

Energie zu senken und Energie rückzugewinnen haben bei der Kühlung von Rechenzentren oberste Priorität. Ein Rechenzentrum hat die Besonderheit, dass der Serverraum durch den Wärmeeinfall der Server ganzjährig gekühlt werden muss. Die freie Kühlung, ob direkt oder indirekt, spielt dabei eine große Rolle. Allerdings verändern sich die Randbedingungen für den Betrieb im Laufe eines Jahres, was eine Optimierung der Anlagentechnik erschwert. Im folgenden Beitrag werden die Betriebsfälle aufgezeigt, die für ein mit Personen besetztes Rechenzentrum im Laufe eines Jahres bei doppelter freier Kühlung vorkommen.

Wie für all diese Randbedingungen ein Gerät optimiert werden kann, zeigt der folgende Beitrag.



Huber & Ranner GmbH  
Gewerbering 15  
D-94060 Pocking  
Tel.: +49 8531 / 705-0  
Fax: +49 8531 / 705-22  
www.intelligent-air.com

# Die doppelte Freie Kühlung

**Neue Wege bei der Klimatisierung von Rechenzentren –  
von Jürgen Loose und Udo Ranner**

## Einführung

Um die Zusammenhänge für die Klimatisierung eines Rechenzentrums zu optimieren, ist es sinnvoll, die gesamte Anlagentechnik und deren Parameter, einschließlich IT-Geräte, ganzheitlich zu betrachten, wie Prozessoren mit geringerer Wärmelast, Prozessoren, die auch bei höheren Temperaturen sicher funktionieren, die Luftströmung im Rechnerschrank und im Rechenraum, die Raumdichtheit, die Kälteerzeugung und die Klimageräte. Eine ganzheitliche Betrachtung ist erfolgreich, wenn jeder einzelne Teilbereich auch für sich selbst optimiert wird. Dazu gehört unter anderem das Klimagerät als Herzstück der Klimatisierung von Rechenzentren.



*Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Loose  
ist Inhaber des Ingenieurbüros  
Energie.Controlling.Loose  
aus Weilheim.*



*Dipl.-Ing. Udo Ranner  
ist Geschäftsführender Gesell-  
schafter der Huber & Ranner  
GmbH in Pocking.*

Für ein Bauvorhaben des Staatlichen Bauamts 1 in München wurde mit diesem Ansatz ein neuartiges Klimagerät entwickelt, das für ein kleines Rechenzentrum mit einer maximalen Kühllast von 32 kW konzipiert wurde. Gesucht wurde die optimale Klimatechnik.

## Die Randbedingungen

Als erste Maßnahme wurde darauf geachtet, dass im Serverraum Warm- und Kaltzonen entstehen. Reine Warm- und Kaltgänge waren bei der Sanierung aufgrund der Gegebenheiten vor Ort nicht mög-



Abb. 1: Abgebildet ist der Prototyp des Kompaktklimageräts von Huber & Ranner im Testlabor mit angebauten Kanalstücken. (Abb. Huber & Ranner)

