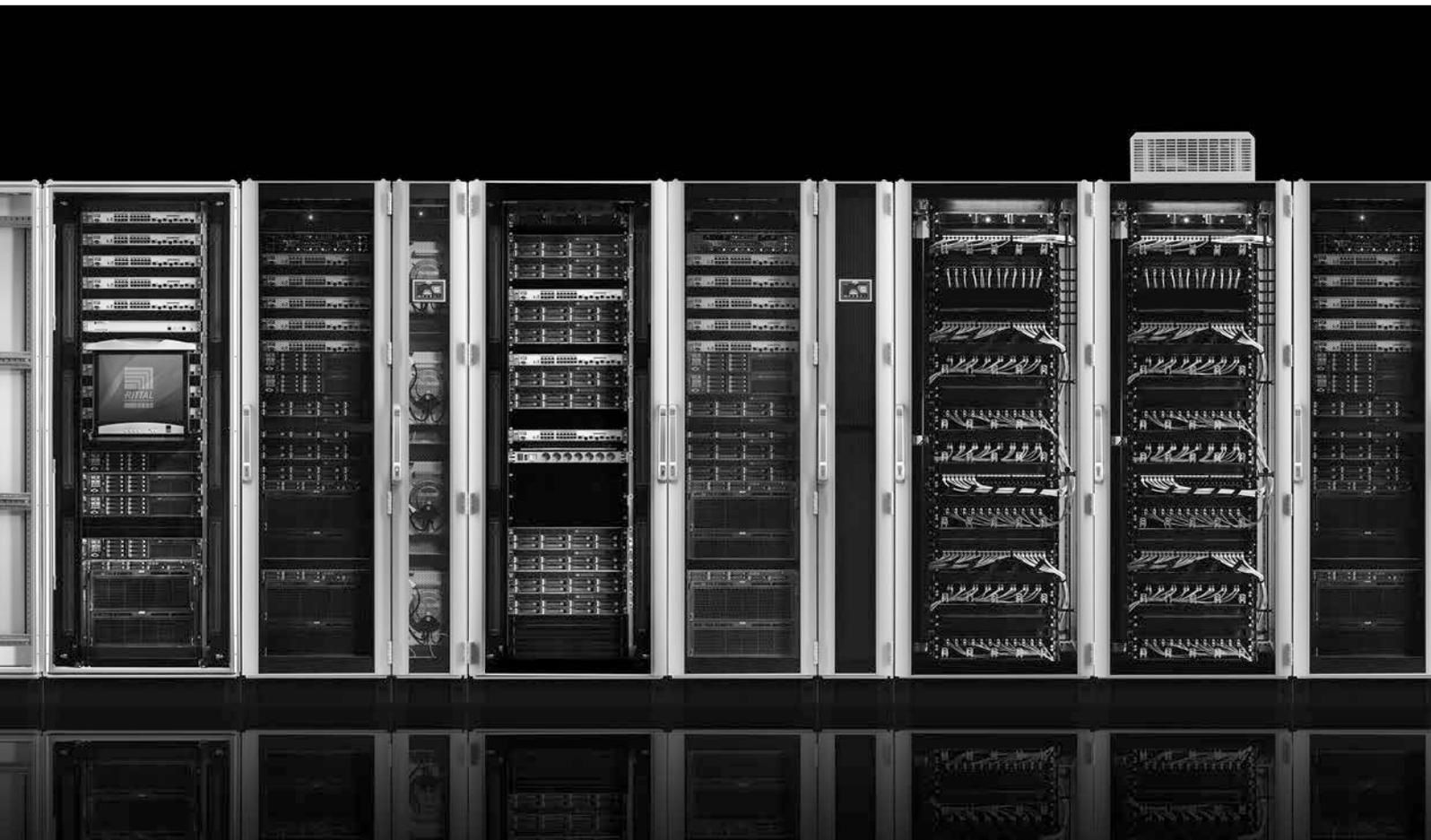


Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



Whitepaper - Die Kühltechnologie des Rechenzentrums RiMatrix S

SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE

FRIEDHELM LOH GROUP



Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	4
Einführung	5
Effizienzmetriken	6
Kälteerzeugung – Das RiMatrix S Cooling-Modul	11
Effizienzbetrachtung	14
Vorlauftemperaturen und Gangschottung	15
Gewerke übergreifende Regelung	17
Zusammenfassung	21
Quellenverzeichnis	22
Abkürzungsverzeichnis	23

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Rechenzentrumsmodule des RiMatrix S Baukastens.....	5
Abbildung 2: Servermodule Single 9 und Double 9.....	8
Abbildung 3: Aufbau des Single 9 Moduls	8
Abbildung 4: Servermodule Single 6 und Double 6.....	9
Abbildung 5: Luftführung der Server Module	10
Abbildung 6: RiMatrix S Cooling Module	11
Abbildung 7: Effizienz des Cooling-Moduls.....	12
Abbildung 8: Effizienz in Abhängigkeit der Außentemperatur	12
Abbildung 9: Kennlinie der RiMatrix S – ohne optimierte Regelung.....	14
Abbildung 10: HX-Diagramm von ASHRAE.....	15
Abbildung 11: typischer Jahrestemperaturverlauf	16
Abbildung 12: Kennlinie der RiMatrix S – mit optimierter Regelung.....	17
Abbildung 13: Effizienzvergleich.....	19

Executive Summary

Mit dem RZ-Baukastensystem RiMatrix S wird ein neuer Weg in der Planung, Implementierung und dem Betrieb von Rechenzentren eingeschlagen. Das RiMatrix S Baukastenkonzept besteht aus einer Reihe optimal aufeinander abgestimmter RZ-Module.

