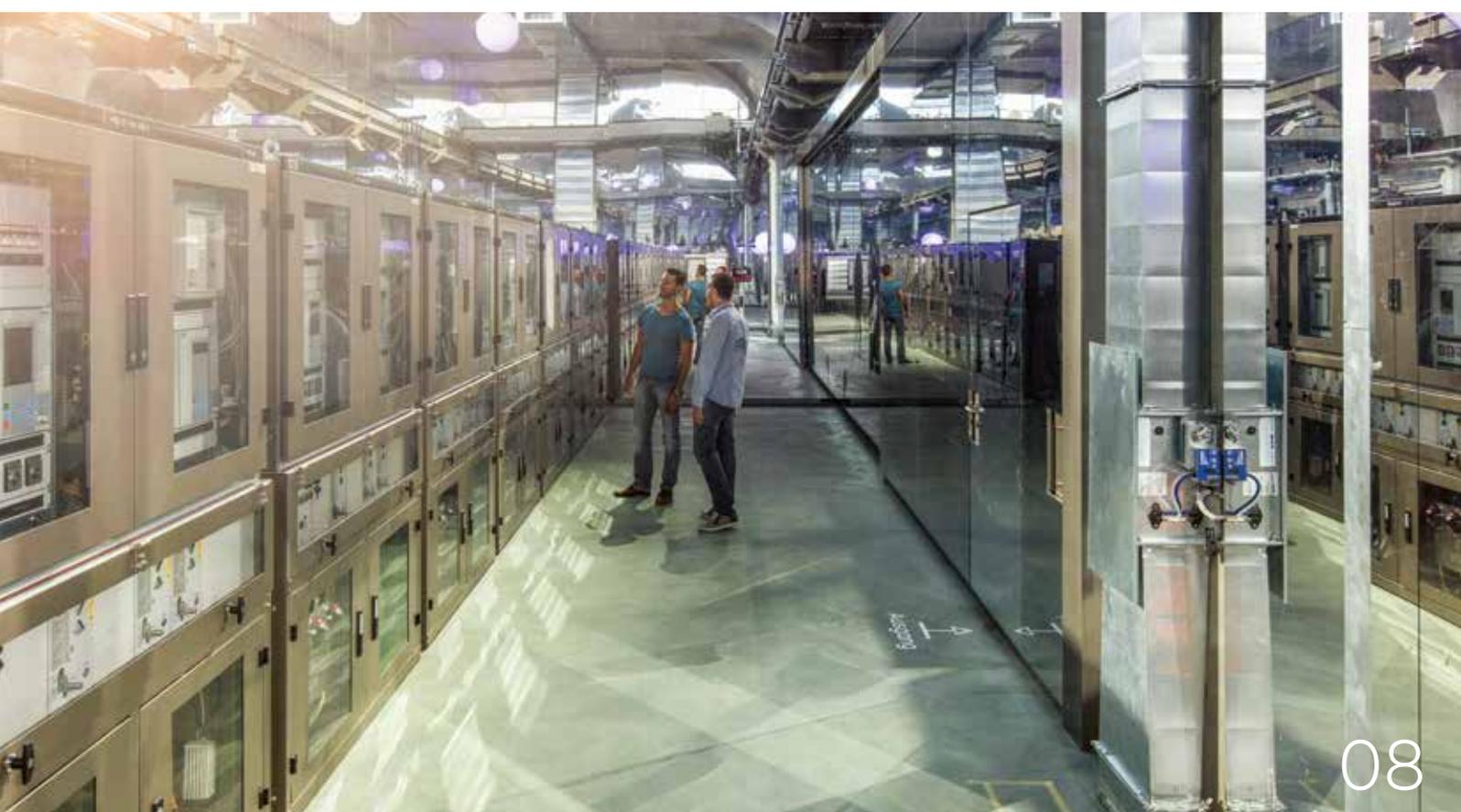


review

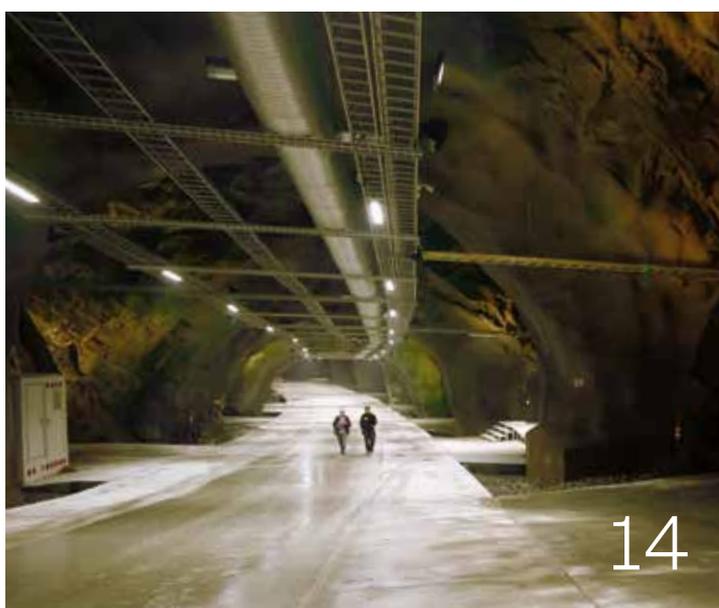
03|2020 de

Rechenzentren



08

- 06–55 Rechenzentren
- 56–77 Im Inneren der Cloud



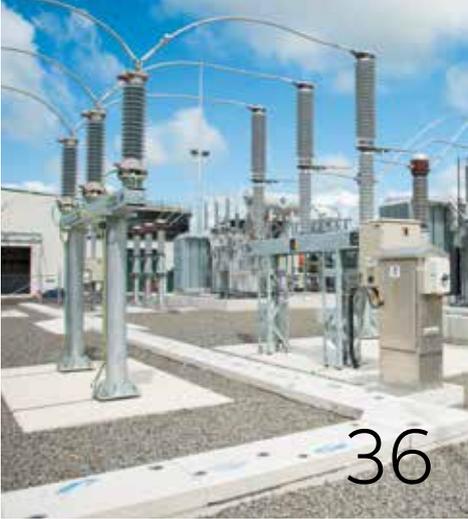
14



Lösungsarchitekturen für Rechenzentren



Automatisierung von Rechenzentren



Unterstationen für Rechenzentren



Energieverbrauch von Rechenzentren

05 Editorial

Rechenzentren

- 08 Interview: Energieeffizienz
- 14 Automatisierung von Rechenzentren
- 22 Lösungsarchitekturen für Rechenzentren
- 30 Energieverbrauch von Rechenzentren
- 36 Unterstationen für Rechenzentren
- 40 Natrium-Ionen-Batterien
- 42 Das Geheimnis hinter Smart Cities
- 45 IEC 61850 für Rechenzentren
- 50 Cybersicherheit in Rechenzentren

Im Inneren der Cloud

- 58 Datensicherheit bis in den letzten Abzweig
- 59 MegaFlex USV
- 64 MNS-Up
- 66 Mittelspannungs-USV
- 69 Nanofluid-Kühlung
- 72 Umschaltlösung für ein Rechenzentrum
- 74 Transientengeschützte Transformatoren

Buzzwords entschlüsselt

78 5G

79 Abonnement

79 Impressum

Rechenzentren liefern den digitalen „Kraftstoff“ für Unternehmen und öffentliche Infrastrukturen. Dazu müssen sie effizient, anpassungsfähig, sicher und vor allem zuverlässig sein. Eine Voraussetzung ist die unterbrechungsfreie Versorgung mit elektrischer Energie. Wir stellen Hard- und Softwarelösungen vor, die dies ermöglichen und damit die digitale Revolution vorantreiben.

EDITORIAL

Rechenzentren



Liebe Leserin, lieber Leser,

eine Welt ohne soziale Medien, E-Commerce und andere internetbasierte Dienste (einschließlich des für den Wandel in der Industrie so bedeutenden Internets der Dinge) ist heute schwer vorstellbar. Mit anderen Worten, es müssen immer größere Datenmengen übertragen, verarbeitet und gespeichert werden.

Rechenzentren verbrauchen etwa ein bis zwei Prozent des weltweiten Stroms. Was bedeutet ihr rasantes Wachstum für den CO₂-Ausstoß? Glücklicherweise ist die Entwicklung nicht so dramatisch wie befürchtet: Trotz einer Versechsfachung der Leistungsfähigkeit zwischen 2010 und 2018 ist ihr Energieverbrauch nur um sechs Prozent gestiegen. Dies ist in erster Linie auf den Einsatz energieeffizienter Produkte in Kombination mit intelligenten Betriebs- und Steuerstrategien zurückzuführen.

Als führendes Unternehmen in der Energie- und Automatisierungstechnik spielt ABB nicht nur eine bedeutende Rolle beim Übergang zu intelligenten und autonomen Systemen, sondern trägt auch maßgeblich zur Realisierung effizienter und zuverlässiger Rechenzentren bei.

Eine interessante Lektüre wünscht Ihnen

A handwritten signature in red ink, appearing to read 'Bazmi Husain', with a stylized flourish at the end.

Bazmi Husain
Chief Technology Officer

Rechenzentren





Daten in Wissen, Erkenntnisse und Handlungen umzusetzen, ist ein dynamischer Prozess, der besondere Fähigkeiten und eine ebenso intelligente Integration erfordert. Mit ihrer Bandbreite an Technologien für Rechenzentren hilft ABB Kunden dabei, diese Ziele zu erreichen.

