# KONTINUIERLICHE ÜBERWACHUNG UND VERMEIDUNG VON FEHLERSTRÖMEN IN RECHENZENTREN MIT RCM

White paper

Revision 3

Thomas B. Jones

BACHMANN

## Einleitung

Betriebsausfälle, -störungen oder -unterbrechungen eines Rechenzentrums zählen zu den Horrorszenarien für Betreiber und Verantwortliche. Treten Diese aufgrund von vermeidbaren Fehlern auf, ist der Ärger umso größer. Um den hohen Anforderungen an Verfügbarkeit und Sicherheit in modernen Rechenzentren gerecht zu werden, reicht es nicht mehr aus sich bei den Themen Infrastruktur und Strom lediglich mit Lastverteilung, Kapazitätsplanung und schaltbaren Stromkreisen zu befassen. Es gilt beim Thema Strom immer weiter ins Detail zu gehen und auch die Fehlerströme, Ausgleichsströme und Isolationsfehler fein granuliert zu erfassen und auszuwerten.

## Problemstellung

Die Ursachen für Störungen der Energieversorgung und daraus resultierende Betriebsbeeinflussungen eines Rechenzentrums können zum einen Isolationsfehler, vagabundierende Ströme, Überlastungen der N-Leiter durch Oberschwingungen oder unsymmetrische Lasten, Unterbrechungen von PE- und N-Leiter und nicht zuletzt EMV-Beeinflussungen sein. Die Auswirkungen reichen vom Auslösen diverser Schutzeinrichtungen, Korrosion an Rohrleitungs- und Blitzschutzsystemen über unerklärliche Funktionsstörungen der IT Systeme bis hin zu Brand- oder sogar Personenschäden. Je nach Schadensort und Verfügbarkeitsklasse des Rechenzentrums können dadurch schnell Kosten im sechsstelligen Bereich entstehen. Eventuelle Personenschäden sind natürlich um jeden Preis zu vermeiden und können deshalb gar nicht beziffert werden.

Für den Personenschutz gilt seit dem 1. Juni 2007 die DIN VDE 0100-140:2007-06 „Schutz gegen elektrischen Schlag“ für Endstromkreise mit Steckdosen, wenn diese durch Laien benutzt oder zur allgemeinen Verwendung bestimmt sind. Diese Norm schreibt für alle Steckdosen in Wechselspannungssystemen einen zusätzlichen Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs / FI-Schalter) vor. Es muss sichergestellt sein, dass Fehler oder Schäden durch eine Elektrofachkraft sofort behoben werden. Dies gilt auch für angeschlossene Geräte, Verbrauchs- oder Betriebsmittel.

Neben dem Personenschutz ist auch der Brandschutz ein wichtiges Thema. Isolationsfehler entstehen in den Geräten oder deren Zuleitungen. Gründe dafür können mechanische, thermische oder chemische Beschädigungen der Isolierungen sein. Ebenso entstehen sogenannte Summenfehlerströme durch EMV-Störungen der vielen Schaltnetzteile in einem Rechenzentrum. Die Höhe des entstehenden Fehlerstromes wird von der Leistung der Spannungsquelle, vom Erdungswiderstand und dem Isolationsfehler (RF) bestimmt. Dieser Fehlerstrom kann zwischen aktiven, stromführenden Leitern oder von aktiven, stromführenden Leitern über den Isolationsfehler und/oder den leitfähigen Teilen zur Erde fließen. Dies können unter anderem die verbauten Steckdosenleisten oder die Serverschränke selbst sein. Bei unzureichend geerdeten Racks könnte der Fehler sich sogar über die Schirmungen der verwendeten Netzwerkleitung in andere Teile des Rechenzentrums ausbreiten. Ist der Strom groß genug (nur bei vollkommenem Kurz- oder Erdschluss), wird die vorgeschaltete Schutzeinrichtung ausgelöst und der fehlerbehaftete Verbraucher oder Anlagenteil vom Netz getrennt. Reicht der Fehlerstrom hingegen nicht aus, um die Schutzeinrichtung zum Ansprechen zu bringen (Gründe sind unvollkommener Kurz- oder Erdschluss), besteht akute

Brandgefahr, wenn die Fehlerleistung einen Wert von ca. 60 W an der Fehlerstelle übersteigt. Dies entspricht ca. 260 mA bei 230 V. Einen sicheren und zuverlässigen Schutz davor bieten Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs), die mit einem Bemessungsstrom unter 300 mA, eine sichere Abschaltung im Gefahrenfall bewirken.