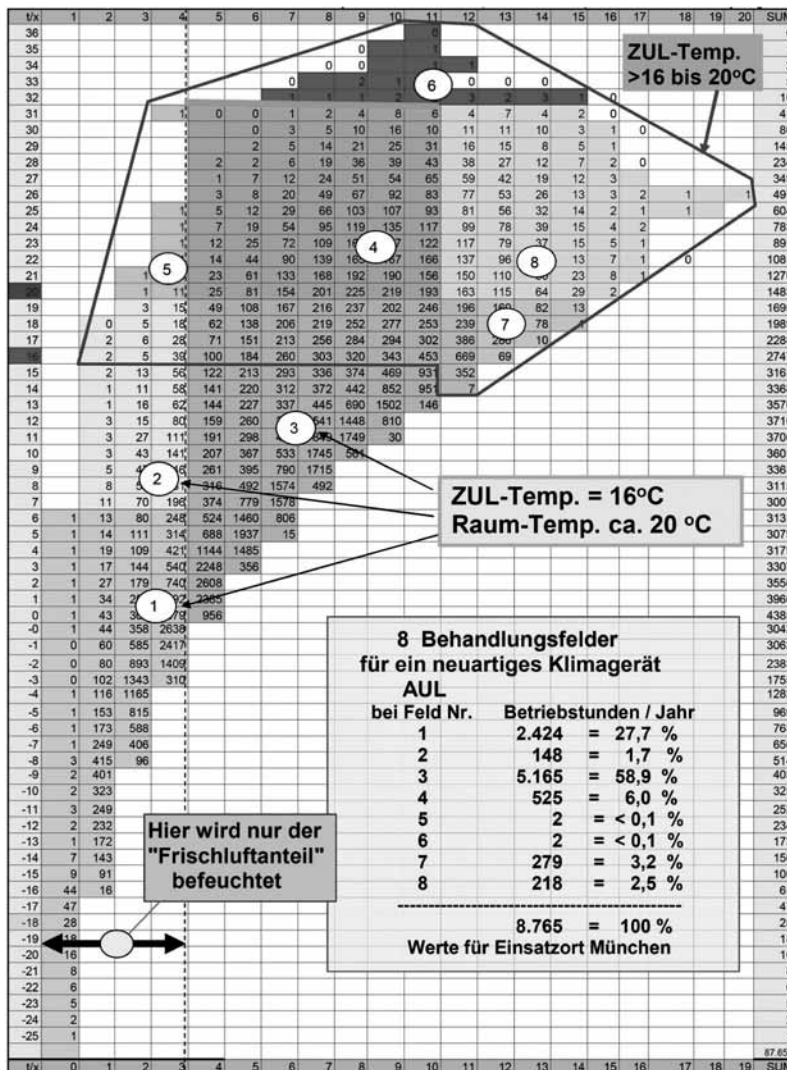


Abb. 2: Im h,x-Diagramm sind acht verschiedene Behandlungsfelder eingetragen, nach denen das Gerät betrieben wird. Die absolute Feuchte von 4 g Wasser pro kg trockener Luft ist die Grenze, unter der die Außenluft zusätzlich im Gerät befeuchtet wird.

lich. Für die Zuluft-Zuführung wurden im Doppelboden auf einer Seite der IT-Geräte Schlitzplatten mit sehr geringem Widerstand verlegt. Die ausströmende Luft wird von den IT-Geräten angesaugt, durchströmt diese und wird dabei erwärmt. Die erwärmte Luft wird direkt über den IT-Geräten über Luftgitter an der Decke abgesaugt und über ein Luftkanalnetz zonenweise zum jeweiligen Klimagerät geführt. Der Luftvolumenstrom des Klimageräts wird anhand einer vorgegebenen Temperaturdifferenz zwischen der Zuluft und der Abluft stufenlos entsprechend der aktuellen Kühllast geregelt. Bei Bedarf wird der Volumenstrom punktuell oder insgesamt erhöht, wenn es an den kritischen Stellen der IT-Einrichtungen zu warm werden sollte. Die Zulufttemperatur liegt zwischen 16 und 20 °C, bei einer konstanten Ablufttemperatur von 32 °C. So wird in der Kaltzone eine Raumtemperatur von zumeist 21 °C erreicht (max. 25 °C) bei einer Raumfeuchte von 25 bis 60 % r. F. (relative Feuchte) und einer maximalen Zuluftfeuchte von 80 % r. F.

### Kein Standard beim Klimagerät

Bei der Betrachtung der Randbedingungen wurde schnell klar, dass für die verschiedenen Betriebsfälle während eines Jahres nur jeweils unterschiedliche Anlagenausführungen zur optimalen Anlage führen würden. Eine Standardlösung wäre daher immer nur für einen Betriebsfall das Optimum und für alle anderen Fälle ein Kompromiss gewesen, bei dem noch annehmbare Ergebnisse erzielt werden. Um alle Energieeinsparpotenziale nutzen zu können, ist eine flexible Systemlösung gefragt.

Für den Betrieb der Anlage während eines Jahres wurden acht verschiedene Betriebsfälle definiert und in einem h,x-Diagramm markiert (Abb. 2). Für jeden Betriebsfälle wurde die optimale An-

lagenlösung konzipiert und im Klimagerät umgesetzt. Für jeden Betriebsfall werden die Ventilatoren, die Wärmeübertrager und die Klappen einzeln geregelt, sodass auf jeden Außenluftzustand reagiert werden kann und stets der geringste Stromverbrauch entsteht. Für die Berechnung der Stromverbräuche wurde für jeden Außenluftzustand die bekannte Summenhäufigkeit herangezogen.

### Lösung für jeden Betriebsfall

Zur Senkung des Antriebsenergiebedarfs der Ventilatoren wurden für jeden Betriebsfall parallele Teil- und Mischluftströme durch die einzelnen Komponenten des Klimageräts geregelt geführt. Folgende acht Betriebsfälle wurden dabei unterschieden (Abb. 2):

#### ■ Indirekte Freie Kühlung (Nr. 1)

Bei niedrigen Außentemperaturen mit niedriger absoluter Feuchte wird die indirekte freie Kühlung

eingesetzt. Nahezu die komplette Außenluft wird bei diesem Betriebsfall über die Wärmerückgewinnung (Kreislaufverbundsystem - KVS) geleitet und nimmt die Abluftwärme aus dem Serverraum indirekt auf und führt sie in die Umgebung ab. Ein sehr kleiner Außenluftanteil wird der Zuluft direkt zugeführt. Mit dieser Schaltung kann der Befeuchtungsaufwand sehr klein gehalten werden.