Ein standardisiertes Rechenzentrum bietet alle Vorteile eines Serienproduktes. Der Rechenzentraubau entwickelt sich zu einem Zusammenfügen von ineinander greifenden Modulen, die alle aufeinander abgestimmte Schnittstellen besitzen. Das Datenblatt des Rechenzentrums ist bei spezifizierten Randbedingungen schon während der Planungsphase bekannt. Weitere Vorteile eines Serienprodukts tragen in der Projektphase Früchte: hierzu sind die einfache Planung, die kurze Lieferzeit und die schnelle Inbetriebnahme zu zählen. Ein wichtiger Aspekt ist - neben den niedrigeren Anschaffungskosten - auch eine hohe Energieeffizienz, die mit niedrigen Betriebskosten einhergeht. Die niedrigen Betriebskosten können in einem angemessenen Zeitraum die Investition in ein RiMatrixS Rechenzentrum amortisieren.

Die Energieeffizienz wird durch die aufeinander abgestimmten RZ-Module erreicht. Ganz wesentlich ist hierbei der Kühlungskreis (Kälteerzeugung, Transport der Kälte / Abwärme und die Verteilung der Kälte in dem RZ). Eine intelligente Regelung steuert die IT-Infrastruktur in Abhängigkeit der Serverlast so, dass möglichst wenig Energie verbraucht und damit eine optimale Energieeffizienz erreicht wird.

Standardisierte RZ-Module besitzen den Vorteil, dass sie bereits in der Konzeptionsphase auf eine größtmögliche Effizienz hin entwickelt worden sind. Sie besitzen darüber hinaus vollständige Datenblätter, aus denen die Effizienz unter den verschiedenen Einsatzbedingungen (wie: elektrischer Verbrauch der Server, geographische Lage des Standorts) entnommen werden kann. Dadurch ist es möglich, bereits in der Angebotsphase den Energiebedarf eines geplanten Rechenzentrums zu ermitteln und dies in der Investitionsentscheidung mit zu berücksichtigen.

Der vorliegende Fachbericht beschreibt die Kühlungstechnologie der RiMatrix S Module.

Einführung

Ein wohldurchdachtes Baukastensystem sich ergänzender Rechenzentrums-Module (**Abbildung 1**) eröffnet neue Perspektiven in der Planung, der Implementierung und dem Betrieb von Rechenzentren. Einzelne Server-Module (**Ref. 1**) werden mit zentralen Versorgungsmodulen (Stromversorgung, Kühlung) zu Gesamtlösungen anhand definierter, standardisierter Schnittstellen integriert.

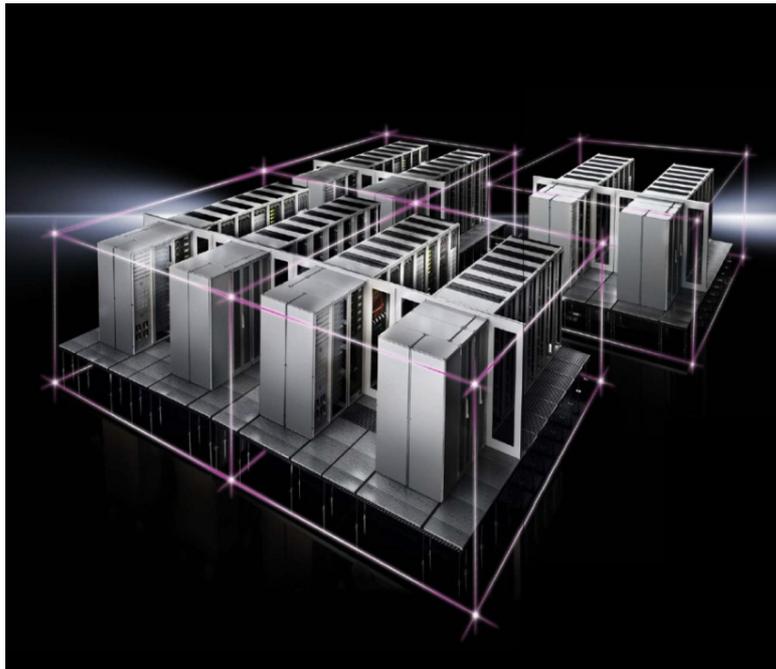


Abbildung 1: Rechenzentrumsmodule des RiMatrix S Baukastens

Dies vereinfacht nicht nur die Planungsphase, sondern es verkürzt auch deutlich die Liefer- und Inbetriebnahmezeit. Die einzelnen Module sind zudem optimal aufeinander abgestimmt, so dass sich eine herausragende Energieeffizienz ergibt.

Die Datenblätter der RZ-Module erlauben eine vollständige ROI-Betrachtung (Return on Invest). Hierzu gehört neben der Investitionssumme auch eine detaillierte Analyse der zu erwartenden Betriebskosten; hierbei sind vor allem die Stromkosten zu analysieren, die über eine intelligente Klimatisierung deutlich gesenkt werden können.

Dieser Fachbericht beschreibt die Kühltechnologie des standardisierten Rechenzentrums RiMatrix S (Server Module und Cooling Modul).

Effizienzmetriken

Ein wesentliches Merkmal der RiMatrix S Module ist die garantierte, kalkulierbare Effizienz. Diese gründet sich auf der Tatsache, dass die RZ-Module als komplette Einheit angesehen werden. Diese RZ-Module sind vollständig dokumentiert und besitzen eine Spezifikation, welche alle relevanten Parameter wiedergibt. Dies ist die Grundlage der Effizienz- und Betriebskostenberechnung. Daher werden zunächst die wichtigsten Metriken erläutert:

A) Energieverbrauch / (elektrische Arbeit) [kWh]

Ein primäres Ziel eines jeden RZ-Betreibers ist es, den Energieverbrauch des Rechenzentrums so niedrig wie möglich zu halten. Aus dem Energieverbrauch lassen sich die CO₂-Bilanz, die Stromkosten und damit ein Teil der Betriebskosten direkt ableiten.

B) PUE / DCiE

Die zwei bekanntesten Metriken sind die **P**ower **U**sage **E**ffectiveness (PUE) bzw. dessen Kehrwert, die **D**ata **C**enter **I**nfrastructure **E**fficiency. Diese Metriken wurden von Green Grid (Ref. 2) definiert.