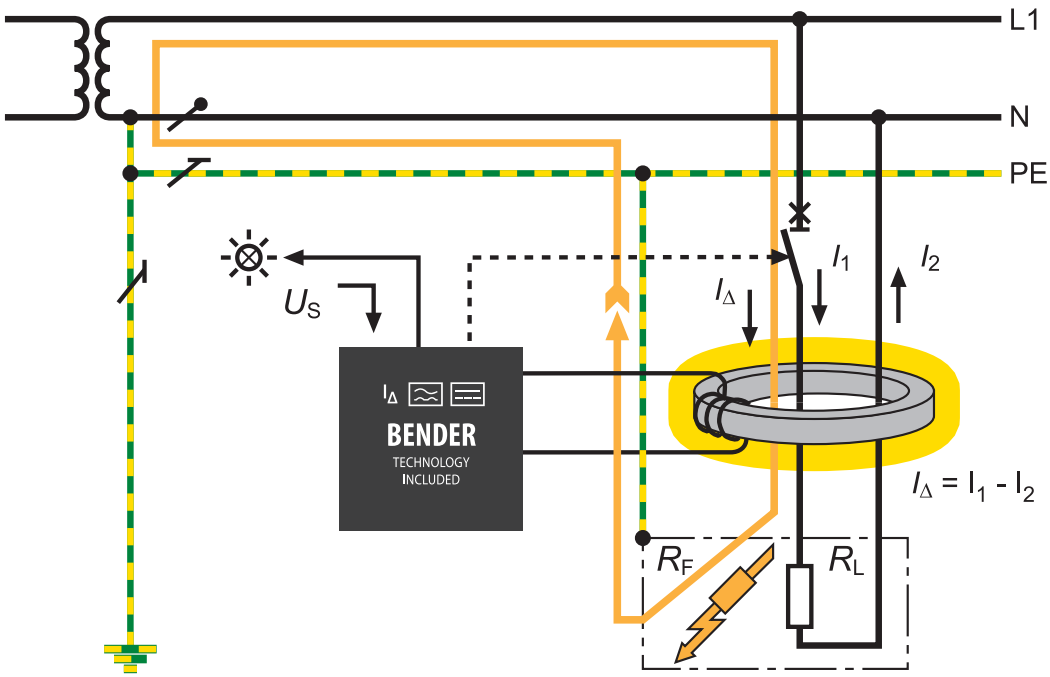


Bild 1 Funktionsweise RCM Überwachung

## Lösung

Da in Rechenzentren die Aufrechterhaltung des Betriebs natürlich die oberste Priorität hat, ist ein sofortiges Abschalten mit seinen weitreichenden Folgen meist unerwünscht. Es muss aber dennoch der Personen- und Brandschutz gewährleistet sein. Dieses Dilemma lässt sich durch permanentes Monitoring mit einem RCM (Residual Current Monitor) System und organisatorische Maßnahmen zur schnellen Fehlerbehebung lösen. Unter diesen Voraussetzungen kann auf den Einsatz von Fehlerstromschutzschaltern (RCD) verzichtet werden und dennoch die Normvorgabe erfüllt werden. Differenzstrom-Überwachungsgeräte RCMs (Residual Current Monitor) sind in der Lage, Fehler- und Differenzströme ab 5mA zu erfassen. Die Funktionsweise der RCMs (Residual Current Monitor) basiert auf der Messung des Differenzstromprinzips. Dabei werden die Leiter des zu schützenden Abgangs (Schutzleiter ausgenommen) durch einen Messstromwandler mit Sekundärwicklung geführt und über eine Elektronik ausgewertet. Im fehlerfreien Stromversorgungs- und Verteilsystem ist dann die vektorielle Summe aller Ströme gleich Null, sodass in der Sekundärwicklung der Messstromwandler keine Spannung induziert wird. Fließt hingegen ein Differenzstrom über die Erde ab, verursacht die Stromdifferenz im Messstromwandler einen Strom, der von der Elektronik erfasst und ausgewertet wird. Dann wird über optische und akustische Anzeigen, sowie Meldungen an die GLT (Gebäudeleittechnik) oder ein DCIM (Data Center Infrastructure Management) signalisiert, ob die eingestellten Ansprechwerte und Ansprechzeiten überschritten