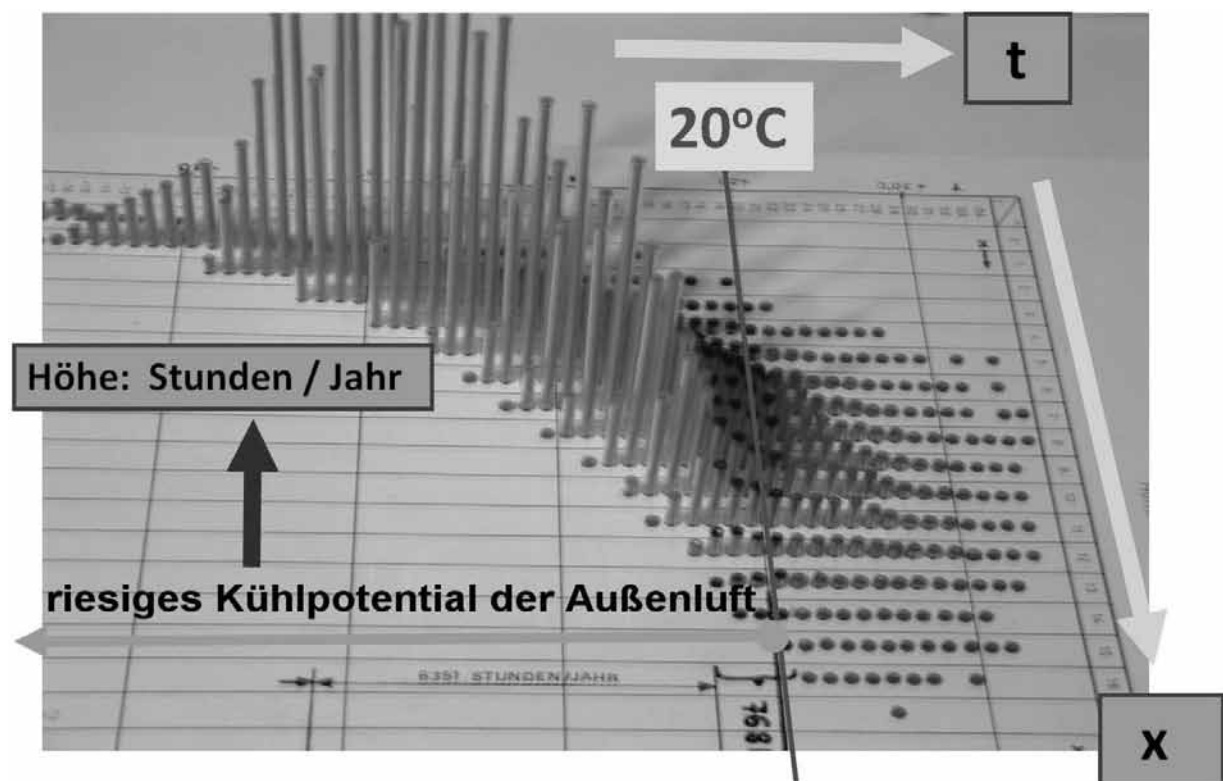
#### ■ Direkte Freie Kühlung (Nr. 2 + 3)

Die direkte freie Kühlung wird als Mischluftsystem bei mittleren Außentemperaturen und einer absoluten Feuchte bis 10 g/kg eingesetzt. Diese Kühlart kann während der Hälfte der Jahresbetriebsstunden genutzt werden. Das Klimagerät wurde deshalb so konstruiert, dass bei diesen beiden Betriebsfällen der geringste interne Druckverlust aller Betriebsfälle entsteht. Die Außenluft durchströmt hier nicht mehr das KVS, sondern wird auf parallelen Wegen vollständig der

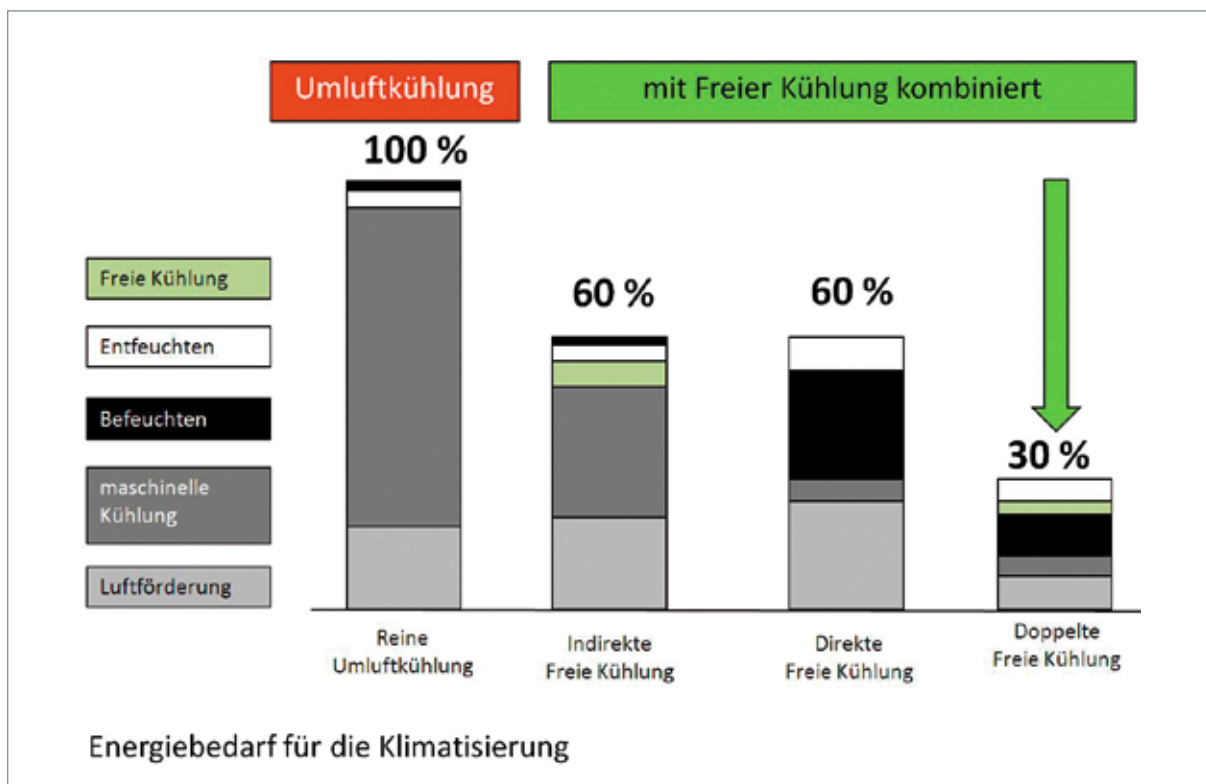
Zuluft zugeführt. Direkt vor dem Ventilator wird Umluft zugemischt. Der Betriebsfall 2 und 3 unterscheidet sich nur durch die Befeuchtung der Außenluft. Fällt die absolute Feuchte der Außenluft unter 4 g/kg, wird sie befeuchtet (Nr. 2).

