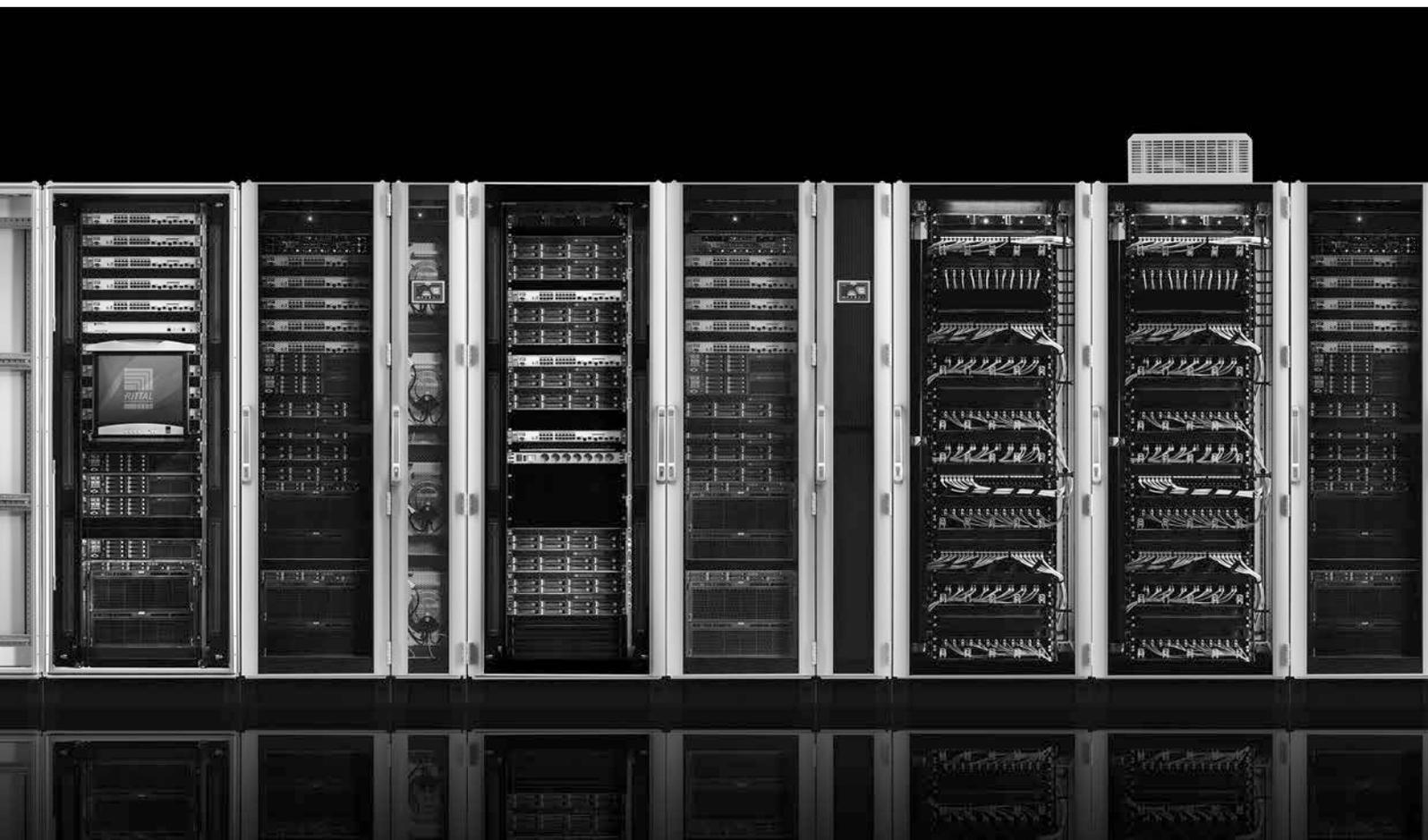


Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



Whitepaper – Das Effizienzpaket des Rechenzentrums
RiMatrix S

SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE

FRIEDHELM LOH GROUP



Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	4
Einführung	5
Effizienzmetriken	7
Das Effizienzpaket	11
Power Distribution Unit (PDU)	12
Zusammenfassung	18
Quellenverzeichnis	19
Abkürzungsverzeichnis	20
USV - Unterbrechungsfreie Spannungsversorgung	20

