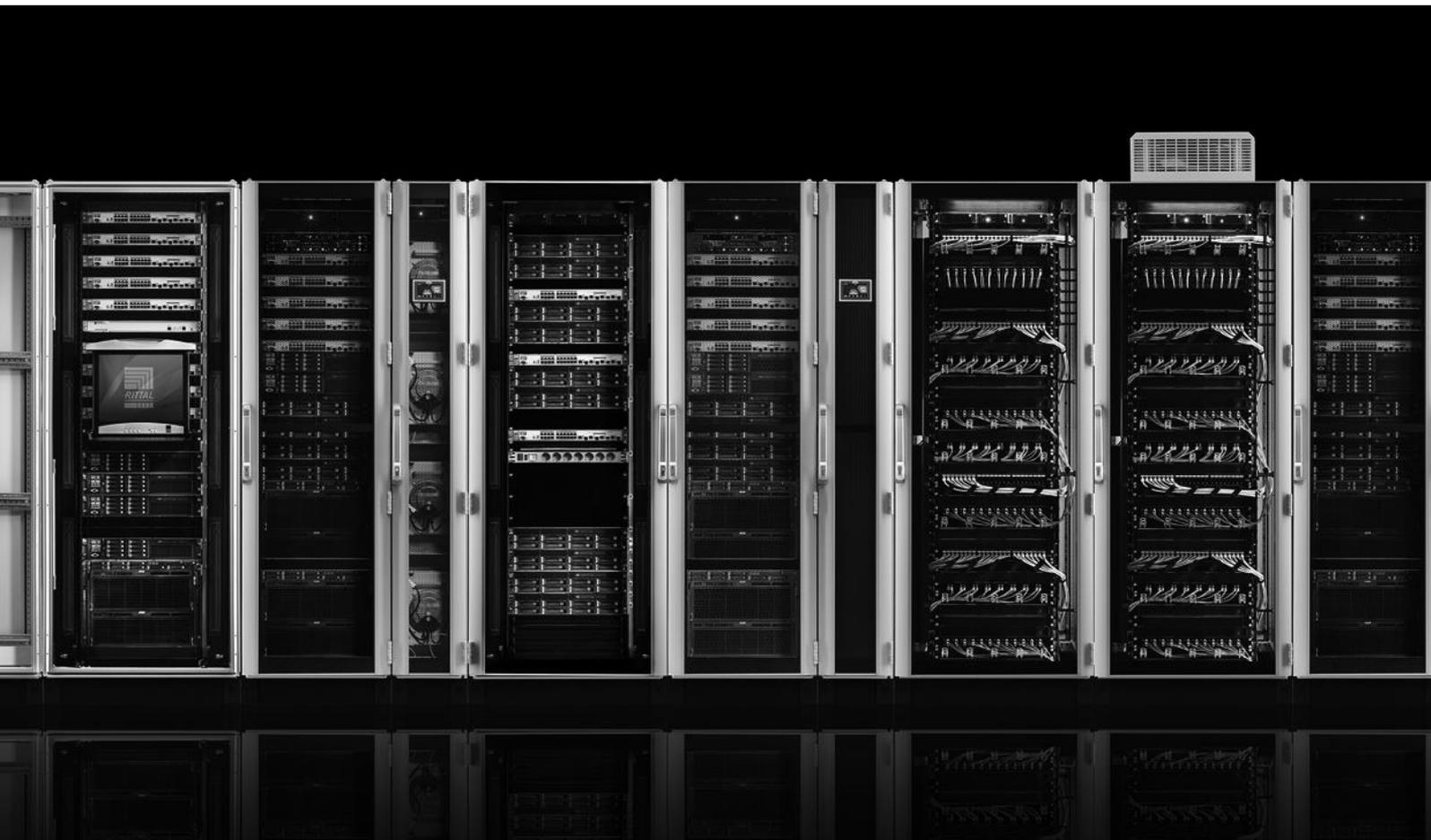


# Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



Whitepaper Rittal PDU international

SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE

FRIEDHELM LOH GROUP



# Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Inhaltsverzeichnis.....   | 1  |
| Abbildungsverzeichnis.....  | 3  |
| Executive Summary .....   | 4  |
| Grundlegender Aufbau einer PDU .....  | 6  |
| Rolle und Position der PDU in der Systemumgebung des Rechenzentrums.....          | 7  |
| Kriterien für die Auswahl und Bewertung .....                                     | 8  |
| Mechanik.....   | 9  |
| Steckdosen: Anzahl und Bauform.....   | 10 |
| Flexibilität gefordert .....  | 11 |
| Hohe Ansprüche an das Material.....   | 12 |
| Umgebungsdaten aus der Rack-Ebene .....   | 14 |
| Schaltfunktion der PDU .....  | 14 |
| Redundanz für die PDU.....  | 15 |
| Messtechnik .....   | 16 |
| Präzise und langfristig messen .....  | 17 |
| Relevante Zulassungen/Compliance .....  | 17 |
| Software/Web-Interface:.....  | 18 |
| Sicherheit .....  | 20 |
| Hardware-unabhängige Voraussetzungen für die Planung und Einsatzvorbereitung..... | 21 |
| Abkürzungsverzeichnis.....  | 23 |

# Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Flexible Anschlussoptionen mit Rittal-PDUs. ....   | 6  |
| Abbildung 2: PDUs sammeln Daten vor Ort und führen Aktionen aus. ....   | 7  |
| Abbildung 3: Mit einem dreiphasigen System lassen sich fast alle Anwendungsfälle im Rack abdecken.....              | 10 |
| Abbildung 4: Kabelverriegelungen und Zugsicherungen verhindern, dass Stecker irrtümlich gezogen werden können. .... | 11 |
| Abbildung 5: Nicht genutzte Steckdosen sollten gegen unbefugten Zugriff geschützt werden. ....                      | 12 |
| Abbildung 6: Externe Sensoren, per CAN-Bus angebunden.....  | 13 |
| Abbildung 7: Rittal nutzt OLED-Technologie um den Energieverbrauch zu senken. ....                                  | 15 |
| Abbildung 8: Rittal-PDUs sind optimal in die DCIM-Software RiZone integriert.....                                   | 19 |

# Executive Summary

Immer häufiger nutzen Unternehmen in den Racks mit Netzwerk- und Server-Equipment anstelle simpler Mehrfachsteckdosen intelligente Power Distribution Units (PDU). PDUs können die verteilten elektrischen Parameter messen, Lasten schalten und Umgebungsfaktoren wie Temperatur und Feuchte ermitteln. Sie erlauben einen detaillierten Einblick in die Verhältnisse im Rack und geben Administratoren und Rechenzentrumsbetreibern die notwendigen Informationen an die Hand, um Fehler schnell zu finden, Maßnahmen zur Energieeffizienz umzusetzen und Nutzungspotenziale aufzudecken.

Bei der Auswahl von PDUs sind zahlreiche Parameter wichtig, angefangen von den mechanischen Eigenschaften über die Belastbarkeit und Schaltkapazität der Geräte bis hin zu Redundanzfunktionen und Messgenauigkeit. Die Einbindung in ein übergeordnetes Management-Framework sollte ebenso bedacht und geplant werden wie der Schutz der Daten und der Schaltfunktionen vor unbefugtem Zugriff.