#### ■ Maschinelle Kühlung (Nr. 4 + 5)

Bei Außenlufttemperaturen unterhalb der Ablufttemperatur von 32 °C wird eine maschinelle Kühlung eingesetzt. Bei diesen Fällen wird die warme Außenluft (in München durchschnittlich 22,5 °C) durch den Direktverdampfer auf die jetzt zulässige höhere Zulufttemperatur, beispielsweise 20 °C, abgekühlt und dem Raum zugeführt. Der im Klimagerät integrierte Kondensator der Kältemaschine wird durch die Fortluft gekühlt. Wie bei Nr. 2 und 3 unterscheidet sich 4 und 5 nur durch die Befeuchtung der Außenluft. Fällt die absolute Feuchte der Außenluft unter 4 g/kg, wird sie befeuchtet (Nr. 5).



Das „Klimagebirge“ entwickelt von Jürgen Loose stellt die Stundenhäufigkeit von Außenluftzuständen am Standort München dreidimensional dar. Die Höhe der roten Stäbchen richtet sich nach der Stundenanzahl. Zu erkennen ist, wann befeuchtet (<4 g/kg) und entfeuchtet (>12 g/kg) werden muss. Die 20 °C Temperaturlinie stellt die Grenze dar bis zu der keine maschinelle Kühlung eingesetzt werden muss.



Dargestellt ist das Potenzial durch freie Kühlung den Energieverbrauch zur Klimatisierung von Rechenzentren zu senken. Als Referenzwert (100 %) dient eine reine Umluftkühlung. Rechts ist die doppelte freie Kühlung dargestellt. (Alle Abb. Loose)

#### ■ Maschinelle Kühlung (Nr. 6)

Bei Außenluft-Temperaturen oberhalb der Ablufttemperatur von 32 °C wird eine maschinelle Kühlung eingesetzt. Es wird nur mehr sehr wenig bis keine Außenluft mehr beigemischt, sondern hauptsächlich gekühlte Abluft als Zuluft dem Raum zugeführt. Die Kondensator-kühlung erfolgt jetzt durch die Außenluft.

#### ■ Entfeuchtung (Nr. 7 + 8)

Ab einem Wasserdampfgehalt von 12 g/kg wird die Außenluft geregelt entfeuchtet. Ein geringer Umluftanteil wird zur Nacherwärmung beigemischt.

#### ■ Umluftkühlung (-)

Die Umluftkühlung ist als Notfallschaltung vorgesehen. Sollte die Außenluft kurzzeitig nicht verwendet werden können oder wenn aufgrund des Brandschutzfrühwarnsystems eine Sauerstoffreduzierung erforderlich ist, kann auf

Umluftkühlbetrieb umgeschaltet werden.

Im Folgenden wird die Umsetzung des Konzepts am Beispiel eines Bauvorhabens des Staatlichen Bauamts 1 in München vorgestellt.

#### Umsetzung des Konzepts

Personen, die sich in einem Serverraum aufhalten, erschweren die Optimierung der Anlagentechnik, die darauf ausgerichtet ist, den Energiebedarf zur Klimatisierung durch Nutzung der freien Kühlung deutlich zu senken. Für die Personen muss genügend Außenluft in den Raum eingebracht und auf zulässige Raumtemperaturen und Raumluftfeuchten geachtet werden. Zusätzlich werden noch unterschiedliche Feuchteober- und -untergrenzen von der IT gefordert. Für diesen Fall wurde die doppelte freie Kühlung entwickelt.