- 08 Interview: Auf der Suche nach mehr Energieeffizienz
- 14 Automatisierung von Rechenzentren
- 22 Innovative Lösungsarchitekturen für profitable Rechenzentren
- 30 Wie Rechenzentren ihren Energieverbrauch minimieren können
- 36 Unterstationen speziell für die Rechenzentrumsbranche
- 40 Na-Ionen-Batterien: Flexibilität in Konzeption und Betrieb
- 42 Das Geheimnis hinter Smart Cities
- 45 IEC 61850 vereinfacht die Versorgungsinfrastruktur von Rechenzentren
- 50 Sicherheit über Grenzen hinaus – Cybersicherheit in Rechenzentren



22



50

RECHENZENTREN

Auf der Suche nach mehr Energieeffizienz

Laut einer kürzlich durchgeführten Studie [1] ist der Energieverbrauch von Rechenzentren rund um die Welt trotz einer Versechsfachung der Rechenleistung von 2010 bis zum Jahr 2018 lediglich um 6 % gestiegen. Einen Beitrag hierzu leisten die branchenführenden Leitsystemplattformen und elektrischen Systeme wie Leistungsschalter und unterbrechungsfreie Stromversorgungen mit eingebetteter Intelligenz von ABB. Mit weiteren Fortschritten auf dem Gebiet der Massenenergiespeicherung und neuen Ansätzen bei der Netzpartizipation scheinen noch höhere Effizienzen möglich. Im Interview mit der ABB Review spricht der Leiter des ABB-Geschäftsbereichs Global Data Center Solutions über den Beitrag des Unternehmens auf diesen und anderen Gebieten.





Ciaran Flanagan

Ciaran Flanagan ist Group Vice President & General Manager des ABB-Geschäftsbereichs Global Data Center Solutions. Seine Aufgabe ist es, die Rolle von ABB als bedeutendes Unternehmen in der weltweiten Rechenzentrumsbranche zu festigen und die Präsenz von ABB als einer der drei führenden Anbieter von Elektrifizierungs- und Automatisierungslösungen weltweit auszubauen.

AR Beginnen wir mit einer grundsätzlichen Frage: Warum benötigen wir Rechenzentren?

CF Der Internet-Boom und der wirtschaftliche Aufschwung sind eng miteinander gekoppelt. Die Länder mit einer starken Konjunktur verfügen über fortschrittliche Informationstechnologien. Wirtschaftsmächte wie Deutschland, Südkorea, Japan und Nordamerika haben IT-getriebene Volkswirtschaften. Rechenzentren sind hierfür fundamental. Sie sind im Grunde die digitalen Fabriken, die Daten und Energie in Dienstleistungen und Wertschöpfung umwandeln.

—
 Ich glaube, dass die Suche nach Effizienz im Laufe dieses Jahrzehnts noch einen Gang zulegen wird.

Außerdem tragen sie zur Reduzierung des Energieverbrauchs bei, indem sie z. B. Reiseaktivität durch Kommunikation ersetzen, Unternehmen dabei helfen, unterschiedliche Ressourcen effektiv zu verwalten, und unser soziales Gefüge digital unterstützen. Unser Videotelefonat läuft z. B. gerade über ein Rechenzentrum. Unsere Wirtschaft wird dadurch gestärkt, dass wir Daten gemeinsam nutzen, speichern und verarbeiten können, um neue Dienste und Funktionen zu ermöglichen – wie etwa die Abbildung des menschlichen Genoms oder die Planung der Erkundung des Weltraums. All dies wird durch Rechenzentren vereinfacht

AR Welche Hauptfaktoren bestimmen den Rechenzentrumsmarkt, und wie haben sich diese Faktoren im Laufe der Zeit verändert?

In den 2000ern hat die Verbreitung von digitalen Diensten und die Menge an digitalen Inhalten den Wandel zur öffentlichen Cloud und die exponentielle Zunahme von Rechenzentrums-Diensten angetrieben. Der Schwerpunkt lag anfänglich auf der Bereitstellung von Diensten für die Öffentlichkeit und Unternehmen, um deren bestehende Aktivitäten und Prozesse effizienter zu machen. Zukünftig wird sich dies auf die Maschine-Maschine-Kommunikation (M2M) verlagern. 5G wird z. B. wahrscheinlich von der M2M-Kommunikation dominiert werden. Natürlich ist auch ABB an diesem Trend beteiligt. Aufgrund unseres Engagements

im Bereich Industrie 4.0 und Remote-Services – z. B. für die Diagnose und vorausschauende Wartung – ist auch unser eigener Bedarf an Daten und Konnektivität rapide gewachsen. Außerdem erwarten wir eine ähnliche Bedarfsentwicklung mit fortschreitender Entwicklung der KI, der zunehmenden Notwendigkeit zur Umrüstung der IT in Unternehmen oder wenn Anlagen aus den 1990ern im Rahmen eines natürlichen Erneuerungszyklus ersetzt werden.

Mit fortschreitender Entwicklung dieser Trends sind Rechenzentren immer größer, stärker automatisiert und energieintensiver geworden. Vor 20 Jahren baute man überall Rechenzentren von etwa einem halben Megawatt. Heute baut man entweder sehr große Zentren – 50 MW und mehr – oder sehr kleine mit 2 MW oder weniger. Insgesamt versucht die Branche, Skaleneffekte durch Größe oder Verteilung zu erzielen.

AR Inwieweit spielt Energieminimierung in Ihrem Bereich als treibende Kraft eine Rolle?

CF Die Branche erreicht viel Gutes. So wurden in den Bereichen Mechanik und IT in den vergangenen Jahren viele Verluste beseitigt. Nun befassen wir uns näher mit der Energieverteilung und der Automatisierung von Betriebsabläufen.

Alles in allem ist die Effizienz in der Branche ziemlich phänomenal, und ich glaube, dass die Suche nach Effizienz im Laufe dieses Jahrzehnts noch einen Gang zulegen wird. Wir bewegen uns bereits von einer rein renditeorientierten Denkweise hin zu einer Kultur der schrittweisen Effizienzsteigerung und einem Six-Sigma-artigen Ansatz zur Verlustbeseitigung.

AR Glauben Sie, dass die Kritiker von Rechenzentren in puncto Energieeffizienz falsch lagen?

Ich glaube, die Kritiker werden einigen neue Forschungsergebnisse zu prüfen haben. Ein kürzlich im Magazin „Science“ veröffentlichter Artikel [2] auf der Grundlage von Forschungen der Northwestern University, des Lawrence Berkley National Laboratory und eines unabhängigen Forschungsunternehmens, die vom US-Energieministerium gefördert wurden, bestätigt das, was wir in der Branche beobachten – nämlich, dass Rechenzentren zwischen einem und zwei Prozent des weltweit erzeugten Stroms verbrauchen. Ich glaube, das ist der genaueste Wert, den wir haben. Der Artikel widerlegt diejenigen, die einen exponentiellen Anstieg des Energieverbrauchs vorausgesagt haben, und unterstützt unsere Sichtweise.

—
01 Die letzte Ausgabe der ABB Review mit dem Schwerpunkt Rechenzentren war das Heft 04/2013. ABB ist seit rund 25 Jahren in der Rechenzentrumsbranche aktiv.



01

Um einen ungefähren Eindruck davon zu vermitteln, wie energieeffizient die Datenverarbeitung – die Hauptfunktion in Rechenzentren – geworden ist: Hätte die Luftfahrtbranche die gleiche Effizienz erreicht, wäre eine 747 in der Lage, mit 2,8 Litern Treibstoff in rund acht Minuten von New York nach London zu fliegen! Es gibt immer Potenzial für weitere Verbesserungen der Energieeffizienz.

AR Die Effizienz der Branche mag beeindruckend sein, doch wir sprechen noch immer über eine Menge Energie. Was tun die Betreiber von Rechenzentren, um ihren CO₂-Fußabdruck zu verringern?

CF Die Branche hat in diesem Bereich große Fortschritte erzielt. Dank Stromabnahmeverträgen in Nordamerika, Europa und anderswo arbeiten die großen Rechenzentrumsbetreiber noch enger mit Stromversorgern zusammen, und tatsächlich sehe ich hier eine Möglichkeit für die Rechenzentrumsbranche, eine noch größere Rolle in der Energiewirtschaft zu spielen als bisher.

Wir befassen uns z. B. mit der Massenenergiespeicherung und entwickeln Systeme, die die

Effizienz solcher Systeme verbessern und erhöhen. Warum? Weil dies wahrscheinlich der Bereich der umweltfreundlichen Energieversorgung ist, der das Potenzial hat, wirklich etwas zu bewegen. Wenn es der Industrie gelingt, die Nuss der wirtschaftlichen Massenenergiespeicherung zu knacken, wird die Nutzung erneuerbarer Energien rasant zunehmen.

ABB verkauft bereits batteriegestützte Energiespeichersysteme. Hierbei liegt aus unserer Sicht die wahre Magie im Steuerungssystem und der Software. Wir liefern intelligente

—
Laut „Science“ verbrauchen Rechenzentren zwischen einem und zwei Prozent des weltweiten Stroms.

Batteriespeichereinheiten, die mit vorhandenen umweltfreundlichen Erzeugungsanlagen gekoppelt werden können.