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2: Rechenzentrumsmodule des RiMatrix S Baukastens.....	6
Abbildung 3: Effizienzanalyse und ROI-Berechnung	7
Abbildung 4: Einspeisung, Stromabsicherung und Verteilung.....	7
Abbildung 5: Auswahl der RiMatrix S Optionen	11
Abbildung 6: Power Distribution Unit (PDU).....	12
Abbildung 7: Das Universalmessgerät UMG © Janitza electronics GmbH.....	14
Abbildung 8: RiZone – RiMatrix S – Single6 Installation	15
Abbildung 9: RiZone Architektur	16

Executive Summary

Ein weltweit agierendes Unternehmen muss über eine leistungsstarke und effiziente Informations- und Kommunikationstechnik verfügen. Eine Voraussetzung dafür ist, dass das Rechenzentrum, als Herz des Unternehmens, den steigenden Anforderungen hinsichtlich Flexibilität, Skalierbarkeit, Effizienz und Sicherheit gerecht wird.

Gerade für mittelständische Unternehmen, aber auch für Filialen von Großkonzernen bietet ein modulares und standardisiertes Rechenzentrum einen Mehrwert auf mehreren Ebenen. So reduziert sich der Planungsaufwand aufgrund der vordefinierten Rechenzentrumsmodule deutlich. Die Liefer- und Inbetriebnahmezeit wird durch die vorgefertigten, ab Lager verfügbaren Module signifikant verkürzt. Eine garantierte Effizienz des Rechenzentrums bildet die Grundlage für eine transparente Kalkulation sowohl der Investitions- als auch der Betriebskosten.

Zur Effizienzermittlung wird die elektrische Leistungsaufnahme im Rechenzentrum vollständig erfasst. Darunter fallen die gesamte Stromversorgungskette (Einspeisung, Verteilung und Absicherung) und die Klimatisierung (Kälteerzeugung, -transport, -verteilung) wie auch Installationssysteme (Beleuchtung, etc.).

Rittal bietet zum Rechenzentrum RiMatrix S (**Ref. 1**) mehrere Optionspakete an, dazu gehört das Effizienzpaket. Dieses ermöglicht alle relevanten Leistungswerte durch Messungen zu bestimmen. Dazu werden die notwendigen Messgeräte jeweils in der Unterverteilung bzw. in den Schrankreihen installiert. Die Darstellung der Messergebnisse, deren Aufbereitung und Anwendung in Regelschleifen und Alarmszenarien realisiert die Data Center Infrastructure Management (DCIM) Software. Das Effizienzpaket bietet so einen hohen Komfort in der Ermittlung und Darstellung des Energieverbrauchs. Daraus ergibt sich die Grundlage zur Optimierung der Effizienz und des Energiebedarfs im Rechenzentrum, die dem Kunden Wege zur maximalen Kosteneinsparung ermöglicht.

Einführung

Die IT Technologie gewinnt weiterhin an Bedeutung, wie nun auch das Thema „Industrie 4.0 – die vierte industrielle Revolution“ zeigt. Internettechnologie, Cloud Computing, Big Data und eine effiziente IT sind wichtige Schlüsseltechnologien. „Industrie 4.0“ kann nur durch Zusammenwachsen der IT und der Fertigungstechnik geschehen, denn Rechenzentren gewährleisten die Steuerung aller Geschäfts- und Produktionsprozesse.

Für mittelständische Unternehmen resultieren daraus große Herausforderungen bereits bei der Konzeption eines Rechenzentrums (RZ), welches den wesentlichen Aspekten wie Flexibilität, Skalierbarkeit, Effizienz und Sicherheit gerecht werden muss, wie die nachfolgende **Abbildung 1** verdeutlicht.