„PUE = Total Facility Energy divided by the IT Equipment Energy

- This takes into account energy use within a facility
- Partial PUE is for energy use within a boundary

pPUE = Total Energy within a boundary divided by the
IT Equipment Energy within that boundary“

Im Hinblick auf RiMatrix S bedeutet dies, dass wie folgt die Aufteilung zu sehen ist:

IT Equipment := Serverlast
Total Facility Energy := Verluste der USV und Stromverteilung +
 + Kältererzeugung + Kältetransport +
 + Kälterverteilung + IT Equipment +
 + Beleuchtung + sonstige Verbraucher

Der DCiE ist der Kehrwert des PUE. Der PUE bzw. DCiE alleine sind keine geeigneten Größen, um ein Rechenzentrum zu optimieren, da sie nur ein Verhältnis zweier Werte, aber keine absoluten Zahlen darstellen. Der PUE im Jahresverlauf zeigt aber die Nachhaltigkeit bzw. die Verbesserung durch Optimierungsmaßnahmen.

C) EER / COP

Um ein Rechenzentrum hinsichtlich der Effizienz zu optimieren, ist es notwendig, einzelne Gewerke und dabei insbesondere die Kälteerzeugung im Detail anzusehen. Hierfür gibt es spezielle Metriken, wie der EER und der COP.

Der EER (**E**nergy **E**fficiency **R**atio) wird genutzt, um die Effizienz von Kühlsystemen anzugeben. Der EER ist definiert als Verhältnis der Kühlleistung (in BTU/h) zur aufgenommenen elektrischen Leistung (W).

BTU ist hierbei eine alte, englische Einheit (British Thermal Units). Sie entspricht 1,055 Joule, die nötig sind um „1 Pound“ Wasser (0,454 kg) von 3,8 auf 4.4° C zu erhitzen.

Der COP (**C**oefficient **o**f **P**erformance) einer Kältemaschine ist das Verhältnis der Änderung der Wärme zu der dazu aufgewandten Arbeit. Für ein Kühlsystem gilt daher:

$$\text{COP} = Q_C / W$$

Wobei Q_C die Kühlleistung (verringerte Wärme) und W die dafür aufgewandte Arbeit ist.

Das Klimakonzept der Servermodule

Das RiMatrix S Baukastenkonzept sieht vier verschiedene Servermodule vor. In der nachfolgenden **Abbildung 2** werden die Varianten Single 9 und Double 9 dargestellt.



Abbildung 2: Servermodule Single 9 und Double 9

Die Double 9 Variante besteht aus zwei Single 9 Modulen, die an der Symmetrieachse gespiegelt sind. In der nachfolgenden Frontalansicht wird der Aufbau verdeutlicht.



Abbildung 3: Aufbau des Single 9 Moduls

Im linken Teil des Single 9 Moduls sind acht Server- und ein Netzwerkschrank platziert, denen sich die Unterverteilung anschließt. Der Kaltbereich ist vor der Serverebene ausgebildet. Der Warmbereich – auf der Rückseite der Serverschränke – ist durch eine Schottung vom Kaltbereich getrennt.

Die nachfolgende **Abbildung 4** zeigt das Single 6, sowie das Double 6 Modul, welches sich wiederum aus zwei Single 6 zusammensetzt.



Abbildung 4: Servermodule Single 6 und Double 6

Im linken Teil des Single 6 Moduls sind im RZ-Bereich sechs Server- und ein Netzwerkschrank platziert. Durch eine Gangschottung wird davon der Technikteil mit USV, Batterie und Unterverteilung abgetrennt. Die Double 6 Variante besteht aus zwei Single 6 Modulen, die an der Symmetrieachse gespiegelt sind.

Die Trennung von RZ- und Technikbereich erlaubt es, die Servereinblastemperatur von der niedrigeren Temperatur im Technikbereich zu entkoppeln, so dass zwei Klimazonen entstehen. Dies hat zwei Vorteile:

- Die Lebensdauer der Batterie wird erhöht, wenn sie auf einer Temperatur von $\sim 20^{\circ}$ Celsius gehalten werden kann.
- Der Batterieraum kann zudem belüftet werden, so dass es auch im Schadensfall der Batterie zu keiner Knallgasbildung kommen kann.

Der Doppelboden der Servermodule dient nicht nur der Luftführung, sondern auch zur Aufnahme der Klimageräte der Kälteverteilung, wie in **Abbildung 5** ersichtlich wird.



Abbildung 5: Luftführung der Server Module

Um innerhalb eines Server-Moduls möglichst viele Server-Racks platzieren zu können, wurden die Klimageräte in den Doppelboden verbracht.

Die perforierten Doppelbodenplatten besitzen daher – wie in **Abbildung 5** ersichtlich – einen integrierten Hochleistungslüfter in EC Ausführung, der die kalte Luft direkt vor die Server-Racks bläst. Der Wärmetauscher, der mit Hilfe von kaltem Wasser die Luft abkühlt, befindet sich im Doppelboden unter dem jeweiligen Schrank. Oberhalb der Schrankreihe wird abgeschottet, so dass vor den Servern ein kalter Bereich, hinter den Servern der Warmbereich ausgeführt ist.

Die Kombination aus Wärmetauscher mit zugehörigen Ventilator wird ZUCS (Zero U-space Cooling System) genannt, da keine Nutzfläche für Server (Höheneinheit, HE, U-Space) benötigt wird.

Die Luftströmung ist damit wie folgt: die warme Abluft der Server strömt durch den Doppelboden, wird durch den Wärmetauscher abgekühlt und über die Ventilatoren wieder vor die Serverebene geblasen.

Diese neuartige, äußerst kompakte Klimatisierungstechnik wurde zum Patent eingereicht.

Kälteerzeugung – Das RiMatrix S Cooling-Modul

Zur Kühlung müssen die Wärmetauscher mit Kühlwasser versorgt werden. Der dazu nötige Kältecontainer besteht aus einem großen, V-förmig ausgeführten Freikühler, redundanten Chillern und einer Pumpen-, Steuerstation am Kopfende.

