Moderne Rechenzentren stellen hohe Anforderungen an die Raumklimatisierung.

Kühlen Kopf bewahren und dabei CO_2 einsparen

Aus unserer modernen Welt ist die elektronische Datenverarbeitung nicht mehr wegzudenken – ob Informations- oder Kommunikationstechnologien wie Internet, E-Mail-Verkehr und Mobilfunk. Aber auch der gesamte Warenwirtschaftsverkehr, Verwaltungsaufgaben, Bankkonten, Gehaltsabrechnung usw. werden weitestgehend von modernster Computertechnik übernommen. Die Komplexität der dafür erforderlichen Programme und drastisch gestiegene Datenmengen drücken sich in immer leistungsfähigeren Hardwarekomponenten aus, die in den Serverräumen großer Rechenzentren zusammengefasst werden. Für die immensen Rechnerleistungen ist vor allem eins erforderlich: Energie!

Nach einer im Auftrag des Bundesumweltministeriums (BMU) erstellten Studie hat sich der Energiebedarf der deutschen Rechenzentren in den Jahren 2000 bis 2006 auf 8,7 Milliarden Kilowattstunden (kWh) mehr als verdoppelt. Von den im gleichen Zeitraum fast verdreifachten Stromkosten ganz zu schweigen. Für diese Energiemenge sind rund drei mittelgroße Kohlekraftwerke erforderlich. Bei gleichbleibender Steigerung würden bis in das Jahr 2010, allein für die Rechenzentren, bei einem Energieaufwand von 12,9 Terawattstunden (TWh), die erzeugten CO_2-Emmissionen gegenüber 2001 um 50 Prozent ansteigen. Weltweit ist einer Gartner-Studie zufolge die IT-Branche für zwei Prozent des CO_2-Ausstoßes verantwortlich. Das entspricht dem Wert des weltweiten Flugverkehrs bzw. dem Ausstoß von 320 Millionen Kleinwagen.

Warum das Rechenzentrum und die Wasseraufbereitung unzertrennlich werden

Die riesigen Energiemengen stellen insbesondere die Haustechnik-Planer vor schwierige Aufgaben, denn die großen Rechnerhirne produzieren nicht nur Ergebnisse, sondern: Wärme!

Der Anteil an abzuführender Wärmeenergie beläuft sich fast auf die Hälfte der Gesamtenergie eines Rechenzentrums, und ist gleichzeitig auch deren limitierender Faktor in der Gebäudetechnik (**Abbildung 1**). Während die Rechner selbst nur relativ kurze „Generationszeiten" erlauben, ist die installierte Haustechnik für einen mittel- bis langfristigen Einsatz geplant und daher über mehrere IT-Generationen in Betrieb. Folglich sind die Rech-

Autor: Stefan Gölz
JUDO Wasseraufbereitung GmbH • Hohreuschstraße 39-41 • 71364 Winnenden • Telefon (0 71 95) 6 92-142 • E-Mail: stefan.goelz@judo.eu • www.judo.eu

Abbildung 2 Kühlturme auf dem Dach sorgen für ein optimales Klima im Rechenzentrum.

nerleistungen bei gegebener Wärmelast nicht beliebig erweiterbar. Eine optimale Kühltechnik ist aber eine äußerst effiziente Maßnahme um CO_2-Emmisionen zu minimieren und Spielräume für spätere Expansionen zu ermöglichen.

Freie Kühlung – Wasser als Wärme(ab)transportmittel

Wesentlich effizienter ist der Einsatz des Wärmeträgers Nummer eins: Wasser! Im Gegensatz zu Luft kann Wasser die Wärme 3.500-mal besser speichern. Wasser ist leicht beherrschbar und steht uns hierzulande praktisch überall zur Verfügung. So wird Wasser in der industriellen Anwendung zu gut 70 Prozent als Kühlwasser gebraucht.