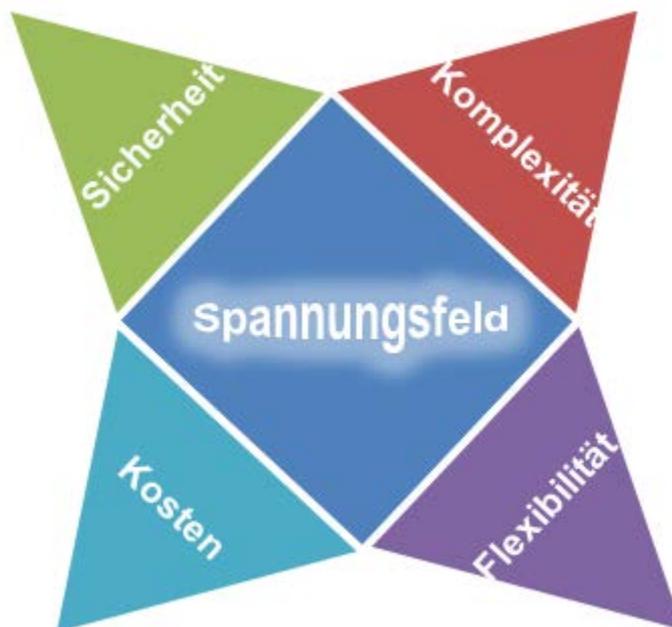


Abbildung 1: Spannungsfeld eines RZ-Betreibers

Bei einem vorgegebenen Investitionsrahmen sind Aspekte der Sicherheit und Flexibilität sorgfältig gegen die anderen Leistungsparameter, wie Kosten und Effizienz, eines Rechenzentrums abzuwägen. Für Unternehmen, bei denen die IT nicht zum Kerngeschäft gehört, sondern die „nur“ zur Steuerung der Geschäfts- und Produktionsprozesse benötigt wird, ist bereits die Konzeption eines RZ äußerst anspruchsvoll. Im Grunde möchte sich der

Betreiber auf sein eigenes Kerngeschäft konzentrieren und sich den Herausforderungen von u.a. „Industrie 4.0“ stellen.

Ein standardisiertes Rechenzentrum, welches auf einem wohldurchdachten RZ-Baukasten basiert, vereinfacht die Planungsphase deutlich und schafft die notwendige Transparenz, um unternehmerische Investitionsentscheidungen auf einer soliden Basis zu treffen (Ref. 1).

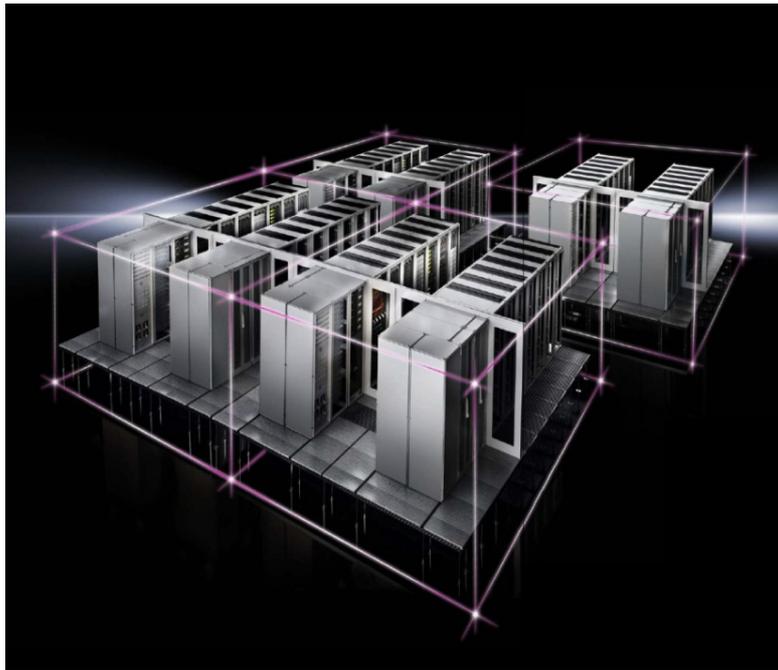


Abbildung 2: Rechenzentrumsmodule des RiMatrix S Baukastens

Zu einer vollständigen ROI-Betrachtung (Return on Invest) gehört neben der Investitionssumme auch eine detaillierte Analyse der zu erwartenden Betriebskosten. Neben den Personalaufwänden sind hierzu vor allem die Stromkosten zu analysieren, die ebenso eine hohe gesellschaftliche und politische Beachtung finden, denn die IT und damit die Rechenzentren tragen maßgeblich zum CO₂-Ausstoß bei (Ref. 2).