wurden. Da die Verfügbarkeit des Rechenzentrums absolute Priorität hat, bietet ein RCM (Residual Current Monitor) gegenüber RCDs den Vorteil, dass keine unerwartete Abschaltung erfolgt. Außerdem sind durch Messwertanzeige auch schleichende Veränderungen leicht erkennbar. Drohende Probleme können bereits frühzeitig behoben werden, bevor es überhaupt zu einem kritischen Zustand kommt. RCMs (Residual Current Monitor) entsprechen der DIN VDE 62020 (VDE 0663).

Bestimmte Schaltungsarten in elektronischen Betriebsmitteln erzeugen im Fehlerfall glatte Gleichfehlerströme oder solche mit geringer Restwelligkeit. Betriebsmittel der Leitungselektronik erzeugen 50 Hz Wechsel- und Pulsgleichfehlerströme, glatte Gleichfehlerströme und Wechselfehlerströme mit unterschiedlich hohen Frequenzen. Viele im Einsatz befindliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) und Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCM) können glatte Gleichfehlerströme nicht erfassen und werden sogar in ihrer Auslösefunktion negativ beeinflusst. Dies geschieht durch die Vormagnetisierung der Wandlerkerne durch Gleichfehlerströme. Dadurch erhöht sich die Auslöseschwelle der Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) für gleichzeitig auftretende Wechselfehlerströme bis hin zur Nichtauslösung. Ein Personenschutz ist damit nicht mehr gewährleistet.

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) und Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCM werden nach IEC 60755 respektive DIN EN 62020 (VDE 0663) in verschiedene Typen eingeteilt. Typ AC, Typ A, Typ B und Typ B+ (siehe Tabelle 1).

In Rechenzentren ist darauf zu achten möglichst Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCM) des Typs B(+) einzusetzen. Diese erfassen neben sinusförmigen Wechselfehlerströmen und pulsierenden Gleichfehlerströmen auch glatte Gleichfehlerströme. Man spricht bei Differenzstrom-Überwachungsgeräten (RCM) nach Typ B von allstromsensitiven Differenzstrom-Überwachungsgeräten (RCM).

| | | Korrekte Funktion | | |
|---|---|---|---|---|
| | | RCD / RCM Typ | | |
| | Form des Differenzstromes | AC | A | B |
| AC sinusförmig | plötzlich auftretend | ● | ● | ● |
| | langsam steigend | | | |
| DC Pulsierend | plötzlich auftretend | | ● | ● |
| | langsam steigend | | | |
| DC Glatt | | | | ● |
| Bildzeichen | | | | |