Das RiMatrix S Cooling Modul ist optimal auf die RiMatrix S Servermodule ausgelegt. Es wird in zwei Leistungsklassen angeboten:

- 70kW (für Single 6 Server Module)
- 100kW (für Single9 Server Module)

Jedes Cooling Modul besteht aus den folgenden, wesentlichen Komponenten:

- Freikühler
- zwei redundante Chiller
- Pumpenstation & Steuerung



Abbildung 6: RiMatrix S Cooling Module

Um die Effizienz der Anlage und das Verhalten in verschiedenen Betriebszuständen bei unterschiedlichen Außentemperaturen zu analysieren, empfiehlt es sich den EER zu

betrachten. Das Rimatrix S Cooling Modul hat im Bereich einer Vorlauftemperatur von 15-20°C die folgende Effizienzkurve:

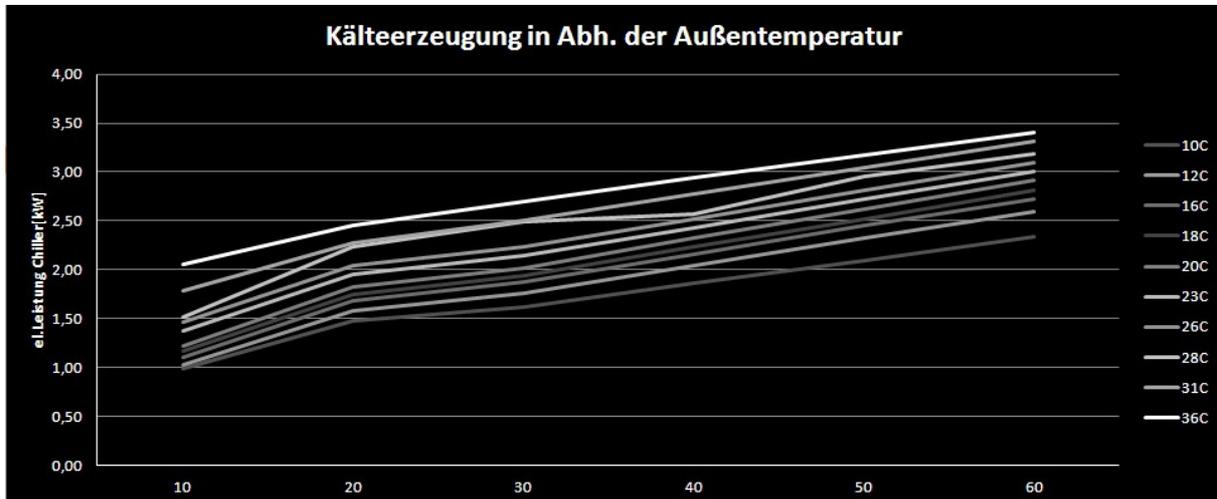


Abbildung 7: Effizienz des Cooling-Moduls

Der Freikühler besitzt EC-Ventilatoren, die einen nicht linearen Verlauf in der Kennlinie zeigen, die sich in der Stromaufnahme des Freikühlers widerspiegelt.

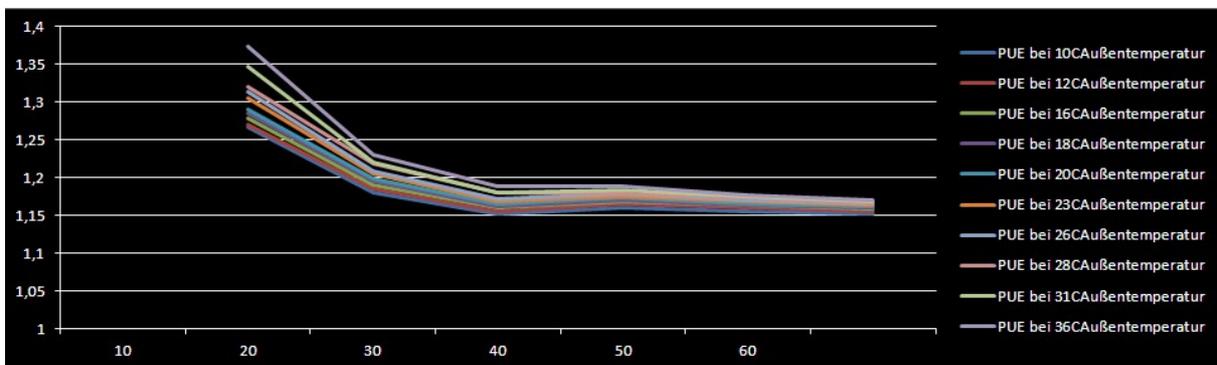


Abbildung 8: Effizienz in Abhängigkeit der Außentemperatur

Dabei ist mit ansteigender Außentemperatur eine kontinuierliche Abnahme der Effizienz erkennbar. Ziel muss daher sein, die Server mit einer möglichst hohen Zulufttemperatur zu betreiben, um den Einsatz der Chiller (Kompressorkälte) auf ein Minimum zu beschränken, sowie mit dem Freikühler soweit wie möglich vorzukühlen.

Das Kühlkonzept ermöglicht es, eine nahezu homogene Temperaturverteilung vor den Servern zu realisieren. Ein delta T von ~ 1K, gemessen von der 1. bis zur 42. HE, ist bei

RiMatrix S realisierbar. Dies bietet die Möglichkeit die Servereinblastemperatur nahe den Empfehlungen von ASHRAE zu wählen und eine hohe Verfügbarkeit neben der Energieeffizienz zu gewährleisten.

Effizienzbetrachtung

Die RiMatrix S Komponenten im Kältekreis (Kälteerzeugung, Transport der Kälte und deren Verteilung im Server-Modul) sind optimal aufeinander abgestimmt. Ein ganz entscheidender Faktor zur Effizienzsteigerung ist dabei die Regelung.