In einem Rechenzentrum steckt häufig Hard- und Software im Wert von vielen Hunderttausend Euro. Die Betriebskosten für beispielsweise Strom und Kühlung können oft mehrere Zehntausend Euro im Jahr erreichen, wie zahlreiche Studien und Praxisbeispiele belegen<sup>1 2</sup>. Mittels PDUs lassen sich diese Kosten überwachen und den Verursachern zuordnen. Darüber hinaus helfen die zusätzlich gewonnene Kontrolle und das Mehr an Daten beim Management der Hardware und der Fehlersuche vor Ort. Relevante Komponenten lassen sich schneller finden, Anwendungen eindeutig einem Host zuordnen und dadurch Irrtümer beim Ein- und Ausstecken weitgehend vermeiden.

Rittals PDU-Produktfamilie besteht aus den Modellen Basic, Metered, Switched und Managed. Sie bietet von der Stromverteilung bis hin zu komplexen Analysefunktionen eine durchgehende Systemlösung. Die Funktionen der PDUs bauen aufeinander auf und ergänzen sich. Basic hat eine reine Verteilfunktion, Metered misst die Gesamtverbrauchsdaten und Switched kann zusätzlich einzelne Steckdosen schalten. Managed liefert darüber hinaus elektrische Daten von jeder einzelnen Steckdose.

---

<sup>1</sup> Fichter, K. (2007): Zukunftsmarkt energieeffiziente Rechenzentren. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

<http://www.borderstep.de/details.php?menue=22&subid=24&projektid=260&le=de>

<sup>2</sup> Energieeffiziente Rechenzentren: Best-Practice-Beispiele aus Europa, USA und Asien.

<http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu->

[import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere\\_rechenzentren\\_bf.pdf](import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_rechenzentren_bf.pdf)

# Einführung

Power Distribution Units – PDUs – messen zahlreiche elektrische Parameter, können die eingebauten Steckdosen getrennt voneinander ein- und ausschalten und lassen sich durch Netzwerkschnittstellen aus der Ferne bedienen und überwachen. Heute sind leistungsfähige PDUs für praktisch jeden Anwender erschwinglich. Und sie werden immer wichtiger, denn der Druck auf die Betreiber von Rechenzentren und Serverräumen, den Energieverbrauch zu senken, nimmt ständig zu.

Nach einer Untersuchung des Borderstep Instituts<sup>3</sup> stieg der Stromverbrauch von Rechenzentren in Deutschland zwischen 2000 und 2008 von vier auf über zehn Terawattstunden (TWh). Nachdem die Green-Energy-Diskussion um 2007 begann, hat sich die Kurve abgeflacht, 2012 wurden nur noch 9,4 TWh verbraucht. Doch die Einsparungen erfolgten vor allem bei der Infrastruktur wie Klimatisierung und den USV-Anlagen. Der Energieverbrauch von Servern steigt nach wie vor an.

Seit 2013 gewährt die Bundesregierung den Spitzenausgleich (EEG-Abgabe) im Rahmen der Energie- und Stromsteuer nur noch, wenn die Unternehmen einen Beitrag zu Energieeinsparungen leisten. Für den Nachweis der Einsparung müssen Daten vorliegen, wie sich der Stromverbrauch im Optimierungszeitraum geändert hat. Genau dafür sind PDUs perfekt geeignet, indem sie für einzelne Phasen, Installationsbereiche, Serverschränke oder bis auf Serverebene hinunter exakte Werte zur Stromaufnahme liefern. So lassen sich ineffiziente Systeme aufspüren und Gegenmaßnahmen einleiten.

Die Energiewende, Elektromobilität und zahlreiche Projekte zu nachhaltiger Stromerzeugung zeigen, dass das Interesse an elektrischer Energie immer größer wird. Anwender wollen Verbrauch und Effizienz kontrollieren und optimieren. Mit PDUs lassen sich diese Informationen bis auf Steckdosenebene erfassen. Darauf wird in Zukunft kein Rechenzentrum verzichten wollen.

---

<sup>3</sup> Hintemann, R., und Fichter, K. (2013): Server und Rechenzentren in Deutschland im Jahr 2012. <http://www.borderstep.de/details.php?menue=33&subid=101&le=de#>

## Grundlegender Aufbau einer PDU

Von außen betrachtet ähneln die meisten Basis-PDUs der klassischen Steckdosenleiste. Den Eingang stellt ein Kabel mit CEE-Stecker dar, an mehreren Steckdosen können die Verbraucher angeschlossen werden. Leistungsfähigere Modelle verteilen nicht nur eine, sondern drei Phasen oder sind in der Lage, redundante Eingangsspannungskreise an die Verbraucher weiterzugeben. Besser ausgestattete Modelle erfassen Betriebsparameter wie die Eingangsspannung, Frequenz und die Auslastung der Phasen. So erhalten Administratoren einen Überblick über die Versorgungsqualität am Eingang des Racks.



**Abbildung 1: Flexible Anschlussoptionen mit Rittal-PDUs.**

Das Rittal-PDU-Produktportfolio besteht aus den vier Grundtypen Basic, Metered, Switched und Managed. Deren Funktionen bauen jeweils aufeinander auf. Basic hat eine reine Verteilfunktion, ohne Intelligenz. Metered misst die Gesamtverbrauchsdaten am Eingang der PDU und Switched kann zusätzlich einzelne Steckdosen ein- und ausschalten. Managed liefert darüber hinaus elektrische Daten von jeder einzelnen Steckdose. Zusätzlich sind Slave-Ausführungen der Managed-Version verfügbar, die zusammen mit dem Master als ein System verwaltet werden können.

PDUs mit Schaltfunktion können Fehlersuche und Reparatur bei IT-Systemen unterstützen, falls ein Rechner nicht mehr anders zurückgesetzt werden kann als über eine abgeschaltete Steckdose. Ab diesem PDU-Funktionsumfang ist meist auch ein Display im Gerät eingebaut, über das der Administrator vor Ort die wichtigsten Parameter ablesen und Einstellungen vornehmen kann. Auch Zugriff über das Netzwerk ist bei hochwertigen PDU-Modellen in der Regel möglich. Dazu ist ein Webserver in das Gerät eingebaut, der über einen Browser angesprochen wird. Wenn die PDU das Netzwerkmanagementprotokoll SNMP (Simple Network

Management Protocol) versteht, lässt sie sich auch in übergeordnete Management-Frameworks einbinden.

Zur Kontrolle der Umgebungsparameter unterstützen die meisten PDUs den Anschluss von Sensoren für Temperatur oder Feuchte. Häufig finden sich auch Schaltkontakte, die entweder Aktionen im Rack auslösen können oder Ereignisse des Racks überwachen, beispielsweise ob die Schranktür offen oder geschlossen ist. Hochwertige PDUs wie die Geräte von Rittal nutzen Feldbussysteme wie den CAN-Bus (Controller Area Network), um Sensoren zu verknüpfen oder untergeordnete PDU-Einheiten, sogenannte Slave-Units, anzubinden.