Die Herausforderung bei der Kons-

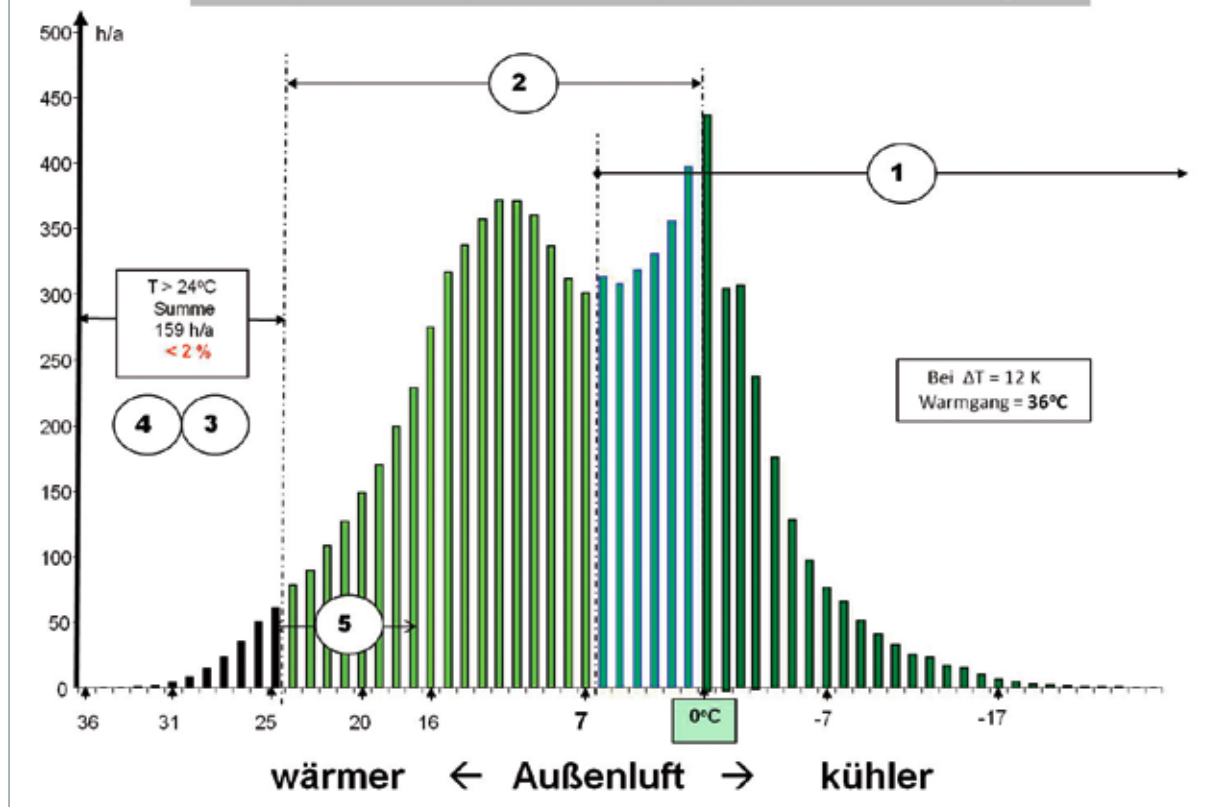
truktion des Klimageräts für die doppelte freie Kühlung bestand darin, verschiedene Kühlarten (Betriebsfälle), wie direkte und indirekte freie Kühlung und maschinelle Kühlung, zu kombinieren und einzeln zu optimieren. Es sollte ein steckerfertiges Klimakompaktgerät entstehen, das alle Komponenten für die unterschiedlichen Kühlarten, für die Be- und Entfeuchtung, für die Kälteerzeugung und für die MSR-Technik beinhaltet. Je nach Außenluftzustand, Raumluftzustand und aktueller Kühllast sollte das Klimakompaktgerät lastabhängig betrieben werden können.

#### Die Geräteauslegung

Das Klimakompaktgerät wurde für den Betriebsfall der maschinellen Kühlung mit einem  $\Delta t$  ( $T_{ABL} - T_{ZUL}$ ) von 12 K ausgelegt. Bei freier Kühlung (direkt und indirekt) wird es mit einem höheren  $\Delta t$  und damit

## Indirekte und Direkte Freie Kühlung → bei Kalt- / Warmgängen

bei  $T_{\text{Zuluft}}$  = zumeist ca.  $16^{\circ}\text{C}$ ; selten bis  $24^{\circ}\text{C}$  ansteigend



Abgebildet ist die Stundenhäufigkeit in Abhängigkeit von der Außentemperatur für ein Rechenzentrum mit Kalt- und Warmgängen in München. Bei einem  $\Delta T$  von 20 K bei freier Kühlung mit einer Zulufttemperatur von  $16^{\circ}\text{C}$ , kann ein EER von über 18 erreicht werden. Die Bereiche (1) bis (5) stellen die Stundenhäufigkeit in einem Jahr für die verschiedenen Kühlarten dar, die die doppelte freie Kühlung nutzt.