AR Welche ABB-Technologien tragen zur Maximierung der Effizienz von Rechenzentren bei?

CF ABB ist schon so lange in der Rechenzentrumsbranche tätig, wie es sie gibt, also seit etwa 25 Jahren →01. Unser Fokus liegt auf zwei kritischen Bereichen: der Elektrifizierung von Rechenzentren und der Steuerung und Automatisierung von Rechenzentren. In diesen beiden Bereichen bieten wir die modernsten, innovativsten und energieeffizientesten Produkte und Lösungen für die Energieverteilung an. Ich gebe mal ein paar Beispiele.

Unsere unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USV-Systeme) zeichnen sich durch eine erstklassige Energieeffizienz aus →02. So bietet unsere neue MegaFlex USV-Lösung unabhängig von der Last einen Wirkungsgrad von 97,4 %.

Ein weiterer bedeutender Bereich sind Leistungsschalter. Sie schützen Menschen und Anlagen, benötigen selbst aber auch Energie. Unsere Leistungsschalter sind führend im Eigenverbrauch und in der Datenanalyse. Sie liefern dem Kunden umfassende Informationen und helfen

ihm zu entscheiden, wo und wie Energie genutzt werden soll. All dies wird unterstützt durch unsere äußerst robuste und ausgereifte Cybersicherheit. Tatsächlich ist ABB einer der Marktführer und eine der vertrauenswürdigsten Marken, wenn es um die Sicherheit von industriellen Leitsystemen geht.

Außerdem bieten wir eine Leitsystemplattform, die als Augen, Ohren und Gehirn vieler Rechenzentren fungiert. Tatsächlich ist ABB Ability™ Data Center Automation speziell für die Rechenzentrumsbranche ausgelegt. Unsere Strategie ist es, mithilfe unserer jahrzehntelangen Erfahrung in anderen industriellen Anwendungen Lösungen für den breiten industriellen Markt zu entwickeln und diese auf verschiedene Branchen anzuwenden. So sind unsere verteilten Leitsysteme für Rechenzentren, Kernkraftwerke oder Bürohochhäuser sehr ähnlich.

Die Systeme sind äußerst effektiv bei der Erfassung von Daten und helfen damit unseren Kunden, energiebezogene Entscheidungen zu treffen. Die Systeme befinden sich außerhalb der elektrischen Infrastruktur und erfassen alles von der Kühlung über die Stromversorgung bis hin zur Sicherheit.

Absolut entscheidend für den Erfolg einer Leittechnikplattform ist die zugrunde liegende Infrastruktur. Das bedeutet, dass Dinge wie Leistungsschalter und Transformatoren „intelligent“ sein müssen. Wenn wir also neue Produkte entwickeln, versuchen wir, eine entsprechende Konnektivität, Intelligenz und Zugänglichkeit zu integrieren, damit diese Elemente nahtlos mit dem Leitsystem zusammenarbeiten können.

AR Wie verbessert ABB konkret die Energieeffizienz ihrer größten Kunden?

CF ABB ist bestrebt, ihre Rechenzentrumskunden optimal zu unterstützen, und hat sich als führendes Unternehmen auf dem Gebiet der Energieeffizienz herauskristallisiert. Im Rechenzentrum von GIGA Data Centers in Mooresville, North Carolina (USA) [3] hat ABB die Skalierbarkeit maximiert und GIGA dabei geholfen, einen extrem niedrigen PUE-Wert (Power Usage Effectiveness) von 1,15 pro 50-kW-Rack-Schrank zu erreichen. Zum Vergleich: Im Jahr 2019 lag der Branchendurchschnitt bei 1,67.

Ein weiteres gutes Beispiel ist NEXTDC in Brisbane, Australien. ABB hat mit NEXTDC im Bereich elektrische Infrastruktur und Automatisierungstechnik zusammengearbeitet, um dem Unternehmen die Überwachung und Optimierung seiner kritischen Rechenzentrumsinfrastruktur zu ermöglichen. Wir haben ihnen eine umfassende Lösung mit einer kompletten Stromverteilung, einem Überwachungssystem für kritische Dienste (CSMS) und entsprechenden Implementierungs- und Supportservices bereitgestellt. Das CSMS hilft, Energie, Kosten und Zeit zu sparen.

Und in der Nähe von Stockholm in Schweden haben wir Ericsson, einem der weltweit größten Anbieter von Lösungen für Telekommunikationsnetze, dabei geholfen, sein 20.000 m² großes Global Information and Communication Technology (ICT) Center zu koordinieren [4]. Dank ABB Ability™ Data Center Automation können alle drei Managementsysteme des Centers – das

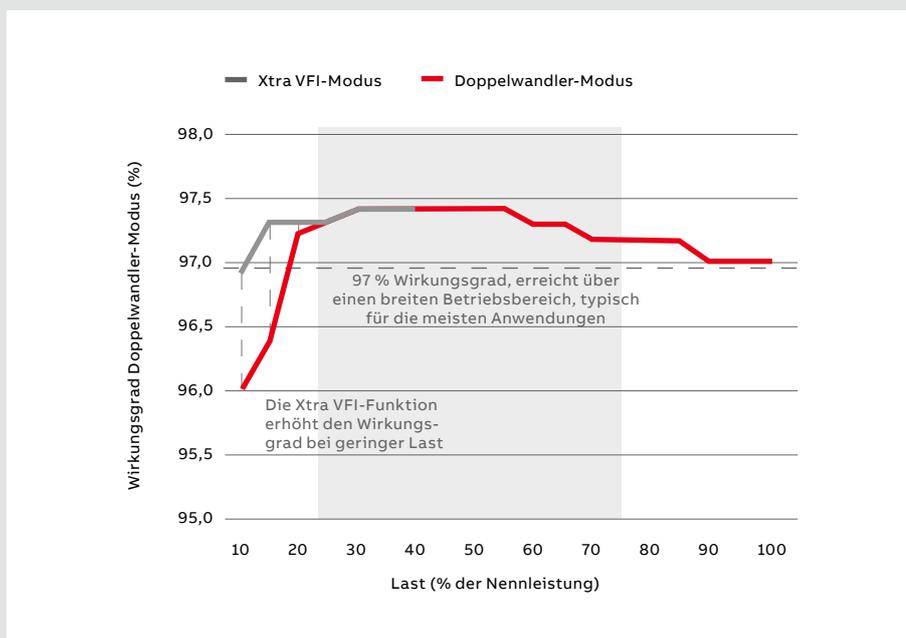
—
Bei neuen Produkten versuchen wir, Konnektivität, Intelligenz und Zugänglichkeit zu integrieren.

Gebäudemanagementsystem (BMS), das intelligente Stromversorgungsmanagementsystem (PMS) mit automatisieren Funktionen und das Energiemanagementsystem (EMS) – von einer zentralen Stelle aus verwaltet werden. So kann das Center Energie sparen und gleichzeitig Betriebs- und Investitionskosten senken. Außerdem liefert die Anlage über das Stockholmer Fernwärmesystem Wärme und Kühlung an das umliegende Gebiet.

AR Wie, glauben Sie, wird sich die Rechenzentrumsbranche in den nächsten Jahren entwickeln?

CF Was wir bereits beobachten, ist die schrittweise Beseitigung von Energieverlusten. Die Betreiber von Rechenzentren werden sich zunehmend der Kosten bewusst, die mit Energieverlusten verbunden sind. Mit der weiteren Verbreitung dieses Trends wird sich die Branche zunehmend auf den Bezug der Energie konzentrieren – mit besonderem Schwerpunkt auf

—
02 Die neueste unterbrechungsfreie Stromversorgungslösung (USV) von ABB bietet unabhängig von der Last einen Wirkungsgrad von 97,4 %.



02

erneuerbare Energien. Außerdem werden die Betreiber von Rechenzentren enger mit den Netzbetreibern zusammenarbeiten. Hier kommen neue Geschäftsmodelle

—
Die Branche wird sich zunehmend auf den Bezug der Energie – besonders aus erneuerbaren Quellen – konzentrieren.

wie gemeinsame Energiespeicheranlagen und Demand-Response-Strategien ins Spiel. Alles in allem werden die Einbeziehung der Öffentlichkeit und Verbraucher und die Wahl der Energiequellen an Bedeutung gewinnen, auch wenn die Nachfrage nach Serviceleistungen zunimmt.

Was unsere Rolle bei all dem angeht, so sind wir in erster Linie ein kundenorientiertes Technologieunternehmen. Was uns letztendlich vorantreibt, sind die Ziele unserer Kunden. •

— Literaturhinweise

[1] S. Lohr: „Cloud Computing Is Not The Energy Hog That Had Been Feared“. The New York Times, 27. Feb. 2020. Verfügbar unter: <https://www.nytimes.com/2020/02/27/technology/cloud-computing-energy-usage.html>

[2] E. Masanet et al.: „Recalibrating global data center energy-use estimates“. Science, Vol. 367, Issue 6481 (28. Feb. 2020), S. 984-986. Verfügbar unter: <https://science.sciencemag.org/content/367/6481/984>

[3] ABB: „ABB enables smarter data center solutions for North Carolina-based GIGA Data Center“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/detail/39304/abb-enables-smarter-data-center-solutions-for-north-carolina-based-giga-data-center>

[4] ABB: „ABB's all-in-one automation system means efficient, sustainable reliability for Ericsson's global data center“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/detail/14312/abbs-all-in-one-automation-system-means-efficient-sustainable-reliability-for-ericssons-global-data-center> oder auf Seite 21 dieser Ausgabe der ABB Review.