Die politischen Parteien haben bereits in ihren Programmen eine „Grüne Agenda“, die eine Reduktion von CO₂-Emissionen fordert, etabliert. Die Gesellschaft entwickelt ebenso ein steigendes Umweltbewusstsein; so steigt die Bereitschaft einen höheren Preis für umweltfreundliche Produkte und Produktionsprozesse zu akzeptieren.

Effizienzmetriken für Komponenten, Systeme und somit auch für ganze Rechenzentren sind ausschlaggebend, um diese Emissionen zu verringern.

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 ausgemessen und besitzen ein Datenblatt, welches alle relevanten Parameter wiedergibt. Dies ist die Grundlage der Effizienz- und Betriebskostenberechnung.

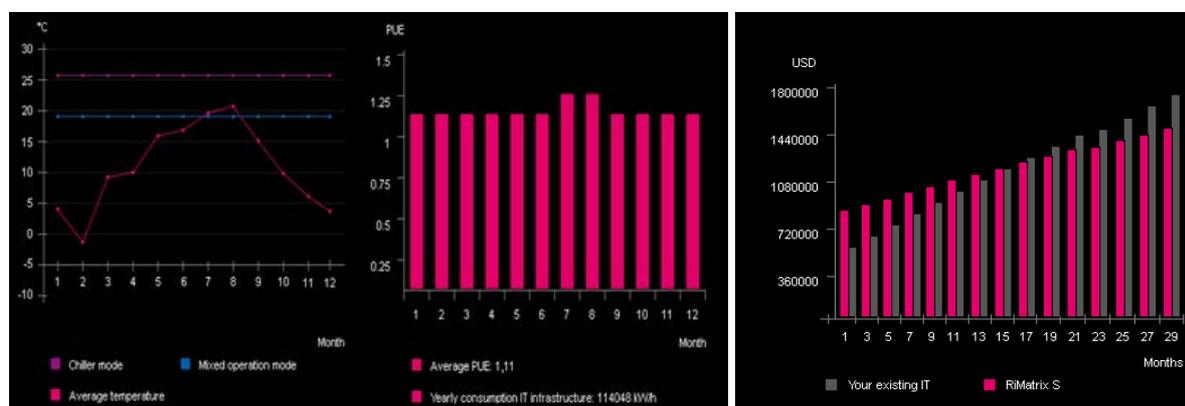


Abbildung 3: Effizienzanalyse und ROI-Berechnung

Die dazu notwendigen Daten müssen durch Messungen in den Stromverteilungssystemen (siehe **Abbildung 4**) erfasst und der DCIM-SW zugänglich gemacht werden.



Abbildung 4: Einspeisung, Stromabsicherung und Verteilung

Die wichtigen Komponenten innerhalb der Stromverteilung sind:

- Einspeisung und Unterverteilung
- Stromabsicherung – USV
- Steckdosensysteme – PDU

Die Granularität der Messungen hängt dabei vom Anwendungsfall des Kunden und der Wahl der geeigneten Metriken ab. Daher werden zunächst die wichtigsten Metriken erläutert:

A) Energieverbrauch [kWh]

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

Ebenso ist es möglich, aus dem Energieverbrauch den CO₂-Ausstoss zu berechnen. Gerade für eine „Green IT Policy“ ist dieser Wert, vor allem die nachhaltige Reduktion, ein Kosten- und Marketingvorteil. Der Umrechnungsfaktor kWh in CO₂ ist vom Strom-Mix (Kohle, Atomstrom, erneuerbare Energien, ...) des jeweiligen Landes abhängig und kann über das entsprechende Umweltministerium erfragt werden (siehe z.B.: **Ref. 3**).