### **Rolle und Position der PDU in der Systemumgebung des Rechenzentrums**

PDUs sind vor Ort in den Serverschränken dafür zuständig, Daten zu sammeln und Aktionen auszuführen. Diese Daten können zwar für sich genommen sinnvoll sein, bieten aber den größten Nutzen, wenn sie in einer übergeordneten Managementstrategie aufgehen. Dann lassen sich über die PDUs Einspareffekte erzielen, die es einfacher machen, die notwendige Investition gegenüber dem Management zu rechtfertigen.



**Abbildung 2: PDUs sammeln Daten vor Ort und führen Aktionen aus.**

Einige Anwender argumentieren, dass ein aktives Gerät, wie eine PDU, ausfallen könnte und dann die angeschlossenen Geräte ebenfalls beeinträchtigt werden. Außerdem kann durch eine menschliche Fehlleistung der falsche Server abgeschaltet werden. Das Risiko eines Ausfalls ist rein rechnerisch bei einer PDU tatsächlich höher als bei einer simplen Steckdosenleiste. Doch durch Redundanzfunktionen wie eine Stromversorgung mit zwei getrennten A/B-Pfaden, Power-over-Ethernet und bistabilen Relais ist es problemlos möglich, das Risiko zu minimieren. Gegen einen falschen Mausklick lässt sich in letzter Instanz wenig tun. Aber das Risiko, dass ein Administrator am Server-Rack aus Versehen

den falschen Netzstecker zieht, ist mindestens genauso hoch. Wenn PDUs korrekt in eine übergeordnete Managementebene integriert werden, sinkt die Fehlerwahrscheinlichkeit sogar. Die zusätzlichen Daten zusammen mit Signalfunktionen – wie beispielsweise LEDs an den Steckdosen – bauen Führungspfade für die Administratoren und Techniker auf. Durch die Verbindung mit Daten aus der Applikationsebene und aus Inventarisierungsdaten des Racks weiß der Admin, dass er gerade im Begriff ist, einen Blade-Server von HP abzuschalten, der für die SAP-Instanz in Norddeutschland zuständig ist. Das verringert die Gefahr von Irrtümern.

### **Kriterien für die Auswahl und Bewertung**

In den meisten Rechenzentren sind schon heute in jedem 19-Zoll-Schranksystem PDUs verbaut. Die einfachste Variante verteilt lediglich den Strom an mehrere Ausgangsports. Erweiterte Funktionen werden nicht angeboten, diese Systeme stellen die einfachste, aber auch die preisgünstigste Lösung dar. Der Unterschied zu einer Mehrfachsteckdosenleiste aus dem Baumarkt liegt meist nur in der höheren Verarbeitungsqualität und der Bauform, die auf die spezifischen Maße und Einbaukonzepte des Schrankherstellers abgestimmt ist. Doch gerade die PDU ohne zusätzliche Funktion wird immer häufiger durch Geräte mit eigener Intelligenz ersetzt. Rittal hat mit der Produktreihe PDU international eine komplette Familie von PDUs im Programm, die von einer einfachen Variante (Basic) bis hin zum High-End-Modell (Managed) mit Schaltfunktion und Messfähigkeit für jeden individuellen Ausgang reichen. Eine breite Auswahl hilft Anwendern, für ihre jeweiligen Anforderungen die funktionell und preislich passende Lösung einzusetzen.

Der Auswahlprozess sollte nicht nur die offensichtlichen Aspekte wie Belastbarkeit und Anzahl der Steckdosen in Betracht ziehen, sondern den Systemgedanken aufgreifen: Wie kann die PDU mit ihren Funktionen so in ein bestehendes System integriert werden, dass ihre Daten und Funktionen das Gesamtsystem bereichern? Dazu gehört auch die Frage, wie die PDU mit anderen Bestandteilen der Infrastruktur zusammenspielt und welche Aufwände durch die Integration verursacht werden. Im Idealfall ist eine PDU ein weiterer Bestandteil des „Baukastens“ Rechenzentrumsinfrastruktur. Sie passt optimal in das Rack-System, kommt mit den zu schaltenden Verbrauchern wie Servern, Switches und Klimageräten zurecht und wird ohne Programmieraufwand von der Managementsoftware verwaltet.

Nichtsdestotrotz gibt es bei PDUs eine breite Palette an spezifischen Auswahlkriterien, angefangen von der mechanischen Verarbeitung über Redundanzfunktionen, Messgenauigkeit und Sicherheitsfeatures, die von potenziellen Käufern aufmerksam verglichen werden sollten. Oft wirken sich vermeintlich kleine Details später drastisch im Betrieb aus.

# Mechanik

Die Liste mit den Entscheidungskriterien fängt bei der Bauform und Mechanik an. Potenzielle Kunden sollten zunächst nach den geeigneten Schränken fragen. Passen die PDUs in das oder die eingesetzte(n) Schranksystem(e)? Und wenn ja, passen sie auch in die Schranksysteme, wie sie im voll ausgebauten Zustand aussehen? Größere PDUs benötigen ausreichend Platz für sich selbst und für die eingesteckten Stecker mit Kabel. Rittal nutzt für seine PDUs den Zero-U-Space im Schranksystem Rittal TS IT, also den Raum zwischen Seitenwand und 19-Zoll-Trägerrahmen. Dort belegen die Steckerleisten keinen wertvollen Platz in der 19-Zoll-Ebene und sind leicht zu erreichen, selbst bei voll ausgebautem Rack. Auch die Stromkabel lassen sich in diesem Bereich gut führen und befestigen.

Bei PDUs, die ein Hersteller passend zu seinen eigenen Schranksystemen anbietet, kann man davon ausgehen, dass die Steckerleisten ohne großen Aufwand montiert werden können. Allerdings kommt es immer wieder vor, dass ein Werkzeug bei der Montage abrutscht und mit einer scharfen Kante Kabel anritzt oder sogar Drähte im Inneren durchtrennt. Rittals PDUs werden dagegen werkzeuglos im Zero-U-Space angebracht. Das verkürzt die Einbauzeiten und verhindert beschädigte Kabel. Die mechanische Kompatibilität, also PDUs von Hersteller A in Schranksystemen von Hersteller B, lässt sich heute meist durch Adapter für die jeweiligen Aufnahmeschienen herstellen. In größeren Umgebungen mit vielen Dutzend oder gar einigen Hundert PDUs stellen die Zubehörteile einen Kostenfaktor dar. Rittal hingegen liefert standardmäßig bei jeder PDU einen kostenlosen Universalbefestiger mit.