In Abbildung 9 wird zunächst eine Messung ohne optimierte Regelung dargestellt. Hierbei wird zunächst die Last eines Single 6 Server-Moduls bis auf 60kW bei einer Außentemperatur von 5° C und einer Vorlauftemperatur von 20°C erhöht.

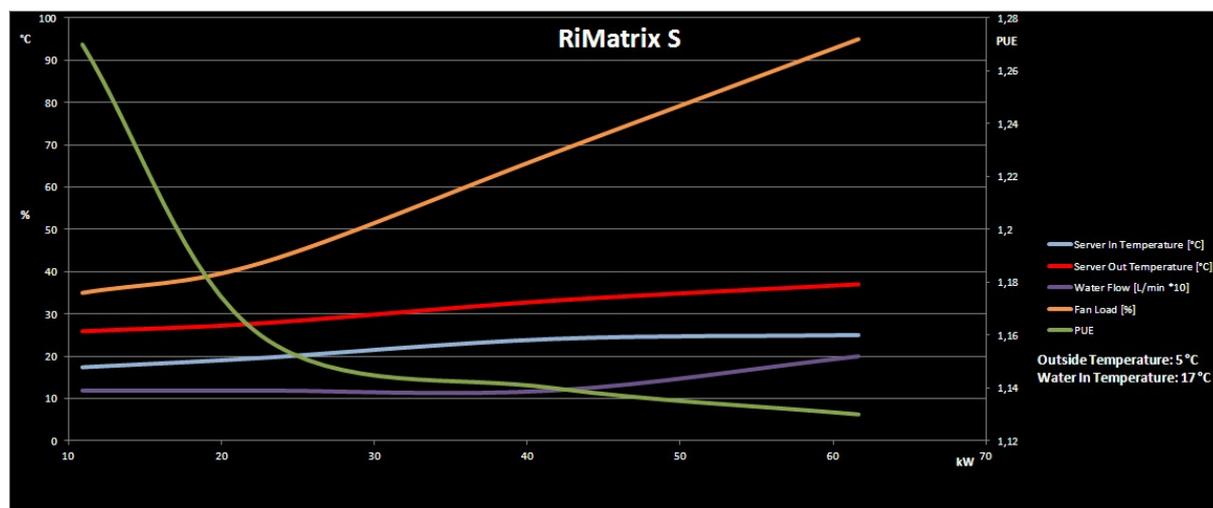


Abbildung 9: Kennlinie der RiMatrix S – ohne optimierte Regelung

Die Messung zeigt einen Abfall der Effizienz (PUE, grüne Kurve) bei kleinen Leistungen. Dies ist u.a. dem nicht linearen Verhalten des USV-Systems geschuldet, da die Effizienz der USV im unteren Teillastbereich deutlich abfällt.

Aus der PUE-Berechnung nach Green Grid wird zudem ersichtlich, dass bei kleiner IT-Last der Anteil der Infrastrukturlast in der Rechnung größer wird, da sich die Infrastruktur – wie das USV-System – nicht linear skalieren lässt.

Im mittleren und oberen Lastbereich zeigt die USV allerdings eine hervorragende Effizienz.

Vorlauftemperaturen und Gangschottung

Ein wichtiger Aspekt sind die Vorlauftemperaturen. Je höher die Vorlauftemperaturen sind, desto länger kann die Freikühlung genutzt werden. ASHRAE (Ref. 3) gibt hierzu Empfehlungen aus:

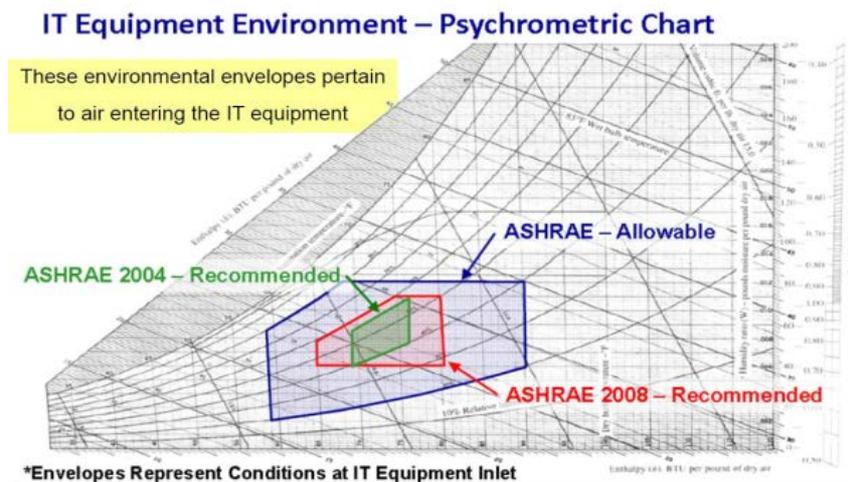


Abbildung 10: HX-Diagramm von ASHRAE

Hierbei muss die Vorlauftemperatur so gewählt werden, dass die Einblastemperatur der Luft vor der Serverebene, den Vorgaben von ASHRAE entspricht.

Ein zweiter, wesentlicher Aspekt ist die Gangschottung, d.h., die konsequente Trennung der warmen und kalten Bereiche im Rechenzentrum. Eine vollständige Gangschottung ist die Voraussetzung für eine hohe Temperatur auf der Rückseite der Server. Die Differenz zwischen Einblastemperatur und Austrittstemperatur ist entscheidend für die Klimatisierung. Je höher die Rücklufttemperatur ist, desto energieeffizienter arbeitet die Kälteerzeugung. Dabei gilt für die thermische Energie Q :

$$Q := c m \Delta T$$

wobei:

c := spezifischer Wärmekoeffizient

m := Masse des Transportmediums (Wasser, bzw. Luft)

Das bedeutet, je höher das Delta-T ist, desto weniger Luft muss umgewälzt werden, um die Abwärme der Server abzutransportieren. Ebenso gilt, je höher das Delta-T dann zwischen

Wasservorlauf und Wasserrücklauf ist, desto weniger Wasser muss zwischen Kälteerzeugung und Kälteverteilung gepumpt werden, um die Wärme aus dem Rechenzentrum abzutransportieren.