(1) Indirekte freie Kühlung über eine Wärmerückgewinnung zwischen Außenluft und Umluft. Betriebszeit: 2.424 h/a (28 %)

(2) Direkte freie Kühlung, mit Mischluftbetrieb. Betriebszeit: 6.000 h/a (68 %)

(3) Maschinelle Kühlung der Außenluft (100 %). Betriebszeit: 157 h/a (<2 %)

(4) Umluftkühlung wenn  $T_{\text{Außenluft}} > T_{\text{Abluft}}$ . Betriebszeit: 2 h/a (<0,1 %)

(5) Entfeuchtungsbetrieb: Nur der Außenluftanteil an der Zuluft wird entfeuchtet. Betriebszeit: 182 h/a (2 %)

wesentlich kleinerem Luftvolumenstrom betrieben, was den Energiebedarf der Antriebe verringert. Wenn IT-Räume selten mit Personen besetzt sind und Kalt- und Warmgänge genutzt werden, kann eine höhere Ablufttemperatur und damit ein größeres  $\Delta t$  gewählt werden, um den Energiebedarf der Anlage weiter zu senken. Das Gerät wurde so konzipiert, dass durch verschiedenen nutzbare Luftströmungswege bei jeder Betriebsart nur die aktuell benötigten Einbauteile durchströmt werden, um die internen Widerstände so gering wie möglich zu halten. Durch die zumeist parallelen Strömungswege entstehen unterschiedliche Luftdurchmischungen.

Bei dem häufigsten Betriebsfall der direkten freien Kühlung entstehen die geringsten Innenwiderstände im Gerät.

### Die Projektumsetzung

Für das Bauvorhaben des Staatlichen Bauamts 1 in München wurden zwei Klimageräte mit je 8.000  $\text{m}^3/\text{h}$  für eine maximale Kühllast von 32 kW konstruiert. Die Geräte befinden sich wie vor dem Umbau in einem zum Rechenzentrum benachbarten Maschinenraum. Die Luft wird mit großflächigen Filtern der Klasse F7 gereinigt. Im Betrieb wird dafür gesorgt, dass beide Klimageräte mit reduziertem Volumenstrom laufen. Beim Ausfall ei-

nes Geräts läuft das noch betriebsfähige mit dem Nennvolumenstrom. Aufgrund der hohen Anforderungen an die Betriebssicherheit befinden sich keinerlei Komponenten der Kältetechnik, die mit dem Klimagerät verbunden sind, im Freien. Die Außenluftansaugung befindet sich in einem für Fremde nicht zugänglichen Innenhof.

### Der Energiebedarf

Vor der Auslieferung des Klimageräts wurde eine Werksprüfung bei der Huber & Ranner GmbH, Pocking, durchgeführt. Unter Laborbedingungen wurden die einzelnen Außenluftzustände soweit wie möglich simuliert. Das Ergeb-

nis belegte die prognostizierte Energieeinsparung von 70 % gegenüber gut ausgelegten Umluftkühlgeräten mit Freiläuferventilatoren und EC-Motorentchnik. Gegenüber Freikühlern mit indirekter freier Kühlung und Kompaktkühlgeräten mit direkter freier Kühlung sowie Be- und Entfeuchtung ergab sich eine Energieeinsparung von 50 %.

Der Energiebedarf wird auf der Luftseite durch kleine innere Widerstände im Klimagerät durch die Teilstrombildung erreicht und auf der Kälteseite durch die Nutzung der direkten und indirekten freien Kühlung. Geregelt wird die Freikühlkombination mit einer speziell entwickelten Regeltechnik der pala GmbH, Grafing, mit Komponenten der Saia Burgess Control AG, Murten/Schweiz.

Die direkte freie Kühlung kann bei vergleichbarer Zulufttemperatur wesentlich höhere Außentemperaturen nutzen als eine indirekte freie Kühlung. Zudem können mit einer direkten freien Kühlung niedrige Temperaturen im Kaltgang und im Raum ohne maschinelle Kühlung erreicht werden.

### **Messungen vor Ort**

Die Anlagen im Rechenzentrum in München wurden im Dezember 2010 installiert und erreichen bis-

her weitgehend die gewünschten Betriebspunkte und den aus Einzelmessungen bei der Werksprüfung hochgerechneten Energieverbrauch. Der Umbau im Rechenzentrum senkt nach ersten Hochrechnungen den Primärenergiebedarf um 85 %, da zuvor ein veraltetes System mit direkter freier Kühlung und nicht optimierter Luftführung eingesetzt wurde. Neben dem erhöhten Strombedarf benötigte das vorhandene Anlagensystem sogar Heizenergie und verbrauchte im Jahr mehr Energie für die Befeuchtung als für die maschinelle Kühlung.

Das Verhältnis des Energiebedarfs der Klimatechnik zur IT-Einrichtung reduziert sich bei dem betrachteten Bauvorhaben von 0,9 auf 0,12. Die prognostizierten Werte des optimierten Rechenzentrums ergeben einen PUE-Wert (Power Usage Effectiveness) von 1,5 und einen EER von etwa 14. Der PUE-Wert ist allerdings mit Vorsicht zu genießen (siehe Lexikon: PUE). Man sollte beachten, dass ein reduzierter Energiebedarf der IT die Voraussetzung für eine größtmögliche Gesamtenergieeinsparung ist. Jedes nicht installierte kW bei der IT muss nicht als Wärme über die Klimaanlage abgeführt werden und erzeugt auch bei der unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) weniger Verluste.

