

DataCenter 2020 von T-Systems und Intel

(sponsored by Emerson Network Power with Knürr and Liebert products)

Zweites White Paper:

DataCenter 2020: Hohe Energiedichte im Rechenzentrum – effizient und zuverlässig

DataCenter 2020
T-Systems und Intel entwickeln das Rechenzentrum der Zukunft
TestLab eröffnet am 18.9.2009

Mit freundlicher Unterstützung von:

- ELTEK VALERE
- JOKIEL SCHALTANLAGEN
- minimax
- EMERSON Network Power
- knürr environments for electronics
- SIEMENS
- hager
- TEHALIT
- WGD Datentechnik AG

DataCenter 2020: Hohe Energiedichte im Rechenzentrum – effizient und zuverlässig

Der Energieverbrauch von Rechenzentren lässt sich mit teilweise einfach zu bewerkstelligenden Verfahren reduzieren.

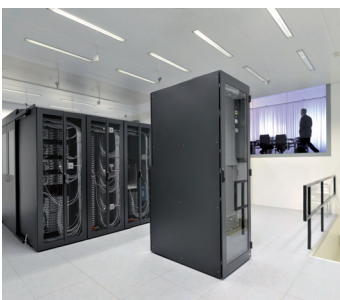
Rückblick: Ergebnisse der ersten Optimierungsphase

Die Forscher von T-System und Intel reduzierten in der ersten Optimierungsphase den Energieverbrauch im Rechenzentrum durch überschaubare Maßnahmen zu moderaten Kosten. Die verbesserte Energieeffizienz beruht im Wesentlichen auf zwei Effekten:

1. Die strikte Trennung von Kalt- und Warmluft etwa durch das Reduzieren von Leckage im Doppelboden und die Kaltgangeinhausung führt zu einer optimierten Luftführung. Dadurch lässt sich die Lüfterdrehzahl der Umluftkühlgeräte senken.

2. Die Anhebung der Einblas- bzw. Zulufttemperatur im Doppelboden (T_1) bei gleichzeitiger Anhebung der Wasservorlauftemperatur verkürzt die Zeit für die Kühlung mittels Kältemaschinen und verlängert die Zeit für indirekte freie Kühlung. Das beste Ergebnis beim PUE-Wert erzielten die Experten dabei gemäß der Obergrenze der ASHRAE-Empfehlungen mit einer Rechnereinlasstemperatur (T_R) von 27°C.

Mit all diesen Maßnahmen gelang es den Forschern im DataCenter 2020 den PUE-Wert von 1,8 auf 1,4 zu senken, wobei die Rechnereinlasstemperatur bei 22°C unverändert blieb. Der Wert „Power Usage Effectiveness“ (PUE) misst die Effizienz des Energieeinsatzes im Rechenzentrum. Er zeigt, wie viel eingesetzte Energie tatsächlich von den IT-Geräten umgesetzt wird. PUE ist der Quotient der im Rechenzentrum eingesetzten Gesamtenergie (Total Facility Power Consumption) zum Energieverbrauch der IT-Geräte (IT Equipment Power Consumption).



Die folgenden beiden Abbildungen illustrieren diese Veränderungen.