01



Richard T. Ungar
ABB Data Center
Automation
Toronto, Kanada

richard.t.ungar@
ca.abb.com

RECHENZENTREN

Automatisierung von Rechenzentren

Nur wenige technische Anlagen haben sich so rasant entwickelt wie Rechenzentren. In modernen Rechenzentren kommen statt traditioneller Steuerungs- und Überwachungslösungen mittlerweile Automatisierungssysteme zum Einsatz. Doch was treibt diesen Wandel an, und inwiefern ist ABB Ability™ Data Center Automation eine Verbesserung gegenüber bisherigen Lösungen?



— Das 120.000 m² große, containerbasierte Lefdal Mine Datacenter in Måløy an der norwegischen Westküste befindet sich im ehemals größten Olivin-Bergwerk der Welt. Die Anlage ist für 1.500 Container mit einer Kühlleistung von bis zu 200 MW ausgelegt. In Anlagen wie diesen ist eine Automatisierung unverzichtbar.

Seit etwa sechs Jahren ist ABB federführend in der Entwicklung von Automatisierungssystemen, die die traditionellen Steuerungs- und Überwachungslösungen für Rechenzentren ersetzen können. Mittlerweile setzen viele der führenden Erbauer und Betreiber von Rechenzentren auf die Systeme und das Know-how von ABB, um den effizienten und zuverlässigen Betrieb ihrer Anlagen sicherzustellen.

Doch was ist ABB Ability™ Data Center Automation, und inwiefern ist es eine Verbesserung gegenüber traditionellen Methoden? Dieser Artikel erklärt die Unterschiede zwischen beiden Ansätzen und zeigt, wie das Konzept konvergenter, gehärteter industrieller Systeme zukünftig auf alle Rechenzentren angewandt wird.

Die Geschichte der Rechenzentren

Die riesigen, maßgeschneiderten Rechenzentren mit mehreren Megawatt Leistung von heute sind aus Computerräumen und Serverschränken entstanden, die zunächst einfach als Nebenräume bestehender

Anlagen eingerichtet wurden. Die Stromversorgung dieser frühen „Rechenzentren“ erfolgte über eine spezielle Infrastruktur, und – sofern es mitbestellt wurde – gab es ein System zur Überwachung der Stromversorgung (Electrical Power Monitoring System, EPMS). Diese Systeme waren üblicherweise eng mit dem jeweiligen Anbieter der elektrischen Ausrüstung verbunden, und es war schwierig (häufig sogar unmöglich), Komponenten verschiedener Anbieter miteinander zu kombinieren.

Um überschüssige Wärme abzuführen, wurden einfach das vorhandene Heizungs-, Lüftungs- und Klimasystem (HKL) und das Gebäudemanagementsystem (BMS) – bzw. das Gebäudeautomatisierungssystem (BAM) – um das Kühlsystem des Rechenzentrums erweitert.

Die Verwaltung und Überwachung des Rechenzentrums war im Wesentlichen Aufgabe der IT-Abteilung. Gab es Bedenken wegen zu hoher Temperaturen, wurde eine eigenständige Temperaturüberwachung eingerichtet. Und obwohl sie häufig genaue Erkenntnisse über das Temperaturprofil des Rechenzentrums

Viele führende Erbauer und Betreiber von Rechenzentren setzen mittlerweile auf die Systeme und das Know-how von ABB.

lieferten, waren die Geräte nicht in das BMS/BAS eingebunden. Wurden heiße Bereiche oder eine ungleichmäßige Verteilung der Lufttemperatur erkannt, reagierte man in der Regel händisch, indem man die Sollwerte für die Computerraum-Klimaanlage (CRAC) herauf- oder heruntersetzte, Bodenlüftungsgitter verlegte, um die Luftströmung zu verändern, oder Lüfter platzierte, um die kühle Luft umzuleiten.

Und wenn sich das IT-Personal Sorgen hinsichtlich des Stromverbrauchs machte, wurden ebenfalls entsprechende Überwachungsgeräte installiert. War eine genaue Beobachtung des elektrischen Systems erforderlich, wurden eine Abzweigstromkreis-Überwachung (Branch Circuit Monitoring, BCM) oder

NACHHALTIG UND FLEXIBEL: DAS RECHENZENTRUM DES LAKELAND COMMUNITY COLLEGE

Im Jahr 2011 verlegte das Lakeland Community College in Kirtland, Ohio (USA), sein Rechenzentrum in einen Neubau auf dem Campus. „Vorher hatten wir einen besseren Schrank mit ein paar Servern und beweglichen Kühleinheiten“, sagt Chief Information Office Rick Penny [1]. Die Schule benötigte ein neues, modernes Rechenzentrum mit mehr Platz und konfigurierbarer Flexibilität [1]. Außerdem sollte das Zentrum energieeffizient und als grünes Gebäude LEED-zertifiziert sein [2]. Lakeland entschied sich für ABB Ability™ Data Center Automation als DCIM-Lösung (Data Center Infrastructure Management)¹ →02a, „Heute, 10 Jahre später, weiß ich nicht, was wir ohne machen würden“, sagt Penny [1].

Da alle neuen Gebäude auf dem Campus eine LEED-Zertifizierung erhalten sollten, fiel die Wahl auch aufgrund der nachweislichen Energieeffizienz auf ABB. Zwischen 2006 und 2018 konnte Lakeland durch

Dank ABB Ability™ Data Center Automation konnte der Energieverbrauch um über 53 % gesenkt werden.

Verbesserung der Nachhaltigkeit und Umstellung der Heizung und Kühlung in den Campusgebäuden die Einrichtung um 18 % vergrößern und gleichzeitig den Verbrauch von Strom um 40 %, von Erdgas um 49 % und von Wasser/Abwasser um 30 % senken [3].

Laut Penny hat ABB Ability™ Data Center Automation maßgeblich dabei geholfen, den Energiebedarf zu senken und die Kosten zu reduzieren. So wurde durch Analyse der Kühldaten festgestellt, dass der Klimatisierungsbedarf im Rechenzentrum durch den Einbau von Wänden zwischen den Serverreihen reduziert werden konnte →02b. Penny schätzt, dass zwischen den so abgetrennten Serverbereichen und den Bereichen außerhalb eine Temperaturdifferenz von 20 bis 30 % herrscht.

„Wir konnten eine große 10-Tonnen-Klimaanlage abschalten und damit noch mehr Geld sparen als erwartet“, berichtet Penny [1]. Im Jahr 2014 erreichte das neue Rechenzentrum den LEED-Zertifizierungs-

status Silber. Fast 10 Jahre nach Einzug in das neue Gebäude konnte der Energieverbrauch der Anlage um über 53 % gesenkt werden, was laut Penny zu einem großen Teil dem ABB Ability™ Data Center Automation System zu verdanken ist.

Kühl und kosteneffektiv

Durch die bessere Transparenz, die mit der ABB-Lösung und der integrierten Partnersoftware FNT Command erreicht wird, ist Lakeland in der Lage, auf effiziente Weise weitere Server hinzuzufügen und neue Technologien für hyperkonvergente Infrastrukturen (HCI) zu nutzen. Konvergente Hardware ist zwar für gewöhnlich kleiner, wird aber deutlich wärmer als herkömmliche Hardware. Bei Netzteilen mit über 1.000 W kann ein komplettes Rack mit 2HE hohen HCI-Boxen 25–30 kW erreichen, während typische 1HE-Server bei jeweils 350–500 W liegen [4]. Das alte Rechenzentrum der Schule war zu klein, um die für HCI erforderliche zusätzliche Klimatisierung zu unterstützen.

Der Umzug in das neue Gebäude mit ABB Ability™ Data Center Automation bot Lakeland die Möglichkeit, das Rechenzentrumslayout effizienter zu gestalten und die Kühlsysteme so zu planen, dass sich der Energieverbrauch besser kontrollieren lässt, ohne die Verfügbarkeit zu beeinträchtigen →02c. Das College profitierte dabei von neuen Trends und Technologien wie der Verlagerung vieler Server in die Cloud, um die Anzahl der zu kühlenden Einheiten zu reduzieren und die Energiekosten zu senken.

Erhöhung der Verfügbarkeit

Was den Betrieb und die Wartung angeht, ist David Levine, Associate Director of Administrative Technologies bei Lakeland, überzeugt, dass ABB Ability™ Data Center Automation mit FNT Command einen entscheidenden Fortschritt hinsichtlich der Überwachung, Alarmierung und Planungseffizienz darstellt.

„Unsere Klimaanlage arbeitet mit der Wassertemperatur, und wenn diese zu hoch ist, werden wir alarmiert. Ich habe Temperaturwerte für alles, einschließlich der kW, die die einzelnen Reihen und Racks verbrauchen“, so Levine [1]. Außerdem gibt es Wassersensoren rund um die Racks, sodass uns das DCIM alarmiert, wenn dort Flüssigkeit auf den Boden gelangt.“

„Das Beste ist, dass die Verfügbarkeit unserer Server bei fast 100 % liegt. Dinge passieren im Rechen-

Literaturhinweise

[1] ABB: „Lakeland Community College data center: Built for sustainability and flexibility“. März 2020.