Anwender sollten nicht an der falschen Stelle sparen. Eine Steckdose aus dem Baumarkt ist auch für eine einfache PDU ohne besondere Fähigkeiten kein geeigneter Ersatz. Die DIN VDE 0100-420 (VDE 0100 Teil 420) Abschn. 4.1 besagt eindeutig, dass elektrische Anlagen für ihre Umgebung keine Brandgefahr darstellen dürfen. Insbesondere preisgünstige ortsveränderliche Mehrfachsteckdosenleisten und Verlängerungsleitungen für den temporären Einsatz im Haus- und Wohnbereich finden immer wieder den Weg in industrielle Umgebungen. Zahlreiche Brandschäden sind auf ortsveränderliche Mehrfachsteckdosen und deren unsachgemäßen Einsatz zurückzuführen, wie auch die Brandschadenstatistik der Feuerversicherer zeigt<sup>4</sup>.

Problematisch kann es auch werden, wenn zuerst eine kleine PDU mit wenigen Steckdosen angeschafft wird, die dann, wenn zusätzliche Server im Schrank dazukommen, als Verteiler

---

<sup>4</sup> Holger Blum (2006): Brandgefahr durch ortsveränderliche Betriebsmittel. In: de - das elektrohandwerk, Ausgabe 04-2006, S. 32–36.

für weitere PDUs fungiert. Durch die mögliche Überlastung der Kontakte und eine entsprechende Hitzeentwicklung, riskieren die Anwender Ausfälle und im schlimmsten Fall Brände.

### **Steckdosen: Anzahl und Bauform**

Eine PDU soll in erster Linie als Verteiler für Netzspannung und -strom fungieren. Dazu muss sie die Lastaufnahme der angeschlossenen Verbraucher bewältigen können. Die kann pro Rack extrem unterschiedlich ausfallen. Sind Speichersysteme eingebaut, ziehen die Festplatten häufig enorme Ströme, zumindest solange noch herkömmliche Magnetplattenlaufwerke und keine SSDs verwendet werden. Andererseits erfordern zahlreiche kleine Server mit einer Höheneinheit („Pizza-Boxen“) zwar viele Steckdosen, doch ist die Stromaufnahme pro Server sehr gering, da diese Geräte meist ohne Festplatten auskommen und lediglich Rechenaufgaben erledigen.



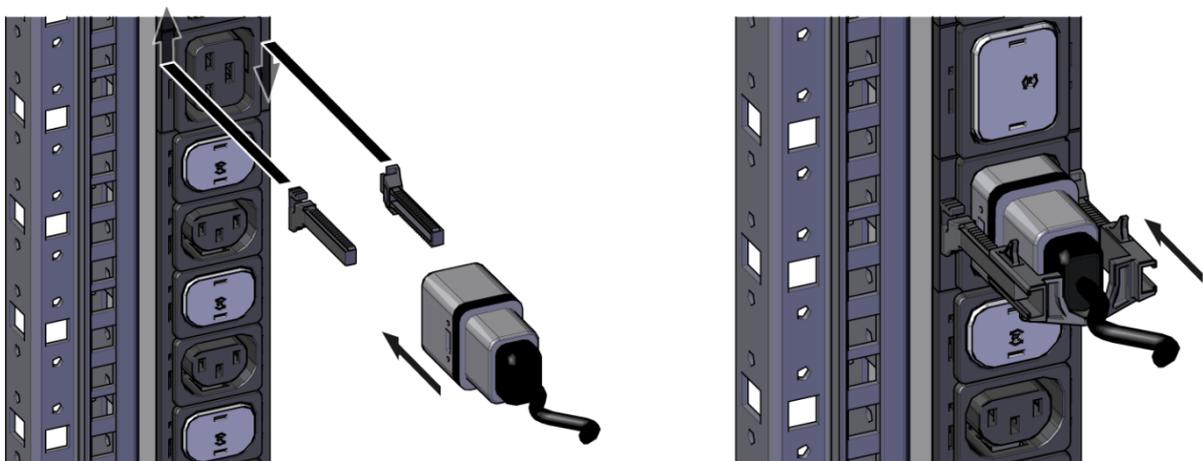
**Abbildung 3: Mit einem dreiphasigen System lassen sich fast alle Anwendungsfälle im Rack abdecken.**

Produkte von Rittal sind in Ausführungen mit einer oder mit drei Phasen und mit 16, 32 oder 63 Ampere verfügbar. Die dreiphasige Ausführung mit 63 Ampere pro Phase kann etwas mehr als 43 kW verteilen. Wird eine redundante Verteilung mit zwei PDUs und unterschiedlichen Versorgungspfaden aufgebaut, lassen sich knapp 90 kW elektrischer Leistung pro Rack an die Verbraucher kanalisieren! Derartig hohe Leistungen sind jedoch nur selten notwendig, zum Beispiel im Bereich High Performance Computing oder wenn Elemente der Klimatechnik überwacht werden sollen. Weil die Belastbarkeit der PDUs einen großen Kostenfaktor darstellt, ist es für Anwender extrem wichtig, im Vorfeld die aktuellen und zukünftigen Lasten zu ermitteln und die PDUs entsprechend auszuwählen. In der Regel lassen sich schon mit einem dreiphasigen System mit je 16 Ampere pro Phase fast alle

Anwendungsfälle im Rack abdecken.

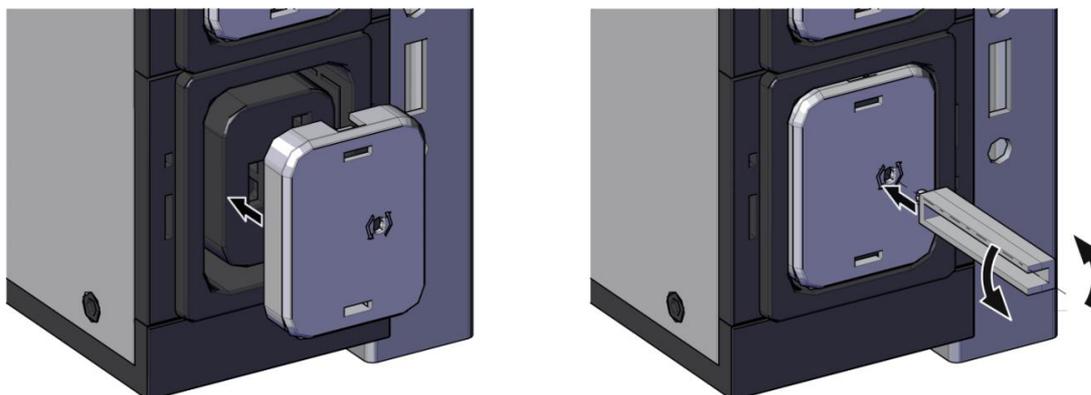
### Flexibilität gefordert

Nächster Punkt: Welches Steckerformat nutzen die Endgeräte? In Europa wird oft die klassische Schutzkontaktsteckdose genutzt. Sie ist robust und verhindert durch die hohen Steckkräfte, dass Stecker versehentlich gezogen werden. Hingegen sparen die sogenannten Kaltgerätekupplungen (C13/C19) viel Platz, sie schaffen deutlich höhere Anschlussdichten. Deshalb haben sich diese Steckbilder als internationaler Standard im Rechenzentrum etabliert. Nachteil sind geringere Steckkräfte, sodass Stecker irrtümlich gezogen werden können. Das Problem lässt sich aber durch passende Kabelverriegelungen und Zugsicherungen lösen.