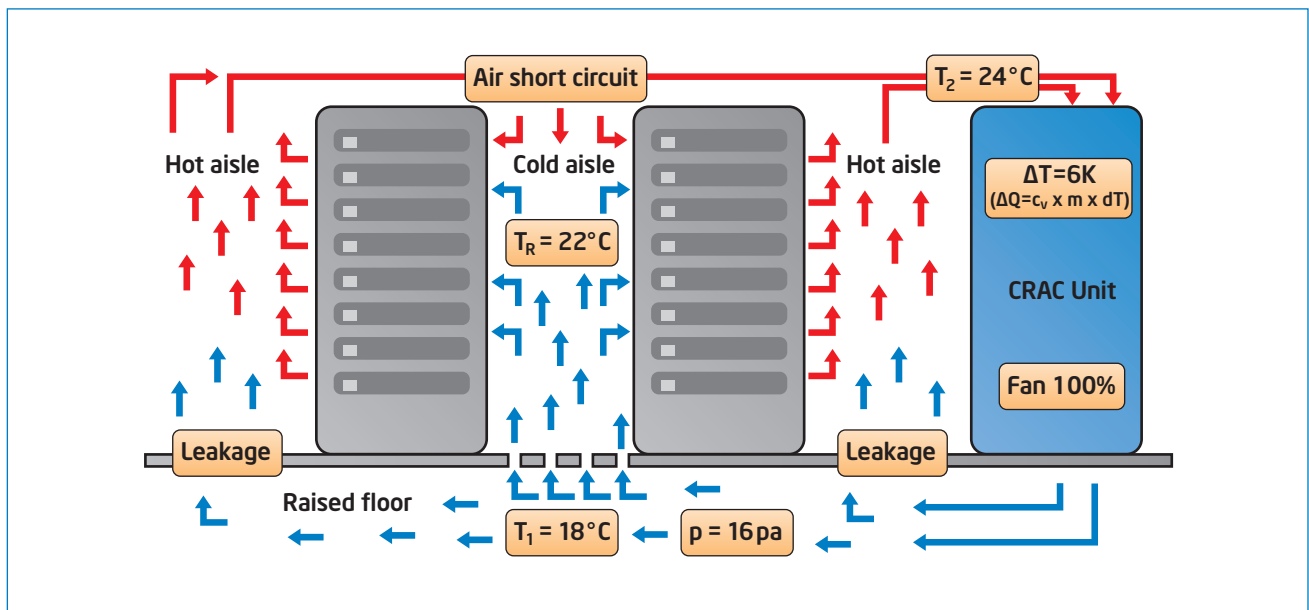


Abbildung 1 zeigt die Temperaturwerte im Ausgangszustand (Standard-Rechenzentrum von heute) mit Leckage-Luft und der fehlenden strikten Trennung von Kalt- und Warmluft. Entscheidend sind drei Temperaturen:

T_1 = Zulufttemperatur (Einblastemperatur) im Doppelboden (hier 18°C)

T_R = Rechnereinlasstemperatur (hier 22°C)

T_2 = Rücklufttemperatur zum Umluftkühlgerät (hier 24°C)

Die Drehzahl des Lüfters im Umluftkühlgerät beträgt 100 Prozent, das ΔT im Umluftkühlgerät (= Differenz zwischen Rücklufttemperatur- und Zulufttemperatur) liegt bei 6 Kelvin (K).