Tabelle 1 RCM / RCD Typen

Derzeit werden Differenzstrom-Überwachungslösungen (RCM) meist in der Unterverteilung oder am Zentralen Erdungspunkt (ZEP) eines TN-S Systems eingesetzt. Damit lassen sich zwar Fehlerströme erkennen, melden und die Schutznorm erfüllen, es wird aber noch keine Möglichkeit geboten, die Fehler schnell einzugrenzen und zu beheben. Diesen Vorteil bieten intelligente Steckdosenleisten mit integrierten Differenzstrom-Überwachungsgeräten (RCM). Hier wird auf Rack Ebene, pro Phase, der Differenzstrom gemessen und kann damit frühzeitig und mit einer genauen Lokationsinformation gemeldet werden. In Bachmann BlueNet RCM Steckdosenleisten (PDUs) wird dabei pro Phase ein allstromsensitiver RCM des Typs B eingesetzt, der neben sinusförmigen Wechselfehlerströmen und pulsierenden Gleichfehlerströmen auch glatte Gleichfehlerströme erfasst. Damit können die Zuleitungen und Schaltnetzteile der eingesetzten Server und Netzwerkgeräte ausreichend überwacht werden.

Bild 2 Die BACHMANN Lösung: BlueNet PDU mit RCM

Die BlueNet RCM Steckdosenleisten (PDU) verfügen dazu über vier unterschiedliche Ansprechwerte. Zwei fest eingestellte Alarme bei 30 mA und 3,5 mA erfüllen die Anforderung, dass gefährliche Differenzströme zuverlässig gemeldet werden. Zwei weitere einstellbare Alarme für Wechselfehlerströme zwischen 3,5 mA und 100 mA und Gleichfehlerströme zwischen 6 mA und 100 mA, sorgen für zusätzliche Überwachungsmöglichkeiten.

Neben der Alarmierung über eine Alarm LED an der Steckdosenleiste (PDU) können zusätzlich Meldungen an die Gebäudeleittechnik (GLT) über Modbus RTU/TCP oder an das DCIM (Data Center Infrastructure Management) mittels SNMP Trap gesendet werden. Auch der Versand einer E-Mail, zum Beispiel an die Betreuer des Rechenzentrums, ist möglich. Durch gezielte Abfragen der Messwerte kann in der Gebäudeleittechnik (GLT) oder im DCIM (Data Center Infrastructure Management) auch eine Historie der auftretenden Fehlerströme generiert und über ein Reporting sichtbar gemacht werden.

Neben der Differenzstrom-Überwachung (RCM) bieten die Bachmann BlueNet Steckdosenleisten (PDU) natürlich zusätzlich die benötigten Features wie die Messung der Ströme und Leistungen einzelner Steckdosen sowie je nach Modell auch eine Schaltfunktion mittels

stromsparenden bi-stabilen Relais. Eine umfassende Überwachung, Management und Vermeidung von Ausfällen wird somit möglich gemacht.

Zusammenfassung

Die Sicherheit, Höchstverfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit von Rechenzentren und Serverparks sind heute für Unternehmen ein absolutes Muss. Eine entscheidende Bedeutung kommt dabei der störungsfreien Stromversorgung der Serverschränke zu. Moderne Verbraucher verursachen, trotz normgerechter Ausführung, zunehmend Störungen in den eingesetzten, elektrischen Anlagen und stellen somit eine wachsende Herausforderung an den sicheren Betrieb dar. Mögliche Gefahren sind Betriebsunterbrechungen, unerklärliche Funktionsstörungen, unerwartetes Auslösen von Schutzeinrichtungen, Brand oder sogar Personenschäden. Der Einsatz von Differenzstrom-Überwachungslösungen (RCM) unterstützt bei der Prävention und Früherkennung der Probleme und hilft damit einen reibungslosen Betrieb des Rechenzentrums zu sichern. Ist diese Überwachung ausreichend fein granuliert, kann zudem die benötigte Zeit zur Lokalisierung und Behebung des Fehlers weiter stark eingeschränkt und im besten Falle sogar bereits vor dem Entstehen ernstzunehmender Probleme eingegriffen werden.

Über den Autor

Thomas B. Jones ist Produktmanager bei Bachmann GmbH & Co. KG und verantwortlich für den Produktbereich IT Power Solutions. Er betreut die Entwicklung, Vertrieb und Vermarktung der Bachmann Produkte für den Bereich Rechenzentren und Serverräume.