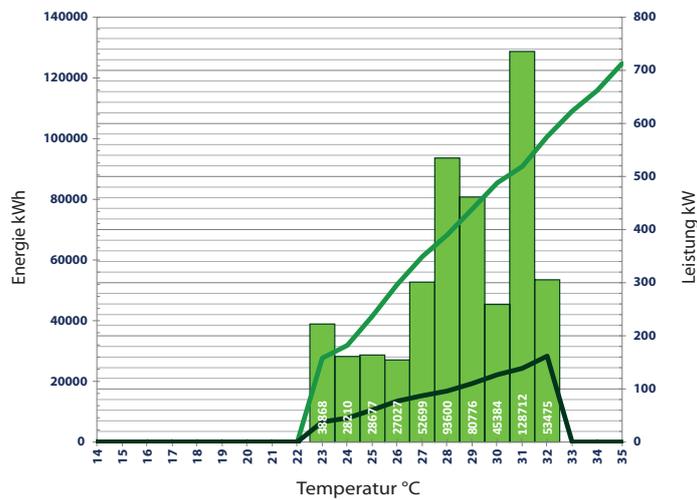
Die Ereignishäufigkeit wurde für jeden Temperaturwert im Laufe des gesamten Jahrs mit Bezug auf den Ort (Rom) und auf die Zeiträume für die tatsächliche Verwendung der Anlage festgelegt.

Für jeden Temperaturwert wurde abhängig vom Durchflussregelungsgrad der Kühleinheit der Wert der durch die Verwendung des Programms AERMEC ACES aufgenommenen Stromaufnahme berechnet; es ist wichtig, zu beachten, dass dieser Wert die Stromaufnahme der Pumpeneinheiten nicht berücksichtigt, die sich allerdings außerhalb der Kühleinheit befinden; diese Werte wurden separat berechnet.

Zeitprofil der mittleren Monatstemperatur Ort: Rom



Analyse Leistungen Kältemaschinen: NSM3202E



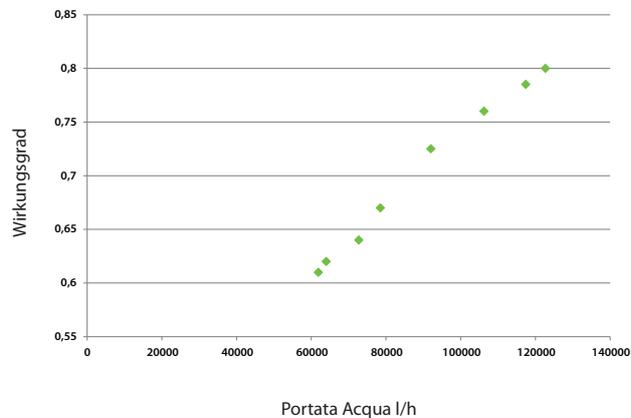
- Kühlenergie kWh
- Kühlleistung kW
- Aufgenommene Leistung kW

Das Programm ACES ist ein von AERMEC entwickeltes Instrument für die Berechnung des jahreszeitbedingten Verbrauchs und der jahreszeitbedingten Effizienz der Kaltwassersätze (sowohl bei einem Einzelkaltwassersatz als auch bei mehreren Kaltwassersätzen gleichzeitig); es wird für weiterentwickelte Energieanalysen verwendet, mit denen die Auswahl der Kältemaschinen und die Verwaltungsstrategie von mehreren Kühleinheiten gleichzeitig optimiert werden können, um das Maximum für die Energieeffizienz des Systems zu erzielen.

Ebenso gründlich wird die Kostenberechnung für das Pumpen analysiert, weil die energetischen und wirtschaftlichen Vorteile bezüglich der traditionellen Lösung und der VPF-Lösungen in diesem Punkt eine Rolle spielen.

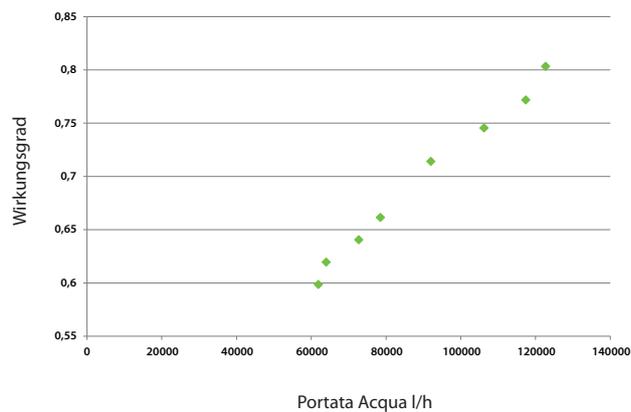
Bei der Berechnung der von den Pumpeneinheiten bei unterschiedlichen Durchfluss-/Förderleistungsbedingungen verbrauchten Stromaufnahme wird der Leistungsabfall beim Variieren des Arbeitspunkts berücksichtigt (sowohl für die Pumpe im Dienst des sekundären Kreislaufs in traditionellen Anlagen, als auch für die Einzelpumpe in der VPF-Anlage).