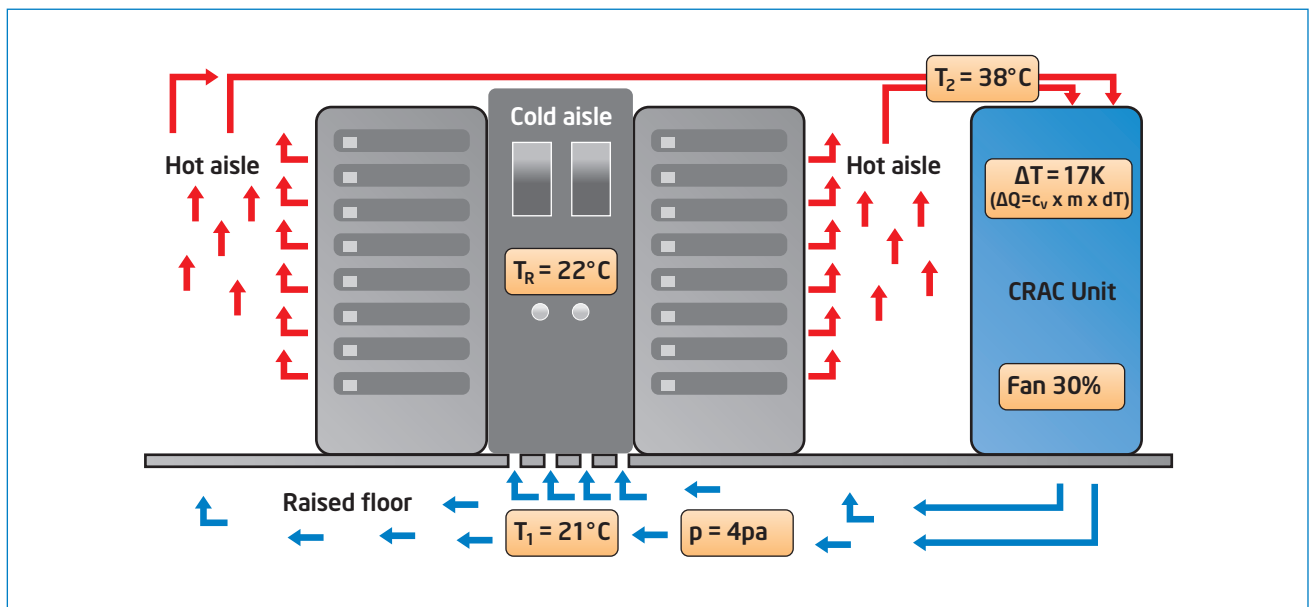


Abbildung 2 zeigt eindrucksvoll die Veränderungen nach Behebung der Leckage im Doppelboden sowie der Kaltgangeinhausung; die Rechnereinlasstemperatur (T_R) bleibt dabei noch konstant bei 22°C. Durch die Abdichtung des Doppelbodens sowie die klare Trennung von Kalt- und Warmluft erhöht sich der Druck im Doppelboden und vergrößert sich das ΔT . Durch die jetzt mögliche Reduzierung der Lüfterdrehzahl verlangsamt sich die Luftströmung. Da die Luft somit mehr Wärme aufnimmt, steigt die Rücklufttemperatur T_2 zum Umluftkühlgerät von 24°C auf 38°C.

Auch die Einblastemperatur T_1 im Doppelboden konnte dadurch von 18°C auf 21°C erhöht werden.

Das Umluftkühlgerät verbraucht nicht mehr so viel Energie, da die Lüfterdrehzahl auf 30 Prozent (vorher 100 Prozent) gesenkt werden konnte. Nach der ersten Optimierungsphase braucht der Lüftermotor ca. 90 Prozent weniger Energie. Die Temperaturdifferenz ΔT stieg von 6 auf 17 Kelvin (K). Das heißt: Das Umluftkühlgerät arbeitet wesentlich effizienter als vorher.

**Neue Maßnahme:
Erhöhung der Energiedichte auf 22 kW/Rack**

In der ersten Optimierungsphase erhöhten die Experten des DataCenter 2020 auch die IT-Last beziehungsweise Energiedichte im Rack von ca. 5 kW/Rack auf ca. 10 kW/Rack. Da sich die IT Equipment Power dadurch von 40 kW auf 80 kW verdoppelt, steigt auch die Total Facility Power an. Im Endergebnis verbessert sich dadurch der PUE-Wert. Erreicht wurde mit dieser Versuchsanordnung eine erneute Verbesserung der Effizienz; der PUE-Wert lag damit um ca. 30 Prozent besser als bei der Ausgangssituation.

Um zu überprüfen, inwiefern sich die Rechenzentrums-Infrastruktur durch die Energiedichte steuern lässt, damit auch im Teillastbereich der optimale Energieverbrauch entsteht, haben die Experten des DataCenter 2020 die IT-Last auf bis zu 22 kW/Rack erhöht. Die Rechnereinlasstemperatur (T_R) blieb dabei konstant auf 22°C.

Dabei wählten sie zwei Szenarien:

- Im ersten Szenario nutzten sie ein einziges Umluftkühlgerät mit einer Wasservorlauftemperatur von 8° C. Dadurch sank der PUE bei einer Energiedichte von 22 kW/Rack auf 1,32.
- Im zweiten Szenario nutzten sie ab einer Energiedichte von 10kW/Rack zwei Umluftkühlgeräte mit einer Wasservorlauftemperatur von 16°C und einer entsprechend reduzierten Lüfterdrehzahl. Wegen der Energiekennlinie der Lüftermotoren benötigt man mit zwei Umluftkühlgeräten, die im Vergleich zu einem Umluftkühlgerät jeweils nur 50 Prozent der Luft transportieren, nur ein Viertel der Energie. Die höhere Wasservorlauftemperatur reduziert zudem den Einsatz von Kältemaschinen. Da man damit die indirekte freie Kühlung länger nutzen kann, sinkt auch hier der Gesamtenergieaufwand. Dadurch konnten die Experten den PUE-Wert noch weiter auf 1,23 reduzieren.