Früher eher vernachlässigte Energieverbraucher, wie die Pumpe für das Kreislaufverbundsystem, werden im Verhältnis zum Gesamtenergiebedarf zu wichtigen Bauteilen, die beachtet werden müssen. Nach Abschluss der Optimierung werden die Betriebszustände, der Energiebedarf und die sonstigen Betriebskosten über einen längeren Zeitraum, mindestens über ein Jahr, erfasst, um die prognostizierten Einsparungen zu belegen.

### **Anwendungsmöglichkeiten**

Für andere Bauvorhaben können die Klimageräte je nach Platzbedarf mit höheren oder niedrigeren Volumenströmen und Kühllasten individuell konstruiert und in der Anzahl beliebig kombiniert werden. Das Klimagerät kann auch in IT-Räumen ohne Personenbelegung mit Kalt- und Warmgängen und in anderen Bereichen und Klimazonen eingesetzt werden, vor allem wenn ein ganzjähriger Kühlbetrieb erforderlich ist und relativ niedrige Raumtemperaturen gewünscht sind. Das Klimagerät muss dabei konstruktiv an den jeweiligen Betriebsfall angepasst werden, der in der Summenhäufigkeit der Außenluftzustände am Einsatzort am häufigsten auftritt.

# PUE – Effizienz im Rechenzentrum

Rechenzentren sind äußerst energie- und damit kostenintensiv. Um die Effizienz des Energieeinsatzes zu ermitteln, hat sich in der IT-Branche als Bewertungskriterium, ja sogar als Werbeinstrument bei Cloud Computing, der von der The Green-Grid-Organisation gewählte PUE-Wert (Power Usage Effectiveness) bzw. dessen Kehrwert Datacenter Infrastructure Efficiency (DciE = 1/PUE) eingebürgert. Allerdings muss man diesen Wert kritisch betrachten, insbesondere dann, wenn jemand behauptet, er hätte durch Einsparmaßnahmen einen PUE-Wert von 1,0 oder gar unter 1,0 erzielt.

Der PUE-Wert setzt die insgesamt im Rechenzentrum verbrauchte Energie ins Verhältnis zur Energieaufnahme der Rechner. Je näher der PUE-Wert der Zahl 1 kommt, desto effizienter arbeitet das Rechenzentrum. PUE-Werte von 1,4 sind bereits ausgezeichnet. Der PUE-Wert wird zurzeit so definiert:

$PUE = \text{Elektrische Leistung aller Verbraucher [kW]} / \text{Elektrische Leistung der IT [kW]}$

Allein aus dieser Formel geht schon hervor, dass der PUE niemals 1,0 sein kann.

Die Elektrische Leistung aller Verbraucher setzt sich zusammen aus den Leistungen für die Schaltanlagen, Verluste bei der unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV), Beleuchtung, die Batterien, die Kühlungen, die Klimaanlage sowie die Energie für alle IT-Geräte, Rechner, Speicher, Telekommunikations- und Peripheriegeräte.

Mit dem PUE-Kehrwert DCiE-Wert (Datacenter Infrastructure Efficiency) wird der Wirkungsgrad der im Datenzentrum eingesetzten Energie bewertet.

Bei der Berechnung des PUE sollte man stets die auf eine Jahresnutzungszeit gemittelte Leistungsauf-

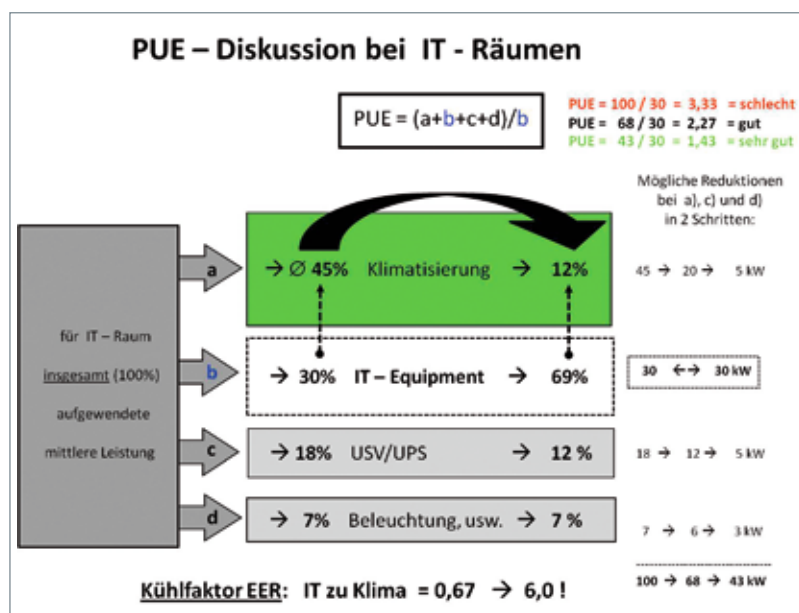
nahme in kW oder den jeweiligen tatsächlichen Jahresenergiebedarf in kWh/a der einzelnen Komponenten ansetzen (falls bekannt). Schließlich schwankt die Leistungsaufnahme der IT nutzerbedingt. Zum anderen schwankt die Leistungsaufnahme der Klimatechnik außentemperaturabhängig (ortsbedingt) stark, weil sie zunehmend mit freier Kühlung kombiniert wird. Ein Momentanwert an einem Ort mit niedriger Außentemperatur ergibt einen anderen PUE-Wert als ein Momentan- oder gar Durchschnittswert in einer warmen Klimazone der Erde.