Da Energie nur transportiert aber nicht vernichtet werden kann, dient das Wasser hier überwiegend als Transportmittel der erzeugten Wärmemenge nach draußen. Auf den Gebäudedächern der Rechenzentren sind in der Regel einzelne oder mehrere Kühltürme (**Abbildung 2**) aufgebaut, die für die Abgabe der Wärmemenge an die Umgebungsluft sorgen. Die geschlossenen Kühlsysteme zeichnen sich dadurch aus, dass der Wärmetauscher die transportierte Wärme direkt an die Umgebungsluft abgibt und das Kühlwasser keinen direkten Luftkontakt hat.

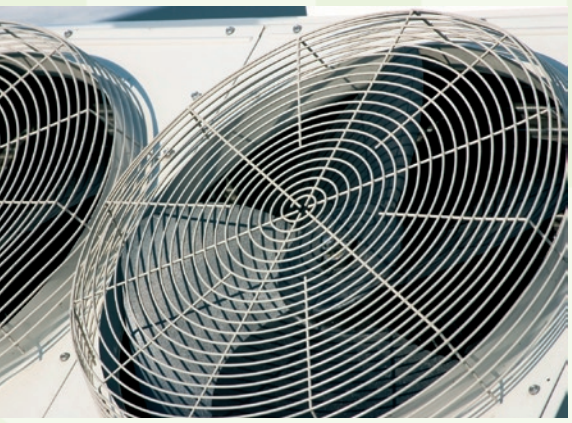

Abbildung 1 Herkömmliche Lüftungsanlagen stoßen im Leistungswettkampf der Prozessoren schnell an ihre Grenzen.

Diese „Freie Kühlung“ findet jedoch ihre Grenzen in der Außenlufttemperatur. Die Temperatur der Außenluft muss mindestens 2 K unter der minimalen Kühlwasser-Rücklauftemperatur liegen um überhaupt kühlen zu können. Damit stoßen gerade in unseren Breitengraden die meisten Kühlanlagen an entsprechende Leistungsgrenzen.

Kombinierte Kühlsysteme mit Verdunstungskühlung bedürfen einer optimalen Wasserqualität

Offene Kühlsysteme arbeiten dagegen mit der sogenannten Verdunstungskühlung, die pro verdunstetem Liter Wasser eine Wärmemenge von etwa 0,6 kW an die Umgebungsluft abführen kann. Im Gegensatz zu den geschlossenen Systemen werden dabei aber Anforderungen an die Wasserqualität insofern wichtig, da es bei der Verdunstung von Wasser naturgemäß zu Aufkonzentrierung von Wasserinhaltsstoffen kommt. Diese Inhaltsstoffe sind dann in der Lage Beläge zu bilden und Korrosionen hervorzurufen.

Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund gibt es seit vielen Jahren eine Kombination aus freier und offener Kühlweise, welche die jahreszeitlich bedingten Temperaturschwankungen dazu nutzt, die Lufttemperatur so lange für die freie Kühlung zu verwenden bis die Grenze von 2 K unter der maximalen Kühlwassertemperatur erreicht ist. Dies ist in jedem Fall bis 8 Grad Celsius möglich. Zwischen 8 und 16 Grad Celsius wird dann ggf. die Kühlluft selber durch das Verrieseln von Kühlwasser abgekühlt und damit zunächst einen kombinierten Betrieb von „Freier Kühlung“ im Luftbetrieb und der „nassen“ Verdunstungskühlung gefahren. Oberhalb von 16 Grad Celsius kann dann nur noch der reine Verdunstungs-Kühlbetrieb stattfinden.

Spätestens zu diesem Zeitpunkt muss die Wasseraufbereitung auf die Anforderungen der offenen Kühlung abgestimmt sein, um einen störungsfreien Kühlbetrieb im Rechenzentrum zu gewährleisten. >>

Abbildung 3 Wasserenthärtungs-Anlagen entziehen dem Kühlwasser vor allem die schädlichen Härtebildner Calcium und Magnesium.

Die Einzelheiten der Wasserzusammensetzung in Rückkühlwerken regelt für uns die VDI-Richtlinie 3808. Sie beschreibt mit Rücksicht auf die Materialanforderungen der verwendeten Werkstoffe im Kühlkreislauf die erlaubten Höchstgrenzen der Wasserinhaltsstoffe. Mancher Hersteller von Rückkühlwerken geht mit seinen Anforderungen an die Wasserzusammensetzung noch über die VDI-Richtlinie hinaus und beschreibt in seinen Planungsunterlagen zum Teil abweichende Grenzwerte, die dann ebenfalls zu berücksichtigen sind.

