

Effiziente Kühlung von Serverräumen

Hintergrund

Nach dem Energiebedarf der aktiven IT-Komponenten wie Server oder Storage ist die Kühlung in den meisten herkömmlichen Rechenzentren für den zweithöchsten Strombedarf verantwortlich.¹ Sie ist daher für die Gesamteffizienz und Einsparpotenziale von großer Bedeutung.

Kühlsysteme können luft- und/oder flüssigkeitsbasiert sein. Zu Flüssigkeitskühlung wird auf den Steckbrief „Server mit Flüssigkeit kühlen“ verwiesen. Luftbasierte und luft-flüssigkeitsbasierte Systeme werden am häufigsten zur Kühlung von Serverräumen eingesetzt. Dazu werden Kältemaschinen (sogenannte Kompressionskälte) verwendet, die Strom verbrauchen. Und es werden Kältemittel eingesetzt, die, wenn es sich um teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) handelt, ein hohes Treibhauspotenzial haben.

Daher sollte so oft wie möglich freie Kühlung, also die Nutzung der Außentemperatur, zur Kühlung eingesetzt werden. Bei indirekter freier Kühlung kommt das Kühlmedium mit der Außenluft nicht in Kontakt. Dazu wird Kühlwasser aus dem Serverraum im Kreislauf der Umluftkühlgeräte beispielsweise auf das Dach geführt und dort bei niedrigen Außentemperaturen abgekühlt. Bei der direkten freien Kühlung hingegen wird Außenluft gefiltert und konditioniert und dann dem Serverraum zugeführt.

Die Effizienz der freien Kühlung steht in direktem Zusammenhang zur Außentemperatur und der Serverraumtemperatur. Einer Erhöhung der Temperatur im Serverraum beziehungsweise am Einlass zu den Servern stehen oft Bedenken hinsichtlich der Funktionalität der IT-Komponenten entgegen. Bei jährlichen Ausfallraten von Servern von 4 Prozent² würde eine Erhöhung der Einlasstemperatur von 20 Grad Celsius auf 28 Grad Celsius für eine Erhöhung der Ausfallrate um 1,6 Prozentpunkte³ sorgen. Wenn demnach bei 20 Grad Celsius 4 Prozent der Server im Rechenzentrum pro

¹ Hintemann, R. & Hinterholzer, S. (2022). Rechenzentren 2021. Cloud Computing treibt das Wachstum der Rechenzentrumsbranche und ihres Energiebedarfs. Berlin, Borderstep Institut, https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2022/08/Borderstep_Rechenzentren2021.pdf

² <https://blog.se.com/datacenter/2017/05/01/x-factor-data-center-temperature/>

³ ASHRAE (2016). ASHRAE TC9.9 Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices, <https://tpc.ashrae.org/FileDownload?idx=c81e88e4-998d-426d-ad24-bdedfb746178>

Jahr ausfallen, wären es bei 28 Grad Celsius 6 Prozent der Server, die statistisch gesehen im Jahr von einem Ausfall betroffen sein könnten. Die Norm der American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) TC9.9 2016 und die Normen VDI 2054 des Vereins Deutscher Ingenieure und die europäische Rechenzentrumsnorm EN 50600 geben Empfehlungen für die klimatischen Bedingungen in Rechenzentren. Nach ASHRAE 2016 sind Zulufttemperaturen zum Rack von maximal 27 Grad Celsius zulässig.⁴ Werden für wenige Stunden im Jahr Zulufttemperaturen von mehr als 26 Grad Celsius zugelassen, ist die Kühlung des Rechenzentrums ganzjährig mittels freier Kühlung in Kombination mit Nasskühlung (adiabatischer Verdunstungskühlung) möglich und konventionelle Kälteerzeugung komplett verzichtbar. Eine Ausnahme bildet die unterbrechungsfreie Stromversorgung mit den dafür benötigten Batterien, die zur Gewährleistung der Lebensdauer 20 Grad Celsius benötigen. Hierfür können luft-flüssigkeitsbasierte Systeme (Kaltwassersätze) mit HFKW-freien Kältemitteln wie beispielsweise Propan eingesetzt werden.⁵