[2] United States Government (2011). Verfügbar unter: <https://www.usgbc.org/leed> (abgerufen am 05.05.2020).

[3] Ohio Department of Higher Education (2018): „The 2018 Efficiency Advisory Committee Report“. Verfügbar unter: <https://www.ohiohighered.org/> (abgerufen am 05.05.2020).

[4] R. McFarlane et al.: „Find the right data center cooling systems for hyper-converged“. TechTarget Blog, 23.03.2017. Verfügbar unter: <https://techtarget.com> (angerufen am 05.05.2020).

Fußnote

1) Der ursprüngliche Name der vom Lakeland Community College erworbenen ABB-Lösung lautete ABB Decathlon® for DCIM, Education Edition.



02a



02b



02c

—
Die Lösung stellt einen entscheidenden Fortschritt in puncto Überwachung, Alarmierung und Planungseffizienz dar.

zentrum, einfach weil es physische Komponenten gibt. Aber nun bekommen wir Alarmmeldungen und können Probleme lösen, bevor es zur Katastrophe kommt“, erklärt Penny [1]. Levine bestätigt, dass seine Mitarbeiter in der Lage sind, das Inventar aller Racks im Rechenzentrum effizienter zu verfolgen, um die Auswirkung möglicher Erweiterungen besser zu verstehen.

Was steht für das Lakeland Community College als Nächstes an? Penny und Levine planen, die durch das ABB Ability™ Data Center Automation System und HCI gewonnene Effizienz zu nutzen, um den Platzbedarf des Rechenzentrums um weitere 50 bis 60 % zu reduzieren. „Wir freuen uns auf die Energieeinsparungen“, so Penny [1]. •

—
02 ABB Ability™ Data Center Automation ermöglicht erweiterte Funktionalitäten, wie das Beispiel des Lakeland Community College zeigt.

02a Das System verarbeitet große Datenmengen, was eine schnelle und genaue Analyse sowie die Visualisierung von Attributen ermöglicht.

02b Mithilfe von Trennwänden zwischen den Serverreihen (hier mit Penny) konnte der Kühlbedarf im Lakeland Community College reduziert werden.

02c Die ABB-Automatisierungslösung erlaubt die Verfolgung des Inventars aller Serverracks (hier mit Levine). So lassen sich die Auswirkungen von Erweiterungen und Veränderungen auf das System vorhersagen.

rackinterne Überwachungslösungen eingesetzt. Auch hierbei handelte es sich typischerweise um eigenständige Systeme. Häufig stand keine Überwachung der Stromversorgung zur Verfügung, und der Verbrauch wurde bestimmt, indem man den geschätzten Verbrauch der einzelnen Server zusammenrechnete.

Bei allen wurde meist strikt zwischen IT-Personal und Gebäude- bzw. Facility Management unterschieden. Das Facility-Management-Team überwachte das System nur soweit wie nötig, um die Funktion der Kühlsysteme und der Stromversorgung sicherzustellen. Die IT hingegen nutzte den Strom und die Kühlung und tat ihr Bestes, um deren Nutzung zu optimieren.

Spezielle Gebäude für Rechenzentren

Mit steigenden Anforderungen an Rechenzentren entstanden zunehmend eigene, speziell zu diesem Zweck errichtete Gebäude. Unweigerlich stieg der Stromverbrauch, und die damit verbundene Zunahme an überschüssiger Wärme führte zur Entwicklung ausgeklügelterer Kühlsysteme. Auch wenn diese neuen Rechenzentren nur noch wenig Ähnlichkeit mit den ursprünglichen Serverräumen hatten, blieben drei Dinge unverändert:

- Die Heizung, Lüftung und Klimatisierung der Gebäude blieb ein eigenständiges System, gesteuert von den gleichen BAS/BMS, die auch in anderen Gebäuden zum Einsatz kamen.
- Die Überwachung der Stromversorgung wurde noch immer von den Anbietern der elektrischen Ausrüstung bereitgestellt.
- Das IT-Personal kümmerte sich weiterhin nicht um das BMS und EPMS und installierte bei Bedarf eigene Systeme.

Woran lag das? Vornehmlich daran, dass diese Gepflogenheiten aus den bewährten Methoden erwachsen waren, die beim Bau der Gewerbegebäude Anwendung fanden, in denen die Rechenzentren zuvor untergebracht waren. So wurden größtenteils traditionelle Bauunternehmen beauftragt, die es gewohnt waren, mit traditionellen Lieferanten nicht kritische Gewerbegebäude (wie etwa Bürogebäude oder Einkaufszentren) auszustatten und keine modernen Rechenzentren mit deutlich unterschiedlichen Anforderungen.

Behelfslösungen

Moderne Rechenzentren unterscheiden sich grundlegend von traditionellen Gewerbegebäuden. Sie sind große, speziell gebaute, leistungshungrige, kritische Bestandteile der Infrastruktur, die mehr mit Industrieanlagen gemein haben als mit Gewerbegebäuden. Da viele Rechenzentren noch immer mithilfe traditioneller Methoden gebaut werden, kommen dabei Entwurfsstrategien zum Einsatz, die auf bestimmten Annahmen im Hinblick auf den Ausfall von Steuerungssystemen basieren. Und diese sind häufig mit erheblichen Kosten verbunden. So sind

z. B. komplizierte, mehrschichtige kaskadierende BMS-Konzepte, bei denen die Steuerungen der oberen und der unteren Schicht mithilfe von parallelen Kommunikationskanälen dieselben Funktionen ausführen, falls einmal eine der beiden ausfällt, keine Seltenheit. Ebenfalls häufig zu finden sind Managementsysteme, die selbst nichts managen, sondern in denen einzelne Teilsysteme sich selbst managen, wobei jegliche Möglichkeit einer gegenseitigen Koordination ausgeschlossen ist.

Diese Behelfslösungen basieren alle auf derselben Annahme: das Steuerungssystem ist unzuverlässig und lediglich für eine grundlegende Transparenz oder bestenfalls für übergeordnete Koordinationsaufgaben gut.

Silos

Der traditionelle Bau von Rechenzentren führt häufig zu einer Trennung der einzelnen Teilsysteme in eigenständige Systeme oder „Silos“. Diese entsprechen dem Lieferumfang eines einzelnen Anbieters oder Unterlieferanten, d. h. der Auftragnehmer für die elektrischen Anlagen stellt das EPMS bereit, der Auftragnehmer für die Gebäudetechnik das BMS usw.

—
Die neuen Rechenzentren hatten wenig Ähnlichkeit mit den ursprünglichen Serverräumen.

Es gibt keinen Gesamtsystemanbieter, der die Harmonisierung oder Konsolidierung übernimmt. Das Ergebnis ist ein mehrfacher Material- und Arbeitsaufwand, da jeder Systemlieferant Systeme installieren, verdrahten, programmieren und in Betrieb nehmen muss, die zum Teil die gleichen Aufgaben haben: Daten von Geräten lesen, Daten über das Netzwerk übertragen, Daten auf Bildschirmen anzeigen, Nutzer informieren, wenn die Daten nicht so sind, wie sie sein sollten, und Daten an Geräte zurücksenden, um Änderungen zu veranlassen.

Revolution statt Evolution

Der oben beschriebene evolutionäre und bruchstückhafte Ansatz zur Steuerung und Überwachung von Rechenzentren ist äußerst schlecht skalierbar. Rechenzentren sind viel mehr als nur größere Bürogebäude mit höheren Leistungsanforderungen. Sie haben die Aufgabe, kritische Daten für die weltweite Kommunikation, Finanztransaktionen, Behördendienste, Geschäftsprozesse und die Unterhaltungsindustrie zu verwalten. So sind Zentren mit einer Größe von 50.000 m² und einem Leistungsbedarf von 50 MW heute keine Seltenheit mehr →01.



03

—
03 Moderne Rechenzentren benötigen industrielle Automatisierungssysteme, um einen effizienten und zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten.

Hinsichtlich ihrer Größe und Kritikalität haben moderne Rechenzentren viel mehr mit Industrieanlagen wie beispielsweise Kraftwerken und Ö Raffinerien gemein als mit Gewerbegebäuden. Angesichts dieser Tatsache erscheint es nur logisch, industrielle Automatisierungssysteme zur Überwachung und Verwaltung der Infrastruktur von Rechenzentren einzusetzen. Industrielle Automatisierungssysteme sind robuste und sicher konfigurierte („gehärtete“) Systeme, die von klein bis extrem groß und von einfach bis komplex skalierbar sind. Sie sind in der Lage, über verschiedene Protokolle mit Geräten aller Art zu kommunizieren, und darauf ausgelegt, über lange Zeiträume hinweg – auch während Upgrades – dauerhaft zu funktionieren. Darüber hinaus sind industrielle Systeme cybersicher und müssen strengen Standards hinsichtlich der jeweiligen industriellen Umgebung, in der sie eingesetzt werden, genügen.

ABB Ability™ Data Center Automation Systeme sind industrielle Automatisierungssysteme, die für den Einsatz in Rechenzentren angepasst wurden. Da sie dank integrierter Redundanz darauf ausgelegt sind, dauerhaft und zuverlässig zu laufen, und außerdem skalierbar konzipiert sind, kann gänzlich auf Behelfslösungen verzichtet werden. Und da sie die Funktionen der verschiedenen Einzelsysteme übernehmen, die sie ersetzen, sind sie kostengünstiger zu installieren, weil nur ein einziges System erforderlich ist, um alle Gebäudemanagement- und elektrischen Überwachungsaufgaben abzudecken.