Um den Energieverbrauch eines Rechenzentrums zu bestimmen, ist eine Messung in der zentralen Einspeisung unerlässlich.

Soll eine Verbraucherbezogene Abrechnung durchgeführt werden, so ist es unumgänglich auf Schrankebene (Server, Switch, Speichersystem) zu messen. Hierbei kommen intelligente Steckdosensysteme (PDU) zum Einsatz, die entweder pro Steckdosenleiste oder pro Dose messen können.

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. 4) 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.

Um den PUE bzw. den DCiE eines Rechenzentrums zu bestimmen, ist eine Messung in der zentralen Einspeisung, sowie in den Verzweigungen der Unterverteilung notwendig. Hierbei ist darauf zu achten, die Messungen des IT Equipments und der Infrastruktur zu separieren.

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 heizen.

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.

Um den EER bzw. den COP der Kältemaschinen zu ermitteln, ist eine Messung in der entsprechenden Verzweigungen der Unterverteilung notwendig, um deren elektrische Leistungsaufnahme zu erfassen.

Über eine Management-Schnittstelle kann von der Kältemaschine die Kühlleistung abgefragt werden. Diese kann aber auch aus der Durchflussmenge und den Wassertemperaturen bestimmt werden.

Ebenso lässt sich die Effizienz eines USV-Systems ermitteln, wobei aber dies nur ein Faktor ist, der bei einer genauen Analyse des Strompfades beachtet werden sollte. Phasenauslastung und $\cos(\Phi)$ sollten beispielsweise ebenso zur Optimierung herangezogen werden.

Das Effizienzpaket

Zusammen mit den einzelnen Modulen des standardisierten Rechenzentrums RiMatrix S werden verschiedene Optionspakete angeboten (**Abbildung 5**).

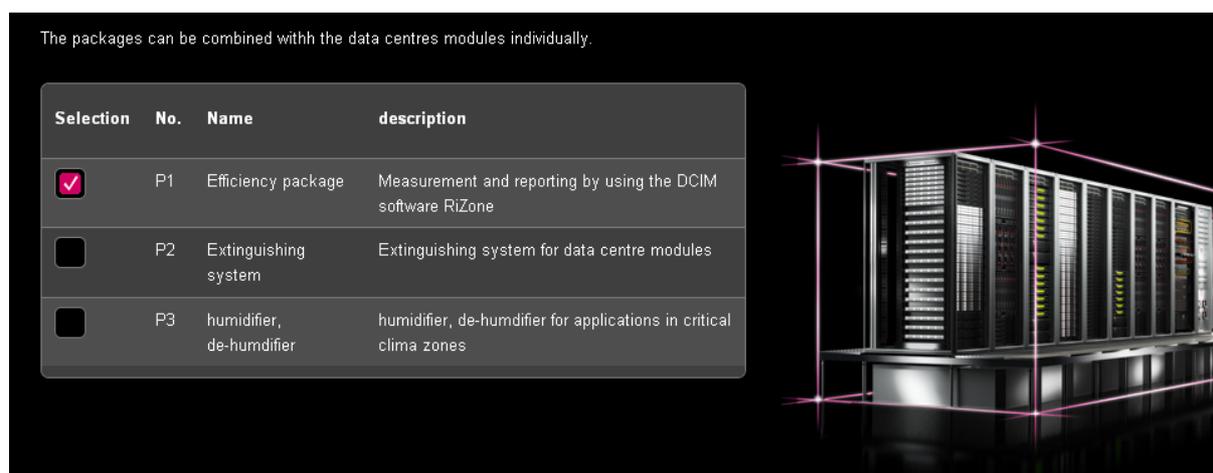


Abbildung 5: Auswahl der RiMatrix S Optionen

Eine dieser Optionen ist das Effizienzpaket, welches im Wesentlichen aus den folgenden Komponenten besteht:

- Intelligente Steckdosensysteme – PDU
- Messgeräte in der Einspeisung und Unterverteilung – UMG
- DCIM Management SW – RiZone

Der flexible Einsatz dieser drei Komponenten erlaubt eine Anpassung an die jeweiligen Kundenanforderungen, um die zuvor beschriebenen Metriken optimal zu unterstützen und eine Basis für eine Rechenzentrumsoptimierung zu schaffen.