Zudem gilt, je höher die Rücklauftemperatur des Wassers ist, desto länger kann im Jahresverlauf die Freikühlung genutzt werden, um das Wasser wieder abzukühlen bzw. im Mischbetrieb vorzukühlen.

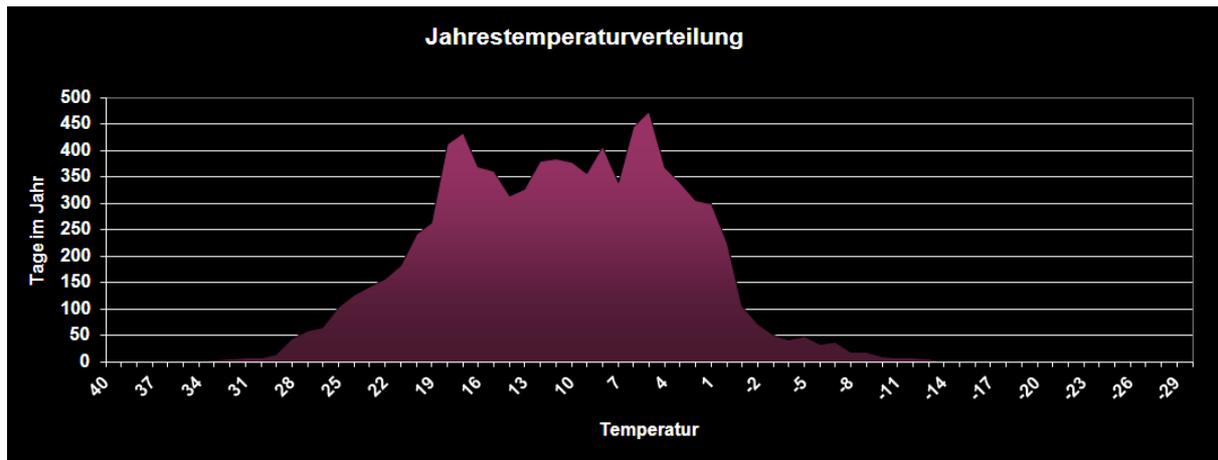


Abbildung 11: typischer Jahrestemperaturverlauf

Die Nutzung des Freikühlbetriebs ist ganz wesentlich vom geographischen Lage (Jahrestemperaturverlauf) und von den eingestellten Temperaturen abhängig. Um mit dem Freikühler eine gewünschte Serverzulufttemperatur von $24,0^{\circ}\text{C}$ einstellen zu können, muss z.B. die Außentemperatur niedriger als 20°C sein. Ist die Außentemperatur höher, kann mit Hilfe des Freikühlers das Wasser vorgekühlt werden, um dann im Mischbetrieb mit dem Chiller die gewünschte Temperatur zu erzeugen. Ist die Außentemperatur höher als die Temperatur im Rücklauf ($26,2^{\circ}\text{C}$), so kann der Freikühler nicht mehr genutzt werden und die Kälte muss mechanisch/elektrisch erzeugt werden.

In obigem Beispiel ist die Temperatur nur in 343 Stunden wärmer als $22,0^{\circ}\text{C}$. Das bedeutet aber, in 96,1% des Jahres kann Freikühlung genutzt werden, um das Rechenzentrum zu kühlen.

Hier wird noch einmal deutlich, wie wichtig es ist die Vorlauftemperaturen anzuheben und ein möglichst großes Delta-T einzustellen. Dies alles muss natürlich im Einklang mit den IT-Anforderungen (ASHRAE bzw. Kundenvorgaben) geschehen.

Gewerke übergreifende Regelung

Unter einer Gewerke übergreifenden Regelung wird das optimale, verbrauchsabhängige Steuern aller am Kühlprozess beteiligter Komponenten (Kälteerzeugung, Kälte transport, Kälteverteilung) verstanden.

Nachfolgend wird in Abbildung 12 eine typische Messung mit Gewerke übergreifender Regelung dargestellt, wobei die Wasservorlauftemperatur 22°C beträgt.