Wird in einem Rechenzentrum beispielsweise der Energieverbrauch der Klimaanlage verbessert, kann der PUE durchaus von 2,5 auf 1,5

Der Gesamtenergieverbrauch kann also auf verschiedene Arten gesenkt werden.

Jedes nicht installierte kW der IT muss nicht als Wärme per Klimaanlage abgeführt werden und erzeugt auch bei der unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) weniger Verluste. Damit ist die Reduzierung des IT-Energiebedarfs selbst die Voraussetzung für eine Gesamtenergieeinsparung. Somit sagt der PUE-Wert nichts darüber aus, ob er durch eine „bessere“ Klimatechnik oder „gute“ USV oder gar eine effizientere IT selbst erreicht wurde.

Betrachten Sie dazu bitte die folgende Grafik für ein Beispiel in München:



sinken. Das sagt aber nichts darüber aus, ob die günstigste Klimatechnik für das ortsübliche Außenklima verwendet wurde, ob es dort eine insgesamt energiesparende IT gibt, ob eine sinnvolle, stufenweise aufgeteilte und damit in Teillast nutzbare USV mit einem wesentlich besseren Wirkungsgrad verwendet wird oder ob die Beleuchtung ausgeschaltet wird, wenn sich niemand im Raum befindet.

In diesem Beispiel wurde für jede Komponente jeweils der mittlere Jahresleistungswert angesetzt. In zwei Stufen wurden die Komponenten verbessert, an der IT wurde dabei nichts geändert, sodass sich insgesamt eine Einsparung an elektrischer Energie von 57 % ergibt. Wenn man nun in einer dritten Stufe auch noch die Leistung der IT selbst von 30 auf 20 kW verbessert, braucht man natürlich

nicht mehr so viel zu kühlen. Daher ergeben sich auch kleinere Werte für die Klimatisierung (a) und die Verlustleistung der USV (c):

$EERIT = \frac{\text{Mittlerer Jahresverbrauchsleistungswert der IT [kW]} / \text{Mittlerer Jahreskühlleistungswert der Klimatechnik [kW]}}$

18 °C auf die von ASHRAE noch als zulässig empfohlene 25 °C erhöht, verbessert er den EER, nimmt aber in Kauf, dass das Temperaturniveau

	Klimatisierung (kW)	IT-Equipment (kW)	USV (kW)	Beleuchtung usw. (kW)	Summe (kW)	PUE	Kühlfaktor EER	Einsparung (%)
vor Optimierung	45	30	18	7	100	3,30	0,67	0
1. Optimierungsstufe	20	30	12	6	68	2,67	1,50	32
2. Optimierungsstufe	5	30	5	3	43	1,43	6,00	57
3. Optimierungsstufe	3	20	4	3	30	1,50	6,67	70

Interessanterweise steigt nun aber, obwohl die Gesamteinsparung höher ist, der PUE-Wert von 1,43 auf 1,50. Das sollte beim Lesen eines PUE-Werts zum Denken geben...

Da die Klimatisierung neben der IT selbst der größte Kostenfaktor ist, sollte man meines Erachtens besser einen modifizierten EER-Wert (Energy Efficiency Ratio) betrachten.

Dabei ist zu bedenken, dass der reine EER-Wert nichts darüber aussagt, welche tatsächlichen Raumbedingungen bei welcher mittleren Außentemperatur im Vergleichsfall vorliegen. So werden häufig Äpfel mit Birnen verglichen. Wenn beispielsweise jemand bei einem gleichen Kühlsystem und gleicher mittlerer Außenlufttemperatur pro Jahr lediglich die Zulufttemperatur von üblicherweise

um die IT herum ständig höher ist. Derzeit gibt es noch keine Langzeiterfahrungen, wie sich das auf die Störanfälligkeit und die Langlebigkeit der IT oder gar auf die Leistungsfähigkeit von dort gelegentlich arbeitenden Personen auswirkt.

(Quelle: Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Loose, Inhaber des Ingenieurbüros Energie.Controlling.Loose, Weilheim)

**HUBER & RANNER**  
ERWARTEN SIE MEHR.

UNSERE WELTNEUHEIT  
IT GOES GREEN



Gewinner des deutschen Kältepreises 2012

**IT-CASE**  
INTELLIGENT AIR HANDLING  
www.intelligent-air.com