Nachfolgend wird auf die einzelnen Komponenten detailliert eingegangen.

Power Distribution Unit (PDU)

Die Power Distribution Unit (PDU) ermöglicht eine Echtzeit-Stromüberwachung auf Schrank-Ebene. Die Montage erfolgt werkzeuglos im Zero-U Space der Server- und Netzwerk-Schränke. Pro Schrank sind zwei PDUs für die getrennten A- und B-Pfade der Stromversorgung vorgesehen.

Über die integrierte SNMP (Simple Network Management Protocol) Schnittstelle (Version v1 und v3) ist eine Anschaltung an die übergeordnete DCIM-SW RiZone realisiert. So können nicht nur alle Einstellungen aus der Ferne über einen Remote-Zugriff vorgenommen, sondern auch alle Parameter und Messwerte zentral erfasst und dargestellt werden.



Abbildung 6: Power Distribution Unit (PDU)

Im Rahmen des Effizienzpakets kommt die PDU metered als netzwerkfähige 3-phasig ausgeführte Stromverteilung zum Einsatz. Die PDU metered unterstützt einen Phasenstrom von bis zu 16A. Das integrierte Messsystem erlaubt die Energiemessung je Phase, d.h. es ist eine Ermittlung des Leistungsbedarfs eines gesamten IT-Racks realisierbar. Dabei ist eine Messgenauigkeit von 1 % (Wirkenergiemessung) gegeben. Die Messwerte können entweder lokal auf dem Display oder durch RiZone visualisiert werden. Zu den Werten gehören: Spannung, Strom, Frequenz, Wirkleistung, Wirkarbeit, Scheinleistung und Scheinarbeit. Hinzu kommen eine Bestimmung des Leistungsfaktors und der Nullleitermessung zur Schiefelastermittlung. Überdies existiert ein Betriebsstundenzähler, der zyklisch wie auch die Gesamtstunden zählt.

Der Eigenverbrauch der PDU liegt bei nur 15 W; somit werden von den PDUs nur 30W zusätzlicher Leistung je Rack benötigt. Das kompakte Design und der geringe elektrische Leistungsbedarf durch das effiziente Netzteil und das OLED-Display mit Hintergrundbeleuchtung sowie die Stromsparfunktion unterstreichen ihre Zugehörigkeit zum Effizienzpaket.

Die Power-Leuchtdiode (LED) leuchtet grün, wenn die PDU eingeschaltet ist. Bei der Status-LED bedeutet grün, dass kein Fehler vorliegt. Die Farbe Gelb initiiert eine Warnung und die PDU sendet per SNMP eine Meldung an die DCIM-SW RiZone. Bei Warn- oder Alarmmeldungen kann RiZone auf unterschiedliche Weise reagieren z.B. mittels einer E-Mail an das zuständige Personal. Die Grenzwerte wann ein Alarm oder eine Warnung ausgelöst werden soll, sind individuell einstellbar.

Universalmessgerät (UMG)

Zur Ermittlung des Gesamtstroms aber auch dessen Verteilung in den jeweiligen Abgängen wird das Universalmessgerät UMG der Firma Janitza (**Ref. 5**) im Power Distribution Rack (PDR) eingesetzt.

Voraussetzung für ein Multifunktionsmessgerät ist, dass es sämtliche Energiedaten und elektrische Parameter präzise erfasst und so eine Transparenz in der Energieversorgung und -verteilung gewährleistet. Wesentliche Spannungsqualitätswerte wie Oberspannungen je Phase mit Richtungserkennung und Kurzzeitunterbrechungen müssen charakterisiert werden können. Ein integrierter Zähler misst die Blindenergie und die tatsächlich verrichtete Arbeit.