**Abbildung 4: Kabelverriegelungen und Zugsicherungen verhindern, dass Stecker irrtümlich gezogen werden können.**

Der klassische Kaltgerätestecker C14 ist nur bis 10 Ampere belastbar. Große Verbraucher wie die Netzteile von Blade-Servern verwenden daher die Hochlastausführung C20 mit bis zu 16 Ampere Belastbarkeit. Die PDU muss zumindest diese Steckerformate unterstützen können. Im Idealfall ist das System modular und Kunden können nach Bedarf unterschiedliche Steckerformen in einer PDU mischen. Das wäre auch dann hilfreich, wenn Geräte mit ausländischen Steckerformaten, beispielsweise aus Großbritannien, im gleichen Rack betrieben werden sollen. Sinnvoll wäre es auch, die nicht genutzten Steckplätze gegen unbefugten Zugriff zu schützen. Wenn diese Slots durch Abdeckungen geschützt werden, bedeutet das zunächst mehr Sicherheit für die Anwender. Sind die Abdeckungen verriegelbar, kann ein Administrator auch wirkungsvoll verhindern, dass in den Racks Equipment ohne Erlaubnis eingebaut und angeschlossen wird. Dieses Feature trägt viel zu einer lückenlosen Dokumentation bei.



**Abbildung 5: Nicht genutzte Steckdosen sollten gegen unbefugten Zugriff geschützt werden.**

Je klarer eine PDU ihre Steckdosen kennzeichnet, desto unwahrscheinlicher werden Verwechslungen im Eifer des Gefechts. Eine farbliche Zuordnung der Phasen zusammen mit eindeutig bezeichneten A/B-Versorgungspfaden ist optimal. Wenn die einzelnen Steckplätze über LEDs oder andere optische Indikatoren hervorgehoben werden können, hilft das bei Serviceeinsätzen. So lassen sich die auszusteckenden Geräte direkt an der PDU eindeutig kennzeichnen. Oft ist es zumindest möglich, den Schaltzustand der Steckdose optisch zu signalisieren.

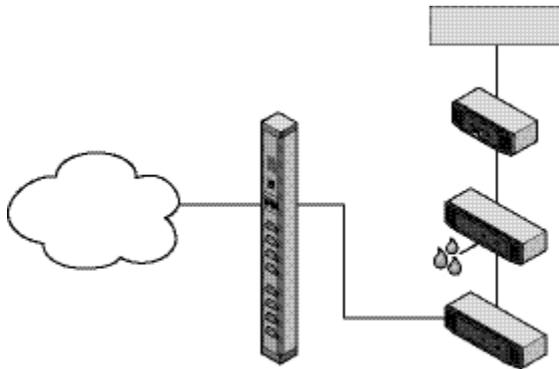
#### **Hohe Ansprüche an das Material**

Dass das Material den höheren Anforderungen im Serverschrank eines Rechenzentrums entsprechen muss, ist ebenfalls klar. Die Temperaturen am Eingang der Server werden in sehr vielen Rechenzentren durch die ASHRAE-Richtlinien definiert. In den letzten Jahren wurden diese Richtlinien den Forderungen nach einer besseren Energieeffizienz angepasst. Das hatte höhere erlaubte Eingangstemperaturen für die Server zur Folge. Allerdings führt das auch zu höheren Temperaturen der Abluft an der Rückseite der Server. PDUs sind dieser Abluft sehr häufig direkt oder zumindest teilweise ausgesetzt. Bei einer Eingangstemperatur von 27 Grad Celsius blasen Server zwischen 42 und 45 Grad warme Luftströme aus. Das Gehäuse und alle Bauteile müssen in der Lage sein, bei diesen Werten zuverlässig und über lange Zeit zu arbeiten. Rittals PDUs sind für Umgebungstemperaturen bis 45 Grad zugelassen.

Neben den Gefahren durch physikalische Elemente muss die PDU auch gegen Überspannungen geschützt sein. Das ist im Fall einer PDU noch wichtiger als bei anderen Komponenten im Rechenzentrum, da PDUs die angeschlossenen Endverbraucher vor den Auswirkungen der Überspannung schützen müssen. Extrem schnell reagierende Schutzschalter sind daher Pflicht. Geschützt werden muss die PDU auch vor Überlastung durch zu hohe Ströme und vor Kurzschlüssen.

Rechenzentren wachsen und die Erweiterbarkeit ist auch innerhalb der Racks ein wichtiges Thema. Selbst wenn beispielsweise Rittal PDUs mit bis zu 48 Steckplätzen anbietet, kann es

sein, dass Anwender Bedarf an mehr Steckplätzen haben. In so einem Fall kann man natürlich eine zweite PDU installieren. Ökonomischer und einfacher in der Verwaltung ist es allerdings, wenn der Hersteller, wie es auch Rittal handhabt, das Master/Slave-Konzept umsetzt. Slaves ähneln den Standard-PDUs, besitzen aber kein Display und keinen Netzwerkanschluss, sondern werden über den CAN-Bus mit einer Master-PDU oder – falls im Rack vorhanden – einem Computer Multi Control-System (CMC III) verbunden. Das CMC ist ein Überwachungssystem, das per Ethernet an das Datennetz angebunden ist. CMCs können neben den eingebauten Sensoren bis zu 32 externe Sensoren und Geräte, wie auch PDUs, verwalten. Der Administrator sieht unabhängig von der Zahl der Slaves nur eine logische PDU mit der Gesamtzahl der Steckplätze und Funktionen. Die Verbindung zwischen Master und Slave ist in der Regel proprietär, bei Rittal kommt dazu ein CAN-Bus (Controller Area Network) zum Einsatz. Dieser Bus kommt mit wenigen Strom führenden Leitern aus und lässt sich über dünne und flexible Kabel über große Entfernungen nutzen.



**Abbildung 6: Externe Sensoren, per CMC III und CAN-Bus angebunden.**

### **Umgebungsdaten aus der Rack-Ebene**

Fast alle PDUs können über optionale Sensoren Umgebungsdaten wie die Temperatur, Feuchte oder den Zustand von Schaltkontakten erfassen. An Rittals PDUs lassen sich bis zu vier Sensoren aus dem Portfolio der CMC III Controller anschließen. Administratoren gewinnen so einen detaillierten Überblick über die Umgebungsbedingungen vor Ort und können Überwachungsfunktionen in das Management integrieren. Der Schaltkontakt meldet beispielsweise, ob die Schranktür geöffnet wurde und ob jemand Zugriff zur Server-Rückseite erhalten hat. Unter Umständen bietet die PDU Universal-Ports wie USB an, mit denen sich beispielsweise Webcams betreiben lassen. Der Hersteller sollte auch regelmäßig Firmware-Updates bereitstellen, die sich über das Netzwerk im laufenden Betrieb installieren lassen. Für eine hohe Verfügbarkeit sollten Updates gegen beschädigte Image-Formate und Übertragungsfehler abgesichert sind.