Wirkungsgrad Pumpe des sekundären Kreislaufs Traditionelle Anlage



Inverter-Pumpe

Wirkungsgrad Einzelpumpe VPF-Anlage

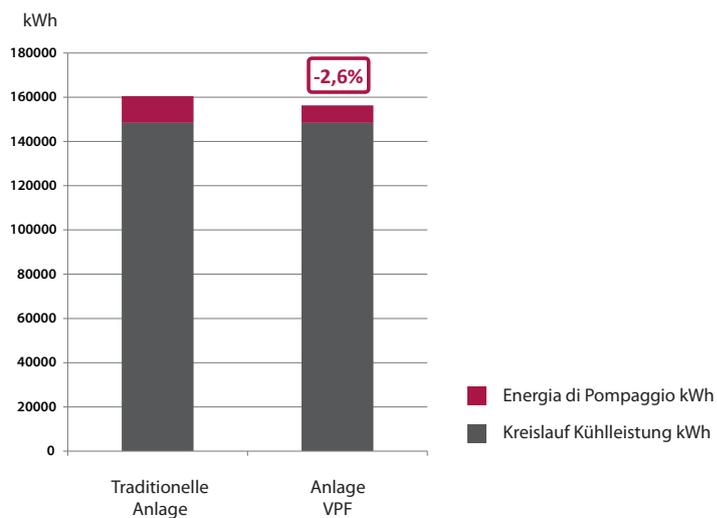
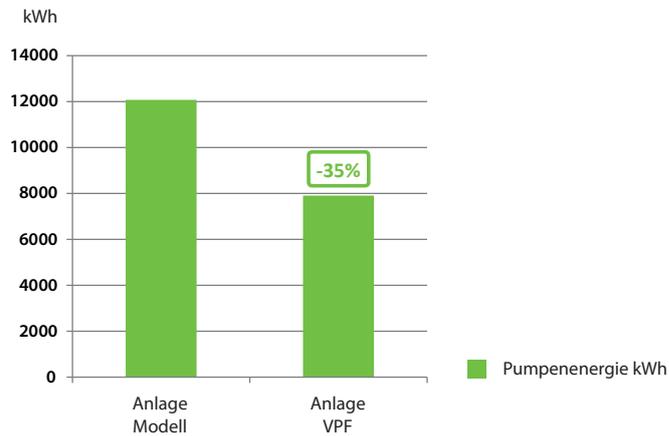


- (1) Die höheren Kosten der VPF-Lösung berücksichtigen folgende Komponenten: 2 Durchflussmesser an den Wärmetauschern, Bypass mit Modulationsventil, zusätzlicher Regler für das VPF-System.
- (2) Stromkosten 0,18 € / kWh
- (3) Jahreszinssatz 4%, Inflationsfaktor 2%, Nutzungsdauer der Anlage 15 Jahre

Hier werden im Folgenden die Ergebnisse der Berechnung aufgeführt, die sich auf die Kosten für das Pumpen und auf die Gesamtenergieaufnahme beziehen (Kältemaschinen + Pumpeneinheiten) und das Resultat des Vergleichs zwischen den beiden Anlagen.

		Traditionelle Anlage	Impianto VPF
Stromaufnahme Pumpen	(kWh)	12070	7907
Stromaufnahme Kaltwassersatz	(kWh)	148335	148335
Gesamtstromaufnahme	(kWh)	160405	156262
Höhere Kosten VPF-Anlage / traditionelle Anlage	(€) (1)		1500
Energiekosteneinsparung VPF-Anlage / traditionelle Anlage	(€/Jahr) (2)		749
Pay back period	(Jahre)		2 Jahre
VAN Differential VPF / traditionell	(€) (3)		7963

VERGLEICH AUSGABEN FÜR DAS PUMPEN ZWISCHEN EINER TRADITIONELLEN ANLAGE UND EINER VPF-ANLAGE



Kapitel 3 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Energieeinsparungen bzgl. des Pumpens zwischen den beiden Fällen sind nicht unbedeutend; hinsichtlich des Prozentsatzes bei der Gesamtsumme des Verbrauchs sind die Werte nicht sehr hoch, wie zu erwarten war, unter Berücksichtigung, dass die Auswirkung der Ausgaben nur für das Pumpen des Primärkreislaufs gewiss nicht die wichtigste Verbrauchsposition darstellen.

Es handelt sich jedenfalls um eine relativ kostengünstige Energieeffizienzmaßnahme, unter der Berücksichtigung, dass die höchsten für die VPF-Anlage vorgesehenen Komponenten-Kosten (Controller, Modulationsventil auf Bypass, Wasserdurchflussmesser an den Verdampfern) unerhebliche Anteile für Anlagen mit einer durchschnittlich hohen Leistung darstellen.

Diese Maßnahme hat daher ziemlich kurze Amortisationszeiträume (normalerweise ca. 3 Jahre) und ist eine Investition mit einem positiven nicht unbedeutenden Nettogegenwartswert im Laufe der Anlagennutzungsdauer und ist deshalb eine günstige Wahl, nicht nur in Bezug auf die Umwelt.



Aermec S.p.A. via Roma 996 - 37040 Bevilacqua (VR) Italy
T. +39 0442 633111 F. +39 0442 93577
marketing@aermec.com
www.aermec.com