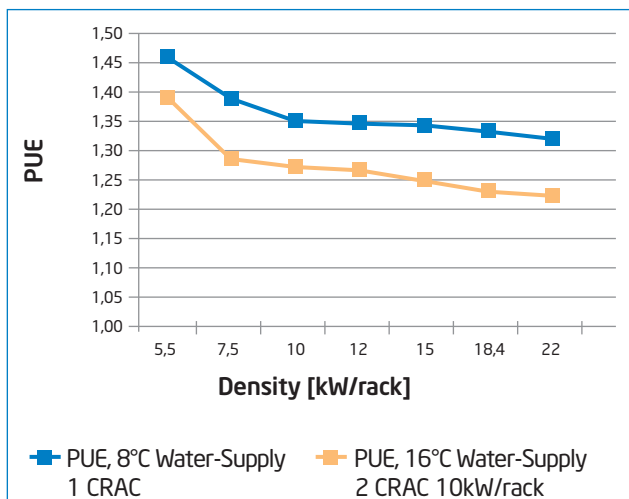


Abbildung 3

Insgesamt zeigte sich, dass sich eine Energiedichte von 22 kW/Rack auch mit Standardtechnik erreichen lässt. Mit höheren Energiedichten bzw. IT-Lasten pro Rack ergibt sich insgesamt eine Abflachung der PUE-Kurve, diese nähert sich asymptotisch einem Grenzwert. Näherung an einen Grenzwert. Die gemessenen Energiedichten bei 22 kW/Rack werden in der Realität in Rechenzentren nur selten und in Einzelfällen (High Performance Computing und Bladesystemen) erreicht. Daher hat man es im Alltag mit geringeren thermischen Lasten als den 22 kW/Rack zu tun; auch die Effizienzwerte (PUE) werden daher im Durchschnitt bei Optimierungsmaßnahmen höher liegen. Beim Neubau eines Rechenzentrums können allerdings von Beginn an optimale Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Energiedichte und Verfügbarkeit

Der Optimierung eines Rechenzentrums hin zu einer erhöhten Energiedichte steht die Hochverfügbarkeit und Ausfallsicherheit der Server gegenüber. Die RZ-Betreiber müssen daher immer zwischen der Höhe der Energiedichte und dem Risiko einer kürzeren Reaktionszeit bei einem Ausfall der Kühlung abwägen. Dabei gilt: Ein Rechenzentrum darf nicht ausfallen, das heißt die Energieeffizienz ist immer der Verfügbarkeit untergeordnet. Um Erkenntnisse über das optimale Verhältnis von Energiedichte und Ausfallsicherheit zu gewinnen, wurde im DataCenter 2020 bei unterschiedlichen Energiedichten und Raumkonfigurationen der zeitliche Verlauf verschiedener Temperaturmesspunkte im Fall des Totalausfalls des Kühlsystems (Kaltwassersatz, Pumpen und Umluftkühlung) aufgenommen.

Methode: Die Rechnereinlasstemperatur T_R wurde im DataCenter 2020 auf konstante 22°C geregelt. Server lassen heute eine T_R von max. 35°C zu. Das heißt, bis zu dieser Temperatur garantieren üblicherweise die Hersteller deren Funktionssicherheit. Die Experten simulierten daher im DataCenter 2020 einen externen Stromausfall (z.B. Störung EVU), der einen Ausfall des gesamten Kühlsystems zur Folge hat. Die Server laufen dank USV weiter und produzieren weiterhin Wärme. Als Folge der fehlenden Kühlung steigt die Rechnereinlasstemperatur T_R an.

Im Regelfall übernehmen in derartigen Situationen Notstrom-Aggregate die Versorgung des Rechenzentrums, insbesondere auch die der gesamten Klimatisierung. Die Notstromaggregate als auch die Kältemaschinen benötigen eine gewisse Anlaufzeit bzw. Reset-/Latenzzeit, bevor die Kälteenergie im Rechenzentrum wieder im vollen Umfang zur Verfügung steht um den weiteren gesicherten Betrieb der Server zu gewährleisten. Die rote Linie in Abbildung 4 markiert diese kritische Zeitspanne (ca. 5 Minuten); ab diesem Zeitpunkt ist im Regelfall mit einem Ausfall der Server wegen Überhitzung (>35°C Rechnereinlasstemperatur) zu rechnen.