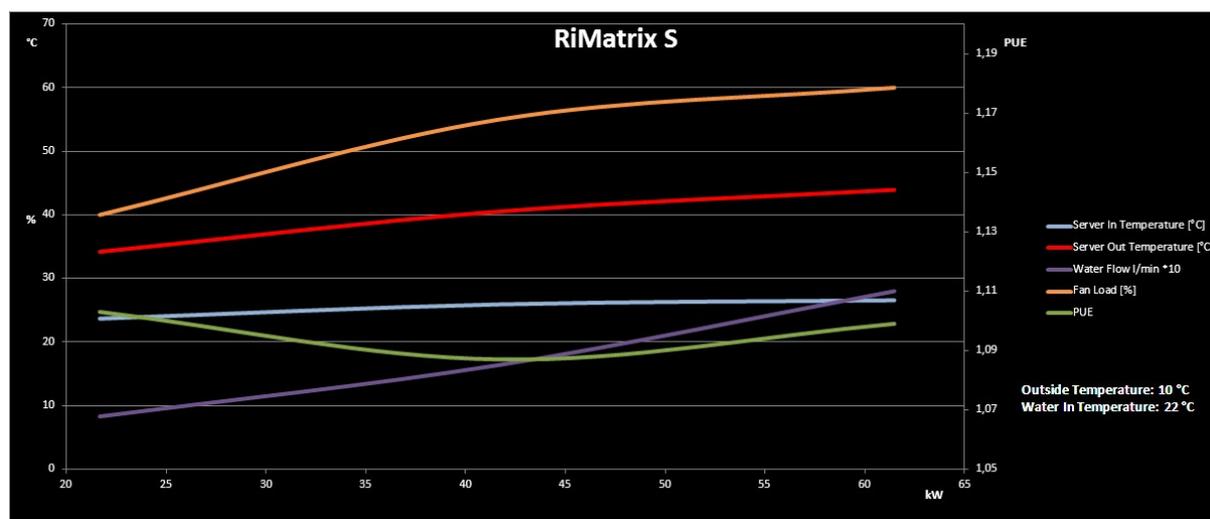


Abbildung 12: Kennlinie der RiMatrix S – mit optimierter Regelung

Im oberen Leistungsbereich zeigt die Effizienz (PUE) wieder einen leichten Anstieg. Dies lässt sich aus der Kennlinie der verwendeten EC-Lüfter des Klimasystems erklären, denn diese zeigt einen nicht linearen Anstieg im oberen Leistungsbereich (Ventilatorgesetz). Daher wurde bei der Dimensionierung der Lüfter, wie auch im Regelalgorithmus darauf geachtet, die Lüfter nur im mittleren Leistungsbereich – d.h. Energieeffizient zu betreiben. Der Vergleich der Messungen ohne optimierte Regelung (Abbildung 9) und mit optimierter Regelung (Abbildung 12) zeigt den Einfluss einer Gewerke übergreifenden Regelung. Die folgenden Faktoren werden dabei berücksichtigt:

Delta-T Regelung (ΔT)

Bereits in der ersten Messung (Abbildung 9) ohne Gewerke übergreifende Regelung wird das Prinzip einer Delta-T Regelung deutlich. Bei einer Delta-T Regelung wird in Abhängigkeit der Temperaturdifferenz zwischen Servereintritt (hellblaue Kurve) zu Serveraustrittstemperatur (rote Kurve) die Lüfterdrehzahl geregelt und damit der Volumenstrom angepasst.

Delta-P Regelung

Hierbei wird darauf geachtet, dass den Servern nur so viel kühle Luft bereitgestellt wird, wie diese aktuell durch ihre internen Ventilatoren ansaugen können. Dabei wird auf der Kaltgangseite mit dem geringsten Überdruck von 1-2Pa die Luft zur Verfügung gestellt.

Eine Delta-P Regelung achtet darauf, dass der Luftdruck zwischen dem Kaltbereich (Servereintritt) und dem Warmbereich (Serveraustritt) konstant ist.

Gleitende Vorlauftemperaturen

Die Vorlauftemperatur wird durch das Kühlsystem selbstständig solange erhöht, bis eine fest vorgegebene Serverzulufttemperatur nicht mehr gehalten werden kann. Dazu "darf" das externe Kühlsystem selbstständig z.B.: den Durchfluss verändern oder auch zwischen Kompressor- und indirekter Freikühlung umschalten oder auch die Drehzahl der Lüfter / Kompressoren etc. verändern. Es ist aber unter allen Umständen die Grenztemperatur / maximale Servereinblastemperatur zu halten.

Auf diese Art und Weise wird eine zusätzliche Energieeffizienz erreicht, weil durch die jeweils maximal hohe Vorlauftemperatur der Freikühlungsanteil erhöht wird. Die Vorlauftemperatur wird dynamisch mit der IT Last nachgeführt. Dies führt zu einer deutliche Effizienzsteigerung.

Übergreifende Regelung

Ziel der Gewerke übergreifende Regelung ist es, eine Optimierung über alle an der Kühlung beteiligten Komponenten unter Berücksichtigung der elektrischen Leistungsaufnahmen durchzuführen. Die Regelgröße ist dabei die elektrische Leistungsaufnahme des Gesamtsystems - diese ist zu minimieren.

Die bisherige Regelgröße Serverzulufttemperatur hat nur noch insofern Bestand, als dass sie eine obere Grenztemperatur darstellt.

Die übergeordnete Regelung darf hierzu die gleichen Parameter wie zuvor dargestellt sowie alle ZUCS-Stellgrößen (Parameter der Kälteverteilung im Rechenzentrum) verändern. Durch das parallele Messen aller elektrischen Leistungsaufnahmen ist unmittelbar der Einfluss einer "Regelaktion" auf die Energiebilanz des Gesamtsystems gegeben. Die einzelnen Parameter müssen dabei so angepasst werden, dass die minimale Gesamtenergie aufgenommen und die Grenztemperatur nicht überschritten wird.

Die nachfolgende Abbildung 13 zeigt einen PUE Vergleich zwischen dem Normalbetrieb (ohne übergreifende Regelung) und dem Einsatz der Gewerke übergreifenden Regelung.