Abbildung 7: Das Universalmessgerät UMG © Janitza electronics GmbH

Mit einem digitalem 500 MHz Signalprozessor ist das UMG 604 gleichzeitig ein schneller und leistungsfähiger Netzanalysator. Es identifiziert schnelle Transistoren ($> 50 \mu\text{s}$) und stellt minimale und maximale Werte dar.

Die DCIM-SW RiZone besitzt einen integrierten Treiber, so dass das UMG über die SNMP-Schnittstelle eingebunden ist. RiZone kann damit transparent alle Werte des UMG darstellen und so als Basis für das Energiemanagement des Rechenzentrums dienen.

DCIM-SW (RiZone)

RiZone ist eine Data Centre Infrastructure Management (DCIM) Software für alle Komponenten der physischen Infrastruktur eines Rechenzentrums und dient damit zur Überwachung der kritischen Versorgungspfade (Stromabsicherung und -verteilung, Kälteerzeugung und -verteilung), sowie der kontinuierlichen Überwachung aller relevanten Sicherheitsparameter (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Rauch, Zutritt, ...).

Für die RiMatrix S Module (Single6, Double6, Single9, Double9) stehen vorkonfigurierte Projekte bereit, die problemlos an die jeweilige Kundensituation angepasst werden können. Über eine Autodiscovery-Funktion können so mittels Drag&Drop die aktuellen IP-Adressen aller physischen Geräte und Sensoren in die vordefinierten Projekte übertragen werden. Abbildung 8 zeigt eine RiZone Installation für das RiMatrix S Modul Single6.



Abbildung 8: RiZone – RiMatrix S – Single6 Installation

RiZone kann als HW- oder SW-Appliance geliefert werden. Im Falle einer HW-Appliance befindet sich RiZone vorinstalliert und lauffähig auf einem HP ProLiant Server. Wird eine SW-

Appliance gewählt, so läuft RiZone in einer virtuellen Umgebung auf einem beliebigen Kundenserver. Es werden alle gängigen Virtualisierungsplattformen unterstützt.

In der nachfolgenden **Abbildung 9** wird die RiZone Architektur skizziert. Die Kommunikation mit den Sensoren und physischen Komponenten der Infrastruktur (PDUs, UMG, Klimatisierung, ...) wird über die „Communication Module“ mittels einer SNMP-Schnittstelle realisiert.

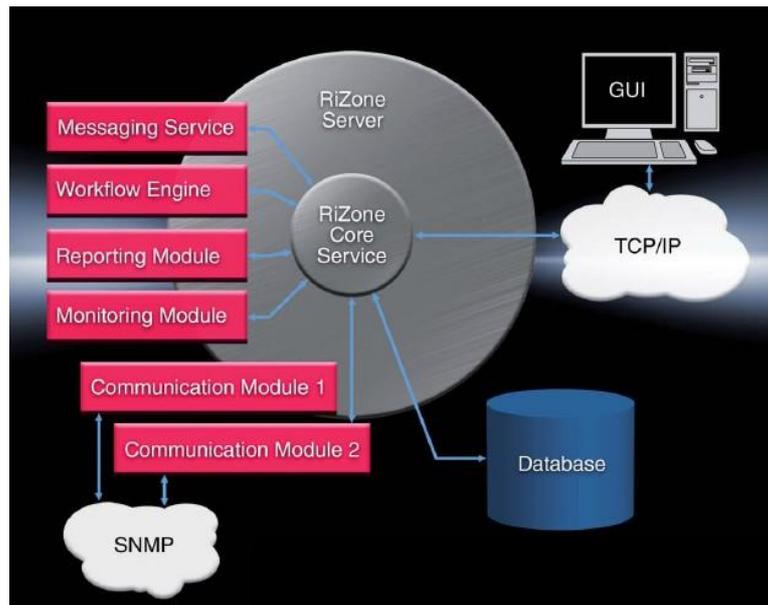


Abbildung 9: RiZone Architektur

RiZone ordnet alle Messwerte den physischen Objekten zu und gestaltet auf deren Basis im „Monitoring Module“ die Grafiken zur Auswertung. Eine leistungsfähige „Workflow Engine“ unterstützt kundenspezifische Auswertungen, hierarchische Alarmszenarien bis hin zum Steuern und Regeln externer Komponenten.