Erweiterte Funktionalität

Durch Konsolidierung sämtlicher Anlageninformationen in einem System stellen ABB Ability™ Data Center Automation Systeme eine natürliche Plattform für erweiterte Funktionalitäten dar. Da alle Daten über Stromverbrauch, Kühlung, Leistungskennzahlen und

—
Es erscheint nur logisch, industrielle Automatisierungssysteme für Rechenzentren einzusetzen.

Zustände von einem einzigen System in Echtzeit verwaltet werden, sind fortschrittliche Prognosen und eine fortschrittliche Optimierung möglich. Diese Datenkonsolidierung ist besonders wichtig im Hinblick auf Energieeinsparungen und die Nachhaltigkeit, wie das Beispiel des Lakeland Community College zeigt →02.

Ein gutes Beispiel für eine kostensparenden Technologie ist die zustandsbasierte Überwachung. Hierbei werden Wartungshandlungen statt nach einem vorgegebenen Zeitintervall durch vorausschauende Indikatoren ausgelöst. Dazu werden Zustandsinformationen aus den elektrischen und Gebäudetechnik-Systemen erfasst, gebündelt, analysiert und

mit historischen Daten verglichen, um rechtzeitig vor einer Leistungsminderung oder einem drohenden Ausfall zu warnen. Dieser Ansatz optimiert die Betriebsabläufe, reduziert die Gefahr von Ausfallzeiten und verhindert Verluste durch vorzeitige oder unnötige Wartungshandlungen.

Vorausschauende Wartung, Energieoptimierung, dynamische Lastprognosen usw. sind nur möglich durch Konsolidierung der Informationen aus dem

Vorausschauende Wartung, Energieoptimierung usw. sind nur möglich durch Konsolidierung der Informationen.

Rechenzentrum – und die Konsolidierung ist nur möglich mithilfe robuster, zuverlässiger industrieller Technologien →03.

Intelligente Rechenzentren

Technologien wie 5G und das Internet der Dinge stellen das Design von Rechenzentren vor neue Herausforderungen. IT-Lasten werden deutlich zerstreuter und unbeständiger, und die Anlagen, die sie versorgen, müssen erheblich anpassungsfähiger werden. Alte Kennzahlen für die Effizienz wie der PUE-Wert (Power Usage Effectiveness) werden nur wenig Bedeutung haben in einer Welt, in der IT-Lasten im Laufe eines Tages von 0 auf 100 % steigen und wieder zurück auf 0 % fallen können, wenn z. B. Telemetriedaten von selbstfahrenden Autos während der Hauptverkehrszeit verarbeitet werden müssen (und wie effizient kann ein vollständig in Betrieb befindliches Rechenzentrum bei null IT-Last sein?). Um wirklich effizient zu sein, muss die Anlage selbst „selbstfahrend“ und vorausschauend sein, damit sie die erforderliche Energie und Kühlung für solche dynamischen Lasten zur Verfügung stellen kann. Nur durch Automatisierung können wirklich intelligente Rechenzentren realisiert werden, die in der Lage sind, diese und andere, bisher ungeahnte Aufgaben zu bewältigen. •

—
04 Im Gegensatz zur kleineren Anlage am Lakeland Community College nutzt Ericsson in seinem ICT-Center in Schweden die gesamte Funktionsbandbreite der ABB Data Center Automation Lösung.

04a Das Global Information and Communication Technology (ICT) Center von Ericsson im schwedischen Rosersberg nutzt ABB Ability™ Data Center Automation.

04b ABB Ability™ Data Center Automation ermöglicht die umfassende Überwachung und Steuerung aller Rechenzentrumsanlagen von einem einzigen Punkt aus. Im Bild: die zentrale Leitwarte des Global ICT Center von Ericsson.

04c Ericsson nutzt ABB Ability™ Data Center Automation zur Überwachung der Wasserversorgung von der Kommune zur Kühlung der Server.

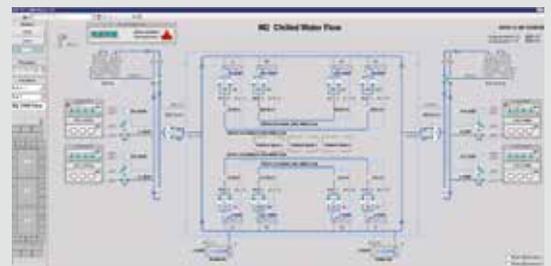
04d Überwachung von Lastabwurfaktivitäten mithilfe des PMS.



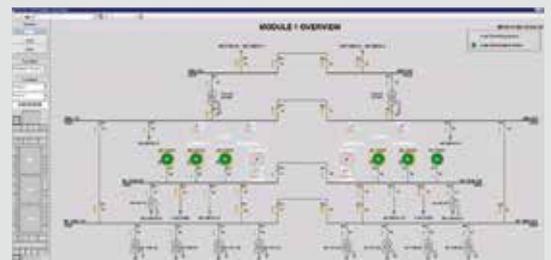
04a



04b



04c



04d

ABB DATA CENTER AUTOMATION FÜR ERICSSON: EIN EINZIGES SYSTEM FÜR EFFIZIENZ, NACHHALTIGKEIT UND ZUVERLÄSSIGKEIT

Ericsson, einer der weltweit größten Anbieter von Lösungen für Telekommunikationsnetze, nutzt ABB Ability™ Data Center Automation für sein Global Information and Communication Technology (ICT) Center im schwedischen Rosersberg →04a.

Das Global ICT Center wird von Ericsson-Ingenieuren in aller Welt genutzt, um Produkte und Dienstleistungen vor der Freigabe an den Kunden zu testen. Damit spielen die Zuverlässigkeit des Zentrums und sein effizienter und unterbrechungsfreier Betrieb eine entscheidende Rolle für den Erfolg des Unternehmens.

Das Rechenzentrum erstreckt sich auf 20.000 m², doch alle drei Managementsysteme des Centers – das BMS, das Stromversorgungsmanagementsystem (PMS) und das Energiemanagementsystem (EMS) – können dank ABB Ability™ Data Center Automation von einem Raum aus überwacht und gesteuert werden →04b. So konnte Ericsson den Energieverbrauch um 40 % senken und gleichzeitig die Betriebs- und Investitionskosten reduzieren.

Bei dem Projekt profitierte Ericsson unter anderem vom Know-how von ABB auf dem Gebiet der Antriebstechnik und der Automatisierung. Dazu gehören magnetisch-induktive Durchflussmesser (für das Kühlwasser) ebenso wie Stations- und Mittelspannungs-Schaltanlagen – die allesamt vom Automatisierungssystem gesteuert und überwacht werden.

Energiemanagement als Schlüsselfunktion

Die Technologie von ABB ermöglicht die Automatisierung und Steuerung des Betriebs nicht nur über Hard- und Softwaresysteme, sondern auch über Stromversorgungs-, Kühl- und Energiemanagementsysteme hinweg. Dies beinhaltet die Integration von Daten aus Geräten von mindestens sechs verschiedenen Herstellern.

Das BMS steuert die Lüftung und Kühlung. Die aus dem Zentrum abgeführte Wärme wird recycelt, um 20.000 Anwohner mit Wärme und heißem Wasser zu versorgen. Im Gegenzug erhält Ericsson kaltes Wasser von der Stadt zur Kühlung der Server →04c. Für das

effiziente Management dieses Austauschs sorgt das ABB-Steuerungssystem, das sowohl Ericsson als auch der Region einen nachhaltigeren und profitableren Betrieb ermöglicht.

Das PMS ist darauf ausgelegt, die 15-MW-IT-Last und die Last des BMS zu unterstützen. Dies beinhaltet die Überwachung der unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV), des Batteriepakets, der Hilfsstromversorgung, des Generator-Kraftstoffsystems und der automatischen Transferschaltung sowie erweiterte

Alle drei Systeme können dank ABB Ability™ Data Center Automation von einem Raum aus überwacht und gesteuert werden.

Funktionalitäten für Maßnahmen im Fehlerfall. Wenn die Reserveversorgung aktiviert ist, werden Lastabwurfaktionen ausgelöst, um genügend USV-Leistung für die kritische Last bereitzustellen →04d. Alle Lasten können von einem Bildschirm aus gesteuert werden, wobei für nichtkritische Lasten ein niedriger Anforderungsstatus konfiguriert werden kann. Diese in die Software hineinkonzipierten intelligenten Lösungen ermöglichen Ericsson eine Optimierung der Infrastruktur und Reduzierung der USVs und Erzeugungsaggregate in Anzahl und Größe.

Das EMS erfasst Leistungs- und Energiemessungen von allen Zählern innerhalb der Anlage. Dies liefert Ericsson Einblicke in den Energieverbrauch und zeigt, wo die Effizienz verbessert werden kann. Mit zunehmender Größe und Anzahl der Rechenzentren steigt auch der Anreiz für Eigentümer und Kunden, die Energie möglichst effizient zu nutzen. Laut Schätzungen machen die Energiekosten 40 % der Gesamtbetriebskosten eines Rechenzentrums aus. Wenn Rechenzentren es nicht schaffen, ihre Effizienz zu erhöhen, besteht die Gefahr, dass ihr Wachstum durch überlastete Stromnetze eingebremst wird. •



RECHENZENTREN

Innovative Lösungsarchitekturen für profitable Rechenzentren

Mit einer umfassenden vorkonfigurierten Lösung auf der Basis dreier Topologien erfüllt ABB die elektrischen Anforderungen der Rechenzentrumsbranche in puncto Flexibilität, Skalierbarkeit und Kosteneffektivität und sichert gleichzeitig eine schnelle Inbetriebnahme sowie eine hohe Betriebszuverlässigkeit und Wartungsfreundlichkeit.