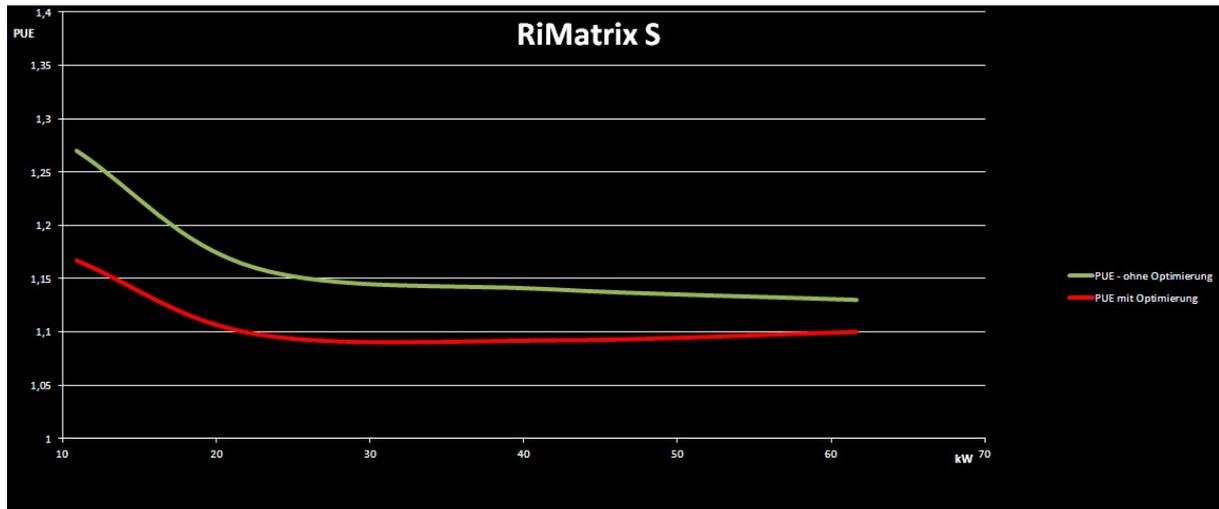


Abbildung 13: Effizienzvergleich

Abbildung 20: PUE Vergleich ohne und mit übergreifender Regelung

Es ist gewährleistet, dass die Anlage minimalen elektrischen Strom verbraucht und sicher betrieben wird. Würde man einfach nur die Vorlauftemperaturen und damit die Server-Zulufttemperaturen erhöhen, so würde ab einer Temperatur von ca. 27°C (abh. von den verwendeten Servern) der Energieverbrauch der Server sprunghaft ansteigen. Ab einer sog. Grenztemperatur schalten die leistungsstarken Lüfter der Server auf 100% der Drehzahl, was eine massive Zunahme der IT-Last bedeutet – der PUE wird besser, aber die Gesamtenergiebilanz nicht. Der Kunde bezahlt aber kWh und nicht den PUE. Daher ist eine Gewerke übergreifende Regelung, die auf die Gesamtenergieaufnahme optimiert, sinnvoll.

Bewertung der Messergebnisse

Aus den obigen Messungen lässt sich die folgende exemplarische Rechnung für ein 60kW RZ mit mittlerer Auslastung aufstellen.

Daten des Rechenzentrums	
60kW Rechenzentrum	30 kW mittlere Auslastung
PUE mit Chillerbetrieb	1,5
PUE ohne Gewerke übergreifende Regelung	1,3
PUE mit Gewerke übergreifende Regelung	1,1
Zeitspanne: 365 Tage, 24 Stunden	8760 Stunden

Infrastrukturanteil

Energieverbrauch im nicht optimierten Chillerbetrieb	131400 kWh	77526 kg CO ₂
Energieverbrauch im nicht optimierten Freikühlbetrieb	78840 kWh	46516 kg CO ₂
Energieverbrauch im optimierten Freikühlbetrieb	26280 kWh	15505 kg CO ₂

Wie beschrieben, kann bei 96,1% im Jahr der Freikühlbetrieb genutzt werden. Daher bedeutet eine Verbesserung des PUE von 1,3 auf 1,1 eine jährliche Einsparung von:

Einsparung 50510 kWh 29801 kg CO₂

Durch eine optimierte Regelung, lässt sich der CO₂ Ausstoß des Infrastrukturanteils des Rechenzentrums um weitere 60% im Freikühlbetrieb senken. Doch auch ein PUE von 1,5 im reinen Chillerbetrieb ist bereits ein ausgezeichneter Wert für ein Rechenzentrum. Insgesamt lässt sich damit feststellen, dass sowohl das neue Kühlungskonzept (ZUCS-Klimatisierung) und die Gewerke-übergreifende Regelung, zu einer signifikanten Verbesserung der Effizienz geführt haben.

Zusammenfassung

Ein standardisiertes Rechenzentrum, welches aus aufeinander abgestimmten RZ-Modulen besteht, bietet eine Reihe von Vorteilen. Hierzu sind die Verfügbarkeit des Rechenzentrumsbetriebs, die einfache Planung, die kurze Lieferzeit und die schnelle Inbetriebnahme zu zählen. Ein wichtiger Aspekt ist - neben den niedrigeren Anschaffungskosten - auch eine hohe Energieeffizienz, die mit niedrigen Betriebskosten einhergeht.

Dies wird durch die aufeinander abgestimmten RZ-Module erreicht. Ganz wesentlich ist hierbei der Kühlungskreis (Kälteerzeugung, Transport der Kälte / Abwärme und die Verteilung der Kälte in dem RZ). Eine intelligente Regelung steuert die IT-Infrastruktur in Abhängigkeit der Serverlast so, dass möglichst wenig Energie verbraucht und eine hohe Verfügbarkeit erreicht wird.

Standardisierte RZ-Module besitzen den Vorteil, dass sie bereits in der Konzeptionsphase auf eine größtmögliche Effizienz und Verfügbarkeit hin entwickelt worden sind. Sie besitzen darüber hinaus vollständige Datenblätter, aus denen die Effizienz unter den verschiedenen Einsatzbedingungen (wie: elektrischer Verbrauch der Server, geographische Lage des Standorts) entnommen werden kann.

Dadurch ist es möglich, bereits in der Angebotsphase den Energiebedarf eines geplanten Rechenzentrums zu ermitteln und dies in der Investitionsentscheidung mit zu berücksichtigen.

Quellenverzeichnis

Ref. 1: Fachbericht – RiMatrix S Ein Konzept für den standardisierten RZ-Bau

Ref. 2: The Green Grid, <http://www.thegreengrid.org/>

Ref. 3: ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)
Organisation: <https://www.ashrae.org/>

Abkürzungsverzeichnis

ASHRAE	-	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
BTU	-	British Thermal Units
COP	-	Coefficient of Performance
DCIE	-	Data Center Infrastructure Efficiency
DCIM	-	Data Centre Infrastructure Management
EER	-	Energy Efficiency Ratio
PUE	-	Power Usage Effectiveness
ROI	-	Return on Invest
RZ	-	Rechenzentrum
USV	-	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
ZUCS	-	Zero U-Space Cooling System

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

- Schaltschränke
- Stromverteilung
- Klimatisierung
- IT-Infrastruktur
- Software & Service

RITTAL GmbH & Co. KG
Auf dem Stützelberg · D-35726 Herborn
Phone + 49(0)2772 505-0 · Fax + 49(0)2772 505-2319
E-Mail: info@rittal.de · www.rittal.de · www.rimatrix5.de

SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE

FRIEDHELM LOH GROUP