### **Schaltfunktion der PDU**

In der Regel unterteilen PDU-Hersteller ihre Angebote in Messen und Mess- plus Schaltfunktion. Das hat den Grund, dass einige Kunden eine PDU mit Schaltkapazität aus Sicherheitsgründen ablehnen. Andererseits muss in manchen Einsatzfällen – zum Beispiel wenn an einem Standort kein Fachpersonal vor Ort ist – der Rechner über das Abschalten der Spannungsversorgung neu gestartet werden. Je nach Anbieter sind die Steckdosen komplett oder einzeln schaltbar. Rittal erlaubt sogar, Steckdosen zu Gruppen zusammenzufassen und Funktionsblöcke zu bilden, die gleichzeitig starten müssen. Wenn das Sicherheitsmanagement eines Unternehmens funktioniert, stellt eine Schaltfunktion kein unzumutbares Risiko dar.

Den eigentlichen Schaltvorgang nehmen die PDUs auf zwei verschiedene Arten vor. Die Lasten können mit elektronischen oder mechanischen Relais geschaltet werden. Doch bei einem Stromausfall, der nur die PDU betrifft, verlieren sowohl elektronische als auch mechanische Relais ihren Steuerstrom und fallen ab. Dadurch werden normalerweise der betreffende Steckplatz und sein Verbraucher ausgeschaltet. Zudem verbraucht ein konstant angezogenes, mechanisches Relais Energie. Diese kann sich bei einer voll bestückten PDU auf bis zu 50 Watt summieren. Der Energieverbrauch ist unnötig und verringert zudem die Lebensdauer der kontinuierlich arbeitenden Relais.



**Abbildung 7: Rittal nutzt OLED-Technologie um den Energieverbrauch zu senken.**

Ökonomischer und auch deutlich sicherer ist Rittals Umsetzung mittels bistabiler mechanischer Relais. Sie werden nur betätigt, wenn der Schaltzustand geändert werden soll, und verharren dann in diesem Zustand. Sollte die Versorgung der PDU ausfallen, ändern sich die Schaltzustände der einzelnen Steckdosen nicht. Des Weiteren fällt auch kein unnötiger Stromverbrauch für die Spulen der Relais an – sie bleiben im Betrieb passiv. Dadurch wird die Energieeffizienz einer PDU dramatisch erhöht. Im Idealfall achtet der Hersteller auch bei anderen Elementen der PDU darauf, den Verbrauch so gering wie möglich zu halten. Ist ein Display im Gerät eingebaut, kann es für einen Großteil der Stromaufnahme der PDU verantwortlich sein. Energiesparende Display-Technologien wie LCD oder OLED (Organic LED), die auch bei Rittal genutzt werden, helfen dabei, diesen Wert so weit wie möglich zu senken.

### **Redundanz für die PDU**

Die Stromversorgung der PDUs selbst ist ein entscheidender Faktor im Redundanzkonzept, vor allem, wenn es um PDUs mit Schaltmöglichkeit geht. In der Regel werden die PDUs über eine andere Quelle versorgt als die geschaltete Last. Wenn die Server redundante Netzteile haben, ist zusätzlich eine A/B-Versorgung in den Racks aufgebaut. Das kann drei verschiedene Versorgungsstränge bis zum Rack bedeuten, ein hoher Aufwand für Rechenzentrumsbetreiber. Eleganter lässt sich das Problem lösen, indem die PDU – wie bei Rittal möglich – über die ohnehin vorhandene Netzwerkschnittstelle mittels Power-over-Ethernet (PoE) versorgt wird. So wird eine Versorgungsstrecke eingespart und trotzdem volle Redundanz durch die Trennung von Last- und Steuerungsversorgung geschaffen.

Rittal-Modelle mit drei Phasen ziehen alle drei Phasen für die Energieversorgung der PDU heran, sodass der Ausfall einer Phase keine Auswirkungen auf die Messtechnik und Schaltfunktion der PDU hat.

## Messtechnik

Was die PDU tatsächlich an Messwerten liefern muss, ist eine individuelle Entscheidung des Anwenders. Geht es nur um die Energieeffizienz, reichen unter Umständen die akkumulierten Leistungen in den einzelnen Phasen aus, die in das Rechenzentrum hineinführen. Man vergibt damit aber die Chance, ungenutzte Potenziale auf Anwendungsebene zu erkennen. Eine Messung von Strom und Spannung bis auf Rack-Ebene ist eigentlich die Mindestanforderung, um einen verwertbaren Einblick in die energetischen Zustände im Rechenzentrum zu erhalten. Häufig entdecken Kunden nach der flächendeckenden Installation von PDUs mit Messfunktion, dass scheinbar komplett ausgelastete Stromversorgungen in der Praxis doch noch eine Menge an ungenutztem Potenzial enthalten. Meist lassen sich auch Schwellwerte für den Verbrauch setzen, sodass der Admin bei steigender Auslastung automatisch informiert wird.

Je nach Hersteller können die PDUs eine breite Auswahl an Messdaten erfassen. Obligatorisch sind die Frequenz sowie Spannung und Strom und das Produkt davon, die Leistung. Je nach Güte der PDU misst sie auch Wirk- und Scheinleistung – wichtige Faktoren, wenn Netzteile mit kapazitiver und induktiver Lastcharakteristik eingesetzt werden. Das gilt auch für den Leistungsfaktor: Er ist im Zusammenhang mit unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USV) entscheidend. Weil USVs in der Regel für induktive Lasten ausgelegt sind, rechnen sie an ihrem Ausgang mit einem Leistungsfaktor von +0,8 (induktiv). Bei einem aktuellen Blade-Server liegt der Leistungsfaktor aber zwischen -0,95 bis -0,90 (kapazitiv). Als Folge nähert sich die herkömmliche USV-Anlage ihrer Leistungsgrenze weit schneller, als die Planer das bei der Installation berücksichtigt hatten. Wer die tatsächlichen Leistungsfaktoren kennt, kann die Auslastung besser kalkulieren und die USV bei Erweiterungen optimal dimensionieren.

Gerade wenn drei Phasen genutzt werden, ist es von essenzieller Bedeutung, die Last symmetrisch zu verteilen. Dabei kann eine Schiefasterkennung (Nullleitermessung) enorm viel Planungs- und Testaufwand abnehmen, weil sie das Verhältnis der Auslastung perfekt darstellt. Wenn die Wirkarbeit, also die Leistung über die Zeit, in den einzelnen Phasen gemessen werden kann, ist das ebenfalls hilfreich, um die Verbrauchswerte sofort in die entstehenden Kosten umzurechnen.

### **Präzise und langfristig messen**

Wie genau die Messungen erfolgen, ist ein kritisches Unterscheidungsmerkmal von PDUs. Bei der langen Erfassungsdauer können sich Abweichungen über die Zeit stark akkumulieren und die wahren Verhältnisse in den Racks verzerren. Häufig sind unterschiedliche Genauigkeiten für die einzelnen Messbereiche angegeben. Rittal-PDUs erfassen den Energieverbrauch (kWh) mit einer Genauigkeit von +/- 1 Prozent. Alle anderen Werte werden mit einer Genauigkeit von +/- 2 Prozent erfasst. Die Genauigkeitswerte sollten über den kompletten Temperaturbereich eingehalten werden, weil die PDU fast immer der warmen Abluft der Server ausgesetzt ist und hohe Temperaturen im Inneren erreicht.