Grundsätzlich sollte in Serverräumen auf eine effiziente Luftführung geachtet werden, indem eine Vermischung von warmen und kalten Luftströmen vermieden wird. Die Trennung der Luftströme verhindert Kurzschlussströmungen. Diese bewirken, dass nur ein Teil der Luft ordnungsgemäß gekühlt wird, während sich an anderen Stellen Hotspots bilden, die sich negativ auf die Effizienz der Geräte sowie die Betriebssicherheit auswirken. Durch die Trennung kann weiterhin das Temperaturniveau im Kaltgang angehoben werden, was die Effizienz des Kühlsystems mit freier Kühlung positiv beeinflusst.

Erfolgt die Kaltluftverteilung über einen Doppelboden, sollten aus Effizienzgründen vor allem bei größeren Rechenzentren (RZ) Computer Room Air Handler (CRAH) einem einzeln installierten Computer Room Air Conditioner (CRAC) vorgezogen werden.⁴

⁴ Abschlussbericht Nachhaltige Rechenzentren (EcoRZ), 2020, <https://pd.lubw.de/10357> (S. 87)

⁵ Umweltbundesamt: Rechenzentrumsklimatisierung, 19.07.2022, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/fluorierte-treibhausgase-fckw/natuerliche-kaeltemittel-in-stationaeren-anlagen/anwendungen/rechenzentrumsklimatisierung>

Energiesparpotenzial und Wirtschaftlichkeit

Die Erfahrung zeigt, dass optimierte Kühlsysteme bei Maximierung der freien Kühlung Energieeinsparungen von mehr als 50 Prozent erreichen können. Diese Einsparungen lassen sich bei guter Planung sowohl im Neubau als auch bei der Modernisierung von Systemen im Bestand erreichen.

Anhand von auf technischen Parametern basierenden Simulationen lässt sich dies verdeutlichen: ein traditionelles Rechenzentrum mit Kompressionskältemaschine und 20 Grad Celsius Zulufttemperatur ohne Freikühlung hat hier eine Energieverbrauchseffektivität (power usage effectiveness, PUE) von 1,7 – neben dem Strom für die IT-Komponenten (Server, Speicher, Netzwerk) würde nochmals 70 Prozent mehr Strom gebraucht für die IT-Infrastruktur (Klimatisierung und unterbrechungsfreie Stromversorgung). Mit Einsatz einer auf die Vor-Ort-Situation optimierten Trockenfreikühlanlage und einer Erhöhung der Zulufttemperatur auf 25 Grad Celsius ließe sich in diesem Rechenzentrum ein PUE-Wert von 1,3 erreichen. Das entspricht einer Energieeinsparung für das Kühlsystem von über 50 Prozent. Ausgehend von Stromkosten von 0,17 Euro pro Kilowattstunde entspricht das einer Kostenersparnis von 38.000 Euro jährlich⁴.

Trotz relativ hoher Investitionskosten haben Maßnahmen zur Erhöhung der Effizienz des Kühlsystems daher oft Amortisationszeiten von 4-8 Jahren, was einer sehr guten Größenordnung für Investitionen in Gebäudetechnik entspricht, die üblicherweise 15-20 Jahre genutzt wird. Eine detaillierte Planung und Auslegung sind jedoch entscheidend für die Höhe der Einsparungen.

Empfehlungen

Das Kühlsystem eines Rechenzentrums sollte periodisch auf seine Effizienz und potenzielle Verbesserungsmaßnahmen hin untersucht werden, wie beispielsweise in Energiemanagementsystemen vorgesehen. Neben einer effizienten Luftführung (Trennung von warmen und kalten Luftströmen, Abdichten der Racks, Optimierung des Doppelbodens) und einer Anhebung der Serverraumtemperatur sollte nach Möglichkeit freie Kühlung immer implementiert werden, da hier oft nur ein oder zwei weitere Rückkühler und Pumpen nötig sind, um hohe Einsparungen an Strom und Kosten zu erzielen.