Marty Trivette
ABB Electrification,
Distribution Solutions
Cary, NC, USA

marty.trivette@
us.abb.com

Seit etwa 10 Jahren verzeichnet die Rechenzentrumsbranche ein beispielloses Wachstum. Mit der zunehmenden Verbreitung des Internets der Dinge (IoT) in allen Bereichen der Arbeit und der Freizeit – und nicht zuletzt durch das Potenzial von Big Data – steigt auch der Bedarf an Rechenleistung immer rasanter. Jüngste Fortschritte auf dem Gebiet der IT-Hardware und Software ermöglichen die

Rechenzentren gelten mittlerweile als fester Bestandteil der Geschäftstätigkeit und der Umsatzgenerierung.

Virtualisierung von Servern und Cloud-Computing unterstützen so die teilweise Verlagerung der erforderlichen Zuverlässigkeit von der Infrastrukturebene auf die Softwareebene.

Der Rechenzentrumsmarkt, der einst von speziell zu diesem Zweck gebauten, unternehmenseigenen Rechenzentren bestimmt wurde, verlagert sich zuneh-

mend in Richtung externe Colocation- und Cloud-Rechenzentren. Im Jahr 2018 verzeichnete der Bereich der Multi-Tenant-Rechenzentren ein Wachstum von 5 %, und laut Prognosen werden Unternehmen bis zum Jahr 2023 weltweit über 38 Mrd. USD für Colocation-Services ausgeben. Angesichts dieser Zahlen ist davon auszugehen, dass sich der Trend fortsetzen wird [2].

Die Hauptvorteile dieser zunehmend gefragten Dienstleistungen für Unternehmenskunden sind klar:

- Unternehmen können problemlos Platz in einem Colocation-Rechenzentrum mieten oder Cloud-Rechenzentren nutzen, d. h. sie benötigen keine eigene Infrastruktur wie Gebäude, Kühlanlagen oder Sicherheitssysteme.
- Unternehmen brauchen sich nicht selbst um die Verwaltung von IT-Komponenten wie Server, Datenspeicher und Firewalls zu kümmern.

Rechenzentren als Profitcenter

Für den Markt zum Bau von Rechenzentren wird zwischen 2019 und 2023 ein Wachstum von 9 % erwartet. Dennoch konsolidiert sich der Markt [1]. Mit der technologischen Expansion einher geht eine zunehmende Anwendung von soliden Geschäftspraktiken auf die Konzeption und den Bau von Rechenzentren →01.



Harry Handlin
ABB Data Center Solutions
Birmingham, AL, USA

harry.handlin@
us.abb.com



— Heutzutage können Unternehmen zwischen eigenen Rechenzentren vor Ort und virtualisierten externen Infrastrukturen wählen, die Anwendungen und physische Komponenten über eine Cloud-Umgebung unterstützen.

Der Zweck von Rechenzentren entwickelt sich weiter. So sind sie nicht mehr nur ein notwendiger Teil des Betriebs, sondern eine Profit generierende Einheit [1]. Dementsprechend haben sich auch die Einstellungen gegenüber Rechenzentren innerhalb eines Unternehmens geändert. Sie gelten mittlerweile als fester Bestandteil der Geschäftstätigkeit und der Umsatzgenerierung. Ihre Kosten – sowohl die Investitions- als auch die Betriebskosten – werden kritisch beäugt, und zwar sowohl intern durch die Finanzabteilung des Unternehmens als auch extern durch Umweltorganisationen, da das Thema Energieverbrauch eine zunehmend wichtige Rolle spielt [1]. Um diese Erwartungen zu erfüllen, ist die Branche gezwungen, ihre Rechtfertigung für Rechenzentren zu überdenken und neue Konzepte für deren Entwurf, Bau und Betrieb zu berücksichtigen.

Erkennen und Erfüllen von Kundenanforderungen

Zuverlässigkeit und Wartungsfreundlichkeit spielen für den erfolgreichen Betrieb von Rechenzentren eine zentrale Rolle. Dies verlangt eine entsprechende Flexibilität. Gleichzeitig müssen die Zentren bestimmte Anforderungen bezüglich Redundanz und Fehlertoleranz erfüllen. Das Elektrifizierungssystem muss so ausgelegt sein, dass der Austausch bzw. die Außerbetriebnahme von Komponenten keinerlei Auswirkungen auf die kritische Last hat.

ABB bietet Kunden in der Rechenzentrumsbranche einschließlich Cloud- und Colocation-Zentren modernste Technologien, um diese Herausforderungen zu bewältigen. Modularität, Flexibilität und

—
ABB bietet modernste Technologien zur Bewältigung der Herausforderungen von morgen.

Effizienz der Lösungsarchitektur sorgen hierbei für einen sicheren und kontinuierlichen Betrieb in einem sich rasch entwickelnden Umfeld.

Standardisierung des Designs

Ein flexibles, aber sicheres Rechenzentrum zu bauen, das in jeder erdenklichen Situation eine sichere Speicherung und Verwaltung unternehmenskritischer Daten und Anwendungen gewährleistet und gleichzeitig sowohl kurzfristiges als auch langfristiges Wachstum unterstützt, ist keine leichte Aufgabe. Nicht zuletzt sind hierfür flexiblere und skalierbare Elektrifizierungskonzepte erforderlich. Diese sollten einen standardisierten Leistungsblock beinhalten,

01



— 01 ABB und GIGA Data Centers haben eine Elektrifizierungslösung mit NS-Schaltanlagen, Trockentransformatoren und USV entwickelt, um die IT-Server und Netzwerkinfrastruktur von GIGA Data Centers zu unterstützen.

— 02 Schematische Darstellung einer System-plus-System-Topologie. Diese Topologie war die Grundlage für die Paketlösung für GIGA Data Centers.

— 03 Die geteilt-redundante Topologie ähnelt der System-plus-System-Topologie, verwendet aber mehrere Systeme, um die Auslastung zu erhöhen und Kosten zu senken.

— 04 Die blockredundante Topologie kommt häufig in Hyperscale- und Colocation-Rechenzentren zum Einsatz.

der dupliziert werden kann, um zukünftige Erweiterungen zu ermöglichen. Solche Designkonzepte bieten erhebliche Vorteile gegenüber bisherigen Rechenzentrumskonzepten.

Ein standardisiertes Design verbessert die Zuverlässigkeit im Betrieb. Gleichzeitig muss es aber flexibel genug sein, um an verschiedene Standortanforderungen angepasst werden zu können. Die Designexperten von ABB kennen diese Herausforderungen und berücksichtigen Standortvariablen wie die Netzspannung, die Gesamtgröße des Rechenzentrums und die optimale Kühlung im Hinblick auf das Klima vor Ort → 01. Skalierbare und duplizierbare Designs basieren auf einer Standardgröße hinsichtlich der IT-Last, die als Baustein verwendet wird. Mithilfe dieses bewährten Ansatzes wird die notwendige Zuverlässigkeit und Wartungsfreundlichkeit sichergestellt.

Schnelle Implementierung

Eine schnelle Projektumsetzung, kurze Lieferzeiten und eine kostengünstige Anlagennutzung sind die Schlüssel zum Erfolg von Rechenzentrumsprojekten, da sie sich direkt auf die Investitionskosten auswirken. Hinzu kommen verschiedene Designkriterien, die die Elektrifizierungstopologie beeinflussen und sich auf die Kosten auswirken.

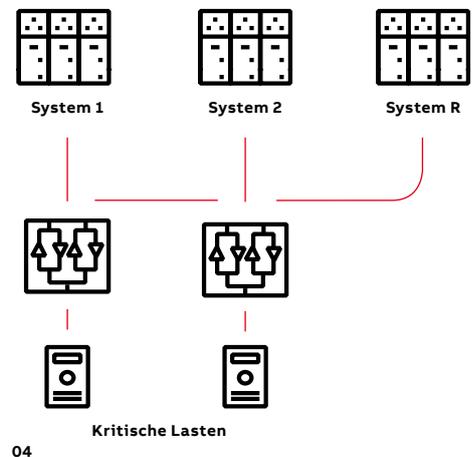
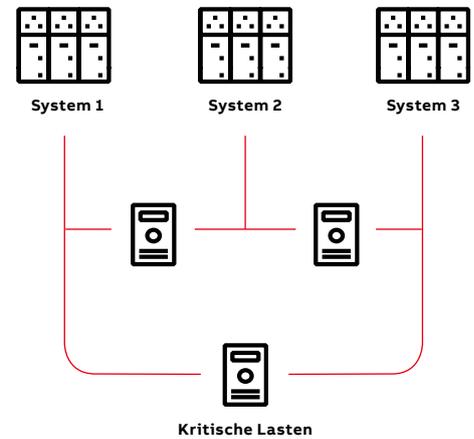
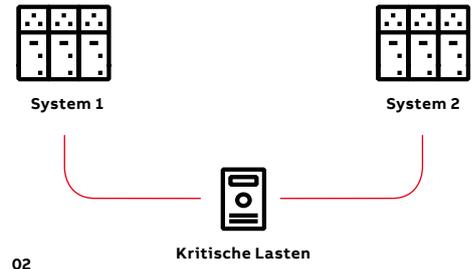


Foto: GIGA Data Centers

Die Projektimplementierungszeit ist ein besonders kritischer Faktor, der sich durch eine gewisse Unsicherheit auszeichnet. Obwohl der Bedarf an

—
Die Lösungsarchitektur zeichnet sich durch eine hohe Modularität, Flexibilität und Effizienz aus.