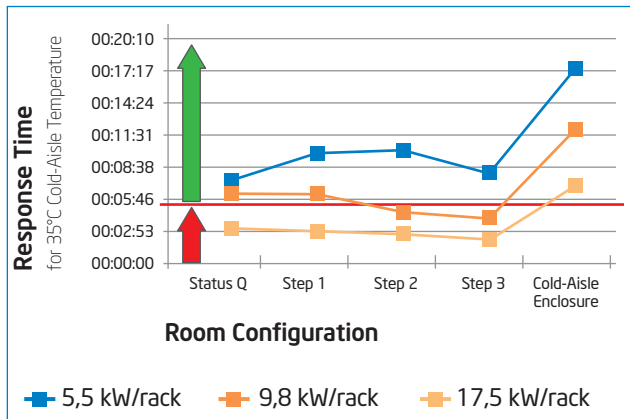


Abbildung 4

Die Messungen zeigten, dass man mit den oben genannten Maßnahmen zur Trennung von Kalt- und Warmluft (Leckage abdichten, Kaltgangeinhausung) die Energiedichte bzw. IT-Last pro Rack um das ca. Dreifache erhöhen kann - und trotzdem die gleiche Betriebssicherheit wie im nicht optimierten Rechenzentrum erhält. Im konkreten Beispiel steht einem RZ-Betreiber bei 17,5 kW/Rack mit Einhausung die gleiche Zeit für das Anlaufen der Notstrom-Kühlung zur Verfügung wie im Ausgangszustand (heutiges Rechenzentrum) bei lediglich 5,5 kW/Rack. Damit kann die relativ kostengünstige Kaltgangeinhausung bei Energiedichten von 17,5 kW/Rack Investitionen etwa in eine vergleichsweise teure USV für die Kühlung vermeiden (eine Einhausung kann die USV nicht vollumfänglich ersetzen). Oder anders ausgedrückt: Bei Racks mit Energiedichten von 5,5kW/Rack steht mit einer Einhausung dreimal soviel Zeit zur Verfügung als im nicht eingehausten Fall, bevor die 35°C-Grenze erreicht wird.

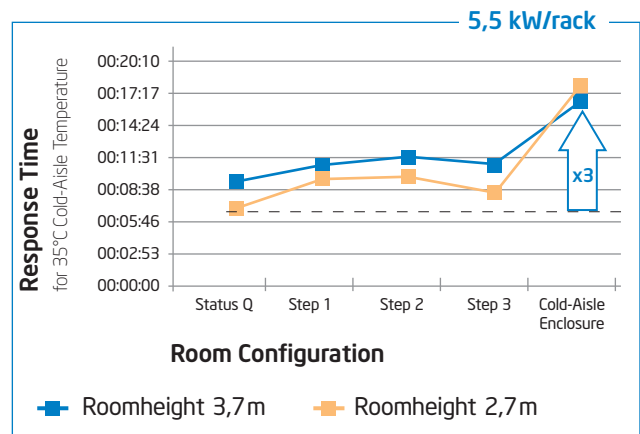
Fazit und Ausblick

Die weiteren Forschungen am DataCenter 2020 zeigen, dass Energiedichten auch von mehr als 20 kW/Rack mit Standardtechnik beherrschbar (also sicher und verfügbar) sind sowie effizient mit klassischer Umluftkühlung umgesetzt werden können. Die strukturierte Anwendung der im ersten Whitepaper genannten Optimierungsschritte bleibt dafür der Königsweg. Die Kaltgangeinhausung spielt auch bei höheren Energiedichten und bei Ausfallszenarien eine tragende Rolle.

Die Forscher werden im DataCenter 2020 in den nächsten Wochen die bisherigen Messungen mit der Warmgangeinhausung wiederholen, um zu sehen, ob sich diese Maßnahme ähnlich wie die

Einfluss der Raumhöhe

T-Systems und Intel haben auch den in der Literatur gelegentlich diskutierten Einfluss der Raumhöhe auf das Temperaturverhalten im Falle eines Ausfalles der Klimatisierung untersucht. Die gängige These lautet: Eine höhere Raumdecke erhöht das Raumvolumen, demzufolge erfolgt die Erwärmung der Luft langsamer, da noch mehr kalte Luft/Volumen vorhanden ist. Es bleibe daher mehr Zeit, bis die Systeme aufgrund hoher Temperaturen ausfallen.



Wie **Abbildung 5** zeigt, ist die unterschiedliche Raumhöhe (hier im Falle 5,5kW/Rack) aber dafür nicht so relevant. Dies konnte nur als ein Effekt zweiter Ordnung bestätigt werden; ein ca. 40% größeres Raumvolumen manifestiert sich nicht in entsprechend längerer Reaktionszeit. Bei höheren Reackdichten liegen die Kurven noch näher beisammen. Im Falle der Kaltgangeinhausung spielt die Raumhöhe wie zu erwarten keinerlei Rolle mehr. Es bleibt zu beobachten, ob sich dieses Ergebnis in einer DC2020-Konfiguration mit Warmgangeinhausung wiederholen lässt.

Kaltgangeinhausung auswirkt. Weiterhin werden sie durch die Steuerung der IT-Last/Energiedichte künftig besonderes Augenmerk auf den Gesamtenergieverbrauch im Rechenzentrum legen müssen. Denn der PUE-Wert ist nicht der einzige Indikator für die optimierte Energieeffizienz im Rechenzentrum. Schließlich wird dieser Wert wieder steigen, wenn die IT an sich effizienter wird und weniger Strom verbraucht.

Intel (NASDAQ: INTC), das weltweit führende Unternehmen in der Halbleiterinnovation, entwickelt und produziert die grundlegende Technik für die Computerprodukte unserer Welt. Weitere Informationen über Intel finden Sie unter <http://www.intel.de/newsroom> und <http://blogs.intel.com>.