Eine PDU soll in der Regel nicht nur Momentaufnahmen der aktuellen Situation liefern, sondern Daten über längere Zeit protokollieren. Je mehr Datenpunkte pro Sekunde ermittelt werden, desto genauer ist das Bild, das der Administrator aus dem Rechenzentrum erhält. Diese sogenannte Sample-Rate sollte so hoch wie möglich sein, aber nicht so hoch, dass das Netzwerk durch die übermittelten Werte übermäßig belastet wird. Falls der Hersteller eine Puffer-Batterie in die PDU integriert, bleiben die zuletzt erfassten Messwerte auch bei einem Stromausfall für eine Weile erhalten, sodass die Erfassung der Parameter lückenlos bleibt.

Eine PDU ist wie jedes elektronische System einer gewissen Fehleranfälligkeit ausgesetzt. Weil mit ihr betriebswichtige Anlagen geschaltet und überwacht werden, spielt die Verfügbarkeit eine größere Rolle als bei vergleichsweise unwichtigen elektronischen Komponenten. Anwender sollten auf eine möglichst hohe Mean Time Between Failures (MTBF) achten, auch wenn der Wert keine absolute Sicherheit über die Ausfallhäufigkeit gibt (Rittal: 80.000 Stunden). Um eine möglichst hohe Verfügbarkeit zu erreichen, müssen zusätzliche Maßnahmen zum Einsatz kommen, beispielsweise eine redundante Versorgung der Server über zwei getrennte PDUs mit jeweils voneinander getrennten Einspeisungen.

## **Relevante Zulassungen/Compliance**

Compliance-Vorgaben mögen zusätzlichen Aufwand und Kosten für Unternehmen bedeuten, haben aber in der Regel für ein deutliches Plus bei den Sicherheitsniveaus der betroffenen Firmen gesorgt. Je nach Branche und Einsatzgebiet müssen PDUs übergeordneten Vorgaben entsprechen, auf alle Fälle aber ein CE-Prüfzeichen tragen. Die entsprechenden Schutzanforderungen sind in der EG-Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG formuliert. Eine wichtige Norm für Einrichtungen der Informationstechnik, zu denen auch PDUs gehören, ist die EN 60950-1 aus dem Jahr 2006. Teil 1 der Norm definiert allgemeine Anforderungen, die die PDU in jedem Fall erfüllen muss. Falls Unternehmen einem ausländischen Mutterkonzern angehören, können aus Compliance-Gründen weitere Zulassungen und

Prüfungen wie UL (Underwriter Laboratories) notwendig sein.

Auch der IT-Grundschutz des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) enthält Hinweise zu PDUs, zumindest was deren Stromverteilungsfunktion angeht. So führt der Baustein G 4.62 Gefährdungen auf, die bei der Verwendung unzureichender Steckdosenleisten auftreten können. Und in der Maßnahme M 5.4 empfiehlt das BSI Schrankansichtspläne zur lagerichtigen Beschreibung der eingebauten passiven und aktiven Komponenten inklusive der Steckdosenleisten sowie der physikalischen und logischen Verbindungspläne des Stromnetzes.

## **Software/Web-Interface:**

Die Anwender müssen auf einem oder mehreren Wegen mit der PDU kommunizieren können. Früher gab es dafür von den Herstellern dedizierte Software, heute ist in die PDUs in der Regel ein Webserver eingebaut, der über den Browser verwaltet wird. Der Browser sollte sich über Secure Socket Layer (SSL) mit der PDU verbinden können, am besten ist diese verschlüsselte Kommunikationsart als Standard vorgesehen. Rechenzentren ab einer bestimmten Größe nutzen bereits ein Management-Framework, in das die PDU möglichst nahtlos aufgenommen werden muss. Weil die Geräte normalerweise SNMP (Simple Network Management Protocol) unterstützen, ist das zumindest auf einer grundlegenden Ebene garantiert, die Daten kommen an der Managementkonsole an. Anwender müssen allerdings klären, ob sie dort auch sinnvoll in die Oberfläche und Datenbank der Managementsoftware eingebunden werden können: Nur dann lassen sie sich auf einfache Weise mit anderen Daten, Ereignissen und Aktionen verknüpfen.



**Abbildung 8: Rittal-PDUs sind optimal in die DCIM-Software RiZone integriert.**

Messwerte sind nur eine Art der verfügbaren Daten, wichtig ist auch, dass die PDU beim Überschreiten von bestimmten Werten mit Alarmen reagiert. Das kann zum einen in der übergeordneten Managementsoftware passieren, muss aber auch direkt durch die PDU unterstützt werden. So sollte der Administrator bei kritischen Werten wie deutlich zu hohen Strömen oder extremer Fluktuationen bei Frequenz und Spannung sofort eine Nachricht bekommen. E-Mail ist der Standard-Mitteilungsweg für menschliche Ansprechpartner, SNMP-Traps sind es für Software-Empfänger. SMS sollte bei besonders wichtigen Einsatzfällen als Option möglich sein. Hochwertige PDUs erlauben es, Messwerte und Aktionen miteinander zu verknüpfen, sodass „if-then“-Konstrukte möglich sind. Auch die externen Sensoren müssen in diese Alarmfunktionen integrierbar sein. So sollten geöffnete und geschlossene Schranktüren über Schaltkontakte erfassbar und protokollierbar sein.

Aktuelle PDUs sollten ein intuitives und klar strukturiertes Bedienungskonzept haben. Wenn Unternehmen bereits eine Infrastruktur-Management-Software im Rechenzentrum nutzen (DCIM – Datacenter Infrastructure Management), fügen sich PDUs vom gleichen Hersteller besonders elegant in das vorhandene Konzept ein. Das gleiche Look-and-feel erleichtert die Bedienung enorm, Anwender können die PDU sofort und ohne Lernprozess bedienen. Diese Erfahrung machen Anwender der Rittal-DCIM-Software-RiZone, die auch Rittal-PDUs einsetzen. Sowohl die Funktionen als auch das Bedienkonzept passen dort perfekt zusammen. Zudem enthält RiZone bereits die Management Information Base (MIB) der PDUs. In der MIB sind alle Parameter eines elektronischen Geräts mit ihrer Adresse hinterlegt. Eine Managementsoftware kann über die MIB alle Daten auslesen und auch schreibend auf das Gerät zugreifen. Allerdings ist es mit Aufwand verbunden, die MIBs in die Managementsoftware einzubinden. Weil die MIB der Rittal PDUs bereits in RiZone integriert wurde, lassen sich alle Funktionen der intelligenten Steckdosenleisten ohne Verzögerung

nutzen.