Wichtig für den RZ-Administrator ist das „Reporting Module“. In vordefinierten Zeitintervallen können automatisch Reports generiert werden, um so kontinuierlich die Auslastung, die Betriebskosten und die Effizienz des Rechenzentrums zu überwachen. Über die aufgenommenen und in einer SQL-Datenbank gespeicherten Daten lässt sich der aktuelle, monatliche sowie jährliche Energieverbrauch veranschaulichen und so können Rückschlüsse auf die Effizienz des Rechenzentrums gezogen werden.

RiZone verfügt über eine bidirektionale SNMP Schnittstelle, die ein Anbinden an Management Systeme und über Protokollkonverter auch an Systeme der Gebäudeleittechnik ermöglicht.

Zusammenfassung

Ein standardisiertes Rechenzentrum, welches auf einem flexiblen Baukastenmodell einzelner RZ-Module basiert, bietet eine Reihe von Kundenvorteilen:

- Die vorgedachten, vorkonfigurierten RZ-Module verkürzen erheblich die Planungsphase.
- Die einzelnen RZ-Module sind vollständig ausgemessen, besitzen ein Datenblatt und erlauben bereits in der Planungsphase eine PUE-Aussage und damit eine transparente ROI-Kalkulation.
- Die vollständige Dokumentation inkl. einem Betriebshandbuch, welches auch die DCIM-Management SW umfasst, ermöglicht von Anfang an ein sicheres Arbeiten.
- Die kurze Liefer- und Inbetriebnahmezeit, sowie die verfügbaren Zertifikate sind ein weiterer, wichtiger Kundennutzen.
- Die flexible Anpassung an die Kundensituation wird durch Optionspakete ermöglicht; eines davon ist das Effizienzpaket.

Mit dem Effizienzpaket steht eine flexible, leistungsstarke Lösung in dem vorgefertigten Rahmen des Rechenzentrums RiMatrix S zu Verfügung, um alle Aspekte der Überwachung und Protokollierung durchzuführen. Hiermit wird die Grundlage für eine Optimierung des RZs, aber auch der Teilgewerke wie der Klimatisierung und der Stromabsicherung geschaffen. Eine kontinuierliche, transparente Überwachung ist dabei der Garant für eine nachhaltige Verbesserung der Effizienz und damit einer Senkung der Betriebskosten.

Das Effizienzpaket stellt dafür alle Komponenten und Mechanismen zur Verfügung.

Quellenverzeichnis

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

Ref. 2: Borderstep Institut, <http://www.borderstep.de>

Ref. 3: Umweltbundesamt, [/www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

Ref. 4: The Green Grid, <http://www.thegreengrid.org/>

Ref. 5: Janitza UMG, <http://www.janitza.de/produkte/energie-messtechnik/umg-604/uebersicht/>
und <http://www.janitza.com/products/energy-measurement/umg-604/overview/>

Abkürzungsverzeichnis

COP	-	Coefficient of Performance
DCiE	-	Data Center Infrastructure Efficiency
DCIM	-	Data Centre Infrastructure Management
EER	-	Energy Efficiency Ratio
GUI	-	Graphical User Interface
IP	-	Internet Protocol
LED	-	Light Emission Diode
MIB	-	Management Information Base
OLED	-	organic LED
PDU	-	Power Distribution Unit
PDR	-	Power Distribution Rack
PUE	-	Power Usage Effectiveness
pPUE	-	partial Power Usage Effectiveness
ROI	-	Return on Invest
RZ	-	Rechenzentrum
SNMP	-	Simple Network Management Protocol
SQL	-	Structured Query Language
SW	-	Software
TCP/IP	-	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
UMG	-	Universalmeßgerät
USV	-	Unterbrechungsfreie Spannungsversorgung

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