Rechenleistung immer schneller zunimmt, ist das Wachstum nicht leicht vorhersagbar. So lässt sich insbesondere bei Colocation- und Cloud-Rechenzentren die endgültige Lösung zu Beginn nur schwer festlegen. Paradoxe Weise ist ein schneller Markteintritt eine vorherrschende Anforderung sowohl bei neuen Rechenzentrumsprojekten als auch bei der Erweiterung vorhandener Zentren. ABB berücksichtigt alle diese Faktoren bei der Entwicklung vorkonfigurierter Elektrifizierungslösungen, die dank ihrer Modularität, Skalierbarkeit, Effizienz und Vielseitigkeit eine erfolgreiche Implementierung in äußerst kurzer Zeit ermöglichen.

Wahl der Topologie für das elektrische System

Herkömmliche elektrische Topologien, wie sie in Rechenzentren häufig verwendet werden, können abhängig von den jeweiligen Projektanforderungen und Standortbedingungen in verschiedenen Konfigurationen realisiert werden. Zu den bestimmenden Faktoren gehören dabei die Last in kW, die verfügbaren Netzbetriebsspannungen, Investitionskosten usw.

Obwohl die meisten Elektrifizierungssysteme für Rechenzentren einzigartig sind, basieren sie auf einer von drei Grundtopologien: System plus System, geteilte Redundanz (shared redundant) und Blockredundanz (block redundant).

Wie der Name schon sagt, nutzt die System-plus-System-Topologie zwei vollständig unabhängige Systeme zur Speisung der kritischen Last →02. Das Design basiert auf der Implementierung von IT-Geräten mit redundanten Netzteilen (dual-corded). Diese Topologie bildet die Grundlage für das Design von lokalen Rechenzentren, z. B. von Unternehmen, Finanzinstituten, Behörden und Colocation-Anbietern.

Das System-plus-System-Design zeichnet sich zwar durch eine sehr hohe Zuverlässigkeit aus, ist aber auch mit hohen Kosten verbunden, da die maximale Auslastung der Anlagen 50 % beträgt.

Aus diesem Grund wird häufig eine Variante dieser Topologie eingesetzt, um die Gesamtkosten zu senken: System-plus-Utility (System plus Netz). Hier verfügt das „System“ über N+1 unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USVs), während das „Netz“ keine USV besitzt.

Colocation-, Hyperscale- und Cloud-Rechenzentren nutzen im Allgemeinen eine Topologie mit geteilter Redundanz, die in verschiedenen Konfigurationen realisiert werden kann →03. Das Design wird normalerweise durch die Anzahl der Systeme im Verhältnis zur Anzahl der Lasten bezeichnet – z. B. 3N/2 für drei Systeme und zwei Lasten, 4N/3 für vier Systeme und drei Lasten usw. So würde bei IT-Lasten in Blöcken zu 1 MW ein 3N/2-System eine Kapazität von 3 MW besitzen, um 2 MW Last zu speisen.

Mit dieser Konfiguration kann die Auslastung um bis zu 66 % verbessert werden, mit 4N/2 sind 75 % möglich. Diese Topologie dient als Grundlage für das Design vieler Colocation- und Hyperscale-Rechenzentren sowie für Hyperscale-Computing-Lösungen, da in Big-Data- und Cloud-Computing-Umgebungen maximale Leistung, möglichst niedrige Kosten und eine hohe Effizienz bei Spitzenleistung gefragt sind. Geteilt-redundante Topologien tragen zur Ver-



05



— 05 Paradoxerweise benötigen Rechenzentren standardisierte, aber extrem flexible Lösungen, um sich an veränderte Anforderungen anpassen zu können. ABB bietet entsprechende Lösungen, die sich mit den Anforderungen der Kunden weiterentwickeln.

besserung der Anlagenauslastung bei, erfordern aber auch die Überwachung der Lasten durch das Bedienpersonal.

Die blockredundante Topologie, die auch als Catcher-Topologie bezeichnet wird, nutzt einen statischen Transferschalter (STS), um die kritische Last vom Primär- oder aktiven System auf das Reserve- oder Catcher-System umzuschalten →04. Eine solche Topologie wird sowohl für Hyperscale- als auch für Colocation-Rechenzentren verwendet. Für Rechenzentren, deren Lasten über nur ein Netzteil verfügen (single-corded), ist diese Topologie in der

—
Die Lösungen sorgen für einen sicheren und kontinuierlichen Betrieb in einem sich rasch entwickelnden Umfeld.

Regel am effizientesten. Mit der blockredundanten Topologie lässt sich eine Anlagenauslastung von 80 % erreichen, und es ist keine durchgängige Überwachung der Lasten erforderlich, um

die Redundanz zu wahren. Der größte Nachteil dieser Topologie ist die Abhängigkeit von statischen Transferschaltern, was die Kosten und die Komplexität des Designs erhöht. Die Blockredundanz hängt von der Fähigkeit des Catcher- oder Reserve-USV-Moduls (bzw. der Module) ab, einen Lastsprung zu bewältigen. Die aktive USV kann mit der vollen Leistung belastet werden. Die Reserve-USV hat im Normalbetrieb keine Last. Das Reservesystem kann größer sein als die aktiven Systeme. Die blockredundante Topologie kann für IT-Lasten mit einem oder zwei Netzteilen verwendet werden. Bei Lasten mit nur einem Netzteil stellt der statische Transferschalter einen kritischen Ausfallpunkt dar.

Vorkonfigurierte Lösungen

Auf der Basis dieser drei Topologien hat ABB vorkonfigurierte Lösungsarchitekturen entwickelt, die alle Anforderungen der elektrischen Stromverteilung vom Netzanschluss bis hin zum Rack abdecken. Diese umfassenden Lösungen richten sich speziell an die Bedürfnisse der Rechenzentrumsbranche im Hinblick auf Flexibilität, Skalierbarkeit und Kosteneffizienz und sichern gleichzeitig eine schnelle und reibungslose Inbetriebnahme sowie eine hohe Betriebszuverlässigkeit und Wartungsfreundlichkeit. Dank der Flexibilität lassen sich die

Lösungen an zukünftige Bedürfnisse anpassen, wenn das Rechenzentrum wächst und sich die IT-Anforderungen verändern →05.

Alle vorkonfigurierten Lösungen lassen sich problemlos duplizieren bzw. an die meisten Rechenzentren auf dem Markt anpassen →06. Ein Paket beinhaltet: Unterstationen, Mittelspannungs-Schaltanlagen, Transformatoren, Niederspannungs-Schaltanlagen und -Schalttafeln, USV-Systeme, Stromverteilereinheiten (PDUs), Remote Power Panels (RPPs) und IT-Schienenverteiler.

Ein Ergebnis enger Zusammenarbeit

Mit der Übernahme von GE Industrial Solutions im Jahr 2018 begann ABB, mit GIGA Data Centers an der Entwicklung eines Stromverteilungskonzepts für das neue Rechenzentrum des Unternehmens in Mooresville, North Carolina (USA), zusammenzuarbeiten. Als Anbieter von Colocation-Lösungen ist es das Ziel von GIGA, allen ihren Kunden – auch außerhalb des Hyperscale-Segments – flexible und modulare Rechenzentrumstechnologie zu günstigen

—
2018 begannen ABB und GIGA Data Centers an der Entwicklung eines Stromverteilungskonzepts zusammenzuarbeiten.

Preisen anzubieten. Aufgrund ihrer umfangreichen Erfahrung in der Bereitstellung flexibler, innovativer technischer Elektrifizierungslösungen unter engen Zeitvorgaben wandte sich GIGA an ABB.

Nach dem Kauf eines langen Gebäudes mit rechteckigem Grundriss, das sich zur Umwandlung in ein Rechenzentrum eignete, machten sich GIGA und ABB daran, ein System zu entwickeln, das in der Lage ist, eine IT-Last von 60 MW zu unterstützen. Erstaunlicherweise konnte die erste Umbauphase in weniger als sechs Monaten abgeschlossen werden. Anschließend erarbeiteten die Experten von ABB zusammen mit den Fachleuten für Elektrik, Gebäude- und

E-HÄUSER UND SKIDS FÜR COLOCATION-RECHENZENTREN

Betreiber von Colocation-Rechenzentren bevorzugen skalierbare elektrische Anlagen, um ihre verschiedenen Anforderungen hinsichtlich der Dimensionierung und Inbetriebnahme zu erfüllen. Die Skidlösungen und E-Häuser von ABB bieten ihnen die Möglichkeit, diese Herausforderungen zu bewältigen. Die Paketlösungen werden typischerweise als installations- und anschlussfertige Komponenten geliefert.