Wasseraufbereitung zur Sicherung des Kühlbetriebs

Zur Vermeidung von Ablagerungen auf den Kühllamellen, der damit verbundenen Minderung der Temperaturübergänge und der Behinderung der Wärmeabführung werden verschiedene Möglichkeiten der Wasseraufbereitung herangezogen. Die mengenproportionale Dosierung entsprechender Kombinationsprodukte als reine Härtestabilisierung bis zu einer Karbonathärte von 4°dH, der Korrosionsschutz und die Dispergierung von ungelösten Wasserinhaltsstoffen zur Vermeidung von Ablagerungen bildet die Basis aller Wasseraufbereitungsmaßnahmen im Kühlwasserbereich.

Können durch Berechnung der maximalen „Eindickungen“, also dem Verhältnis von maximal zulässigen Konzentrationen einzelner Wasserinhaltsstoffe bezogen auf die vorliegende Konzentration im Speisewasser, keine als wirtschaftlichen Betrieb angesehenen drei bis fünffachen Eindickungen erreicht werden, müssen die relevanten Inhaltsstoffe entfernt werden. Dies betrifft in erster Linie die Härtebildner Calcium und Magnesium, die in einer Enthärtungsanlage (**Abbildung 3**) per Ionenaustausch gegen die gut löslichen Natriumionen getauscht werden und mit Rohwasser auf etwa 3 – 5 °dH verschnitten, die Belagsbildung weitestgehend minimieren.

Umkehrosmose – der Weg zum idealen Kühlwasser

Wenn aber weitergehende Wasserinhaltsstoffe wir Chloride und Sulfate, oder der Gesamtsalzgehalt die Eindickung minimieren ist die Entsalzung über die Umkehrosmose das probate Mittel auch aus diesem Speisewasser ein dem Regelwerk konformes Kühlmedium aufzubereiten. Bei der Umkehrosmose werden die Salze an einer sogenannten semipermeablen (halbdurchlässigen) Membrane zu 95 bis 98 Prozent zurückgehalten und in die Kanalisation abgeführt. Nur die Wassermoleküle und gelöste Gase, wie zum Beispiel die Kohlensäure können die Membranen passieren. Das ablaufende salzarme „Permeat“ wird drucklos in Tanks zwischengespeichert und mittels Druckerhöhungsanlagen zur Verwendungsstelle gefördert. Die Membranen sind aus dünnen Polyamid-Folien aufgebaut ähnlich wie sie heutzutage in der Funktionsbekleidung ebenfalls zur Anwendung kommen. Die Folien sind als Wickelelemente in Modulen zusammengefasst und werden mit der Kraft von Hochdruckpumpen im Bereich von 12 bis 25 bar im kontinuierlichen Betrieb gefahren.

Derzeit sind Systeme gebräuchlich, die mit einer üblichen Ausbeute von 75 Prozent bezogen auf den Rohwassereinsatz einen Abwasseranteil von 25 Prozent direkt ohne weitere Nachbehandlung in die Kanalisation abgeben. Unter bestimmten Umständen rechnen sich jedoch auch Systeme, die gerade diesen Abwasseranteil nochmals durch eine Umkehrosmoseanlage (**Abbildung 4**) aufbereiten und somit Systemausbeuten von bis zu 90 Prozent erlangen können. Das so produzierte salzarme Wasser enthält nur noch sehr geringe Mengen an gelösten Inhaltsstoffen, die ihrerseits nicht in der Lage sind Beläge an den Wärmeübertragungsflächen zu besorgen.