# Sicherheit

Wer intelligente PDUs einsetzt, kann damit sehr mächtige Steuerungsfunktionen ausführen und Schutzsysteme gegen physische Gefahren kontrollieren. Dieses Potenzial muss sorgfältig gegen Missbrauch geschützt werden. Dass eine unberechtigt abgeschaltete Steckdose großen Schaden beim damit versorgten Endgerät anrichten kann, liegt auf der Hand. Doch wer in der Lage ist, Warnmeldungen bei Überlast abzuschalten oder einen Alarm wegen einer geöffneten Schranktür zu verhindern, verfügt über noch weit mehr Missbrauchspotenzial. Die Sicherheit ist daher zunächst durch Planung und dann durch geeignete technische Maßnahmen herzustellen.

Wichtig ist zunächst, dass klar geregelt werden kann, wer Zugriff auf welche Funktion hat. Für das „Wer“ haben viele moderne PDUs Clients für Verzeichnisdienste integriert. Sie können über Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) an das Active Directory oder einen anderen Verzeichnisdienst des Unternehmens angeschlossen werden und verwenden die unternehmensweiten Nutzerinformationen zur Vergabe von Zugriffsrechten. Wenn das nicht möglich oder nicht gewünscht wird, beispielsweise weil die Administratoren diese Benutzergruppe selbst verwalten wollen, sollte die PDU eine eigene Benutzerverwaltung mitbringen.

Wenn es um den Aspekt „Welche“ geht, ist es am wichtigsten, die Fähigkeiten der PDU möglichst granular aufteilen zu können. Je größer die Einsatzumgebung, desto wahrscheinlicher ist es, dass verschiedene Personen für die Administration verschiedener Bereiche zuständig sind. Thematisch zusammenhängende PDUs und deren Einzel-Ports sollte man in puncto Rechte gruppieren können. So benötigt die Admin-Gruppe, die für die Mailserver zuständig ist, keinen Zugang zu den SAP-Servern. Am besten sind die Freigaben in Lese- und Schreibrechte unterteilt. So kann ein fehlersuchender Admin beispielsweise den Zustand einer Stromversorgung kontrollieren, aber selbst keine Änderung vornehmen.

Beim Zugriff durch einen Browser sollte generell das über SSL verschlüsselte HTTPS genutzt werden. Wenn die PDUs mit einer übergeordneten Managementsoftware kommunizieren, wird das über SNMP erfolgen. Die SNMP-Versionen 1 und 2 besitzen keinerlei Sicherheitsfunktionen, die Passwörter werden im Klartext übertragen. Erst SNMPv3 (RFC 3410-3419) fügt ein tragfähiges Sicherheitsmodell zu den bestehenden Funktionen hinzu und sollte deshalb bevorzugt verwendet werden. SNMPv3 nutzt das User Security Model (USM) zum Schutz vor mehreren Bedrohungen, die in einem SNMP-verwalteten Netzwerk vorkommen können.

Aus Sicherheitsgründen sollten die Ethernet-Switches, die die PDUs mit dem Netzmanagementsystem verbinden, nicht über geschaltete Steckdosen geführt werden, damit man sich nicht irrtümlich selbst aus dem Managementinterface der PDU aussperren kann. Wer sicherstellen will, dass ausschließlich die richtige Steckdose geschaltet wird, hat aber in erster Linie seine Hausaufgaben zu machen: Korrekte Dokumentation, sinnvolle Prozesse bei Änderungen und Neuinstallationen sowie eine sauber durchgehaltene Zugangsregelung verhindern Irrtümer und Sabotage.

## **Hardware-unabhängige Voraussetzungen für die Planung und Einsatzvorbereitung**

Ganz gleich, welche PDU von welchem Hersteller zum Einsatz kommt, vor Auswahl und Einsatz sollten einige grundlegende Fragen geklärt werden. Zunächst muss die PDU mechanisch in das Gehäuse passen. Dann wird die voraussichtliche elektrische Last abgeschätzt und mit einem Sicherheitszuschlag definiert. Davon abhängig ist in der Regel auch die Frage, ob die PDU ein- oder dreiphasig benötigt wird. Wenn klar ist, welche Leistung verteilt werden muss, sollte sich die nächste Frage mit den Folgen eines Ausfalls beschäftigen: Welche Redundanz ist im Serverschrank notwendig und wie wird sie mithilfe der PDU umgesetzt? Auch die Versorgung der Messeinheit der PDU muss geregelt sein, entweder über die zugeführte Netzspannung für die Server oder über einen dritten Kanal, zum Beispiel Power-over-Ethernet oder eine weitere Versorgungsschiene. Von der Redundanz hängt auch ab, wie viele Server im Rack über die Ports der PDU letztendlich angeschlossen werden können. Bei dualen Netzteilen benötigt jeder Server doppelt so viele Steckdosen wie ein nicht-redundant versorgtes Gerät; es gibt aber auch Blade-Server mit bis zu acht Netzteilen, die entsprechend viele Steckplätze belegen.

Danach sollten Aspekte angesprochen werden, die mit der Integration in das Management-Framework zu tun haben: Welche Daten kann das Managementsystem auswerten? Und welche Informationen werden überhaupt nachgefragt? Wer keine Abrechnungen auf Serverebene herunterbrechen will, benötigt vermutlich keine PDU mit Sensoren pro einzelner Steckdose.

Zur Sicherheit gehören noch weitere Aspekte. Wer die Kontrolle über PDUs hat, kann in den Servern schalten und walten, wie er will. Administratoren sollten tunlichst darauf achten, dass sie granulare Zugriffsrechte vergeben können. Nicht nur für die gesamte PDU, sondern auch für einzelne Funktionen oder sogar für einzelne Steckdosen. Die Zugriffsrechte müssen

im Vorfeld sorgfältig geplant und nach der Umsetzung auch dokumentiert werden.

# Abkürzungsverzeichnis

|         |   |  |
|---------|---|--|
| BSI     | – | Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik  |
| CAN-Bus | – | Controller Area Network  |
| CMC     | – | Computer Multi Control   |
| CEE     | – | Commission internationale de réglementation en vue de l'approbation de l'équipement électrique |
| USB     | – | Universal Serial Bus   |
| DCIM    | – | Data Center Infrastructure Management  |
| EEG     | – | Erneuerbare Energien Gesetz  |
| IT      | – | Informationstechnik  |
| kW      | – | Kilowatt   |
| LCP     | – | Liquid Cooling Package   |
| LDAP    | – | Lightweight Directory Access Protocol  |
| LED     | – | Light Emitting Diode   |
| MIB     | – | Management Information Base  |
| MTBF    | – | Mean Time Between Failures   |
| OLED    | – | Organic LED  |
| PC      | – | Personal Computer  |
| PDU     | – | Power Distribution Unit  |
| PoE     | – | Power-over-Ethernet  |
| SAP     | – | Anbieter von Unternehmenssoftware  |
| SNMP    | – | Simple Network Management Protocol   |
| SSD     | – | Solid State Disk   |

- SSL – Secure Socket Layer
- TW – Terawatt
- USV – Unterbrechungsfreie Stromversorgung

# 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](mailto:info@rittal.de) · [www.rittal.de](http://www.rittal.de) · [www.rimatrix5.de](http://www.rimatrix5.de)

SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE

FRIEDHELM LOH GROUP