Sicherheitsfaktor Absalzautomatik

Unabhängig des Salzgehaltes im Nachspeisewasser werden offene Kühlsysteme in jedem Fall einer Eindickung durch die Verdunstung unterworfen sein. Daher sorgt eine in den Kreislauf eingebaute Absalzautomatik

Autor: Stefan Gölz
JUDO Wasseraufbereitung GmbH • Hohreuschstraße 39-41 • 71364 Winnenden • Telefon (0 71 95) 6 92-142 • E-Mail: stefan.goelz@judo.eu • www.judo.eu

durch kontinuierliches Messen der Leitfähigkeit für die notwendige Betriebssicherheit. Sollte ein projektierter und voreingestellter Grenzwert für den Gesamtsalzgehalt überschritten werden, öffnet die Absalzautomatik ein Ventil der Kreislauf-Druckleitung und entlässt einen Teil des Kühlwassers in die Kanalisation. Der Verlust wird über die Niveausteuerung am Kühlturm erkannt und durch öffnen der Nachspeisung wieder ausgeglichen. Zu beachten wäre die Umstand dass auch durch die Luft eingetragene und ungelöste Schmutzstoffe, die ihrerseits nicht in die Leitfähigkeit eingehen, bei zu hohen Eindickzahlen Betriebsprobleme bereiten können. Eine maximale Eindickung um den Faktor 10 ist daher auch bei dem Einsatz von entsalztem Wasser sinnvoll und ausreichend.

Die Kühltechnik kann nach Umkehrosmose betriebssicher mit der salzarmen Fahrweise pH-Wert unabhängig gefahren werden. Alle pH-Wert beeinflussende Wasserinhaltsstoffe sind entfernt, eine Überalkalisierung wie bei dem Betrieb mit teilenthärtetem Wasser ist nicht mehr möglich.

Ein weiterer Effekt, der zur Betriebssicherheit der Kühltechnik beiträgt ist der Umstand, dass in der Übergangszeit zwischen Sommer und Herbst sowie Frühling und Sommer die Kühlanlagen häufig zwischen den Betriebsphasen „freie Kühlung“ und nasser Betriebsweise hin und herschalten. Nach jedem Zyklus trocknet der Kühlluftventilator das Befeuchtungswasser an den Wärmetauschern auf und sorgt so, auch bei regelgerechter Wasserzusammensetzung, für entsprechende Ablagerungen und Korrosionsangriffe auf den Oberflächen. Auch hier gewährleistet der salzarme Betrieb nach Umkehrosmose eine rückstandsfreie Oberfläche der Wärmetauscher und steigert die Betriebssicherheit.

Durch Wasseraufbereitung zu mehr Betriebssicherheit – eine Investition, die sich lohnt

Alle Maßnahmen zur Wasseraufbereitung dienen letztendlich dem einzigen Ziel gerade diese Betriebssicherheit im Rechenzentrum in der Weise zu erhöhen, dass die erzeugte Wärme sicher ohne zusätzliche Verluste aus dem Gebäude ausgetragen werden kann. Rückstände an den Wärmetauscherflächen behindern diesen Vorgang und führen über kurz oder lang zum Ausfall der Kühlanlagen. Temperaturanstiege von nur wenigen Zehntel Grad Celsius verlangsamen die Rechengeschwindigkeit einer Servereinheit enorm und sind direkt proportional zu Leistungsminderung und damit verbundenen Verdienstausfall für den Betreiber.

Die Investition in die zwar aufwändigere und damit kostenintensivere Umkehrosmose rechnet sich durch die höhere Betriebssicherheit der Anlage selber, spätestens aber bei den möglichen Einsparungen an Abwasser durch die verminderte Absalzung des Kreislaufwassers. Die durch jahrelange Erfahrung auf dem Gebiet der Wasseraufbereitung geprägten Fachingenieure der JUDO Wasseraufbereitung GmbH rechnen Ihnen gerne die wasserseitigen Einsparpotentiale aus und projektieren ein für Sie zugeschnittenes Konzept auf der Basis der einschlägigen Richtlinien und Regelwerke. Modernste Anlagentechnik trägt in diesem Bereich durch Energieeinsparung maßgeblich zur CO_2-Reduzierung bei, getreu dem Motto der Initiative-CO_2: „Energieverbrauch runter, Energieeffizienz rauf“. ■

Abbildung 4
Die Umkehrosmose-Anlage vermindert Ablagerungen durch Wasserentsalzung.

HTI WILHELM GIENGER KG
Fachgroßhandel für Bau- und Industriebedarf

INITIATIVE CO2
Energieverbrauch runter
Energieeffizienz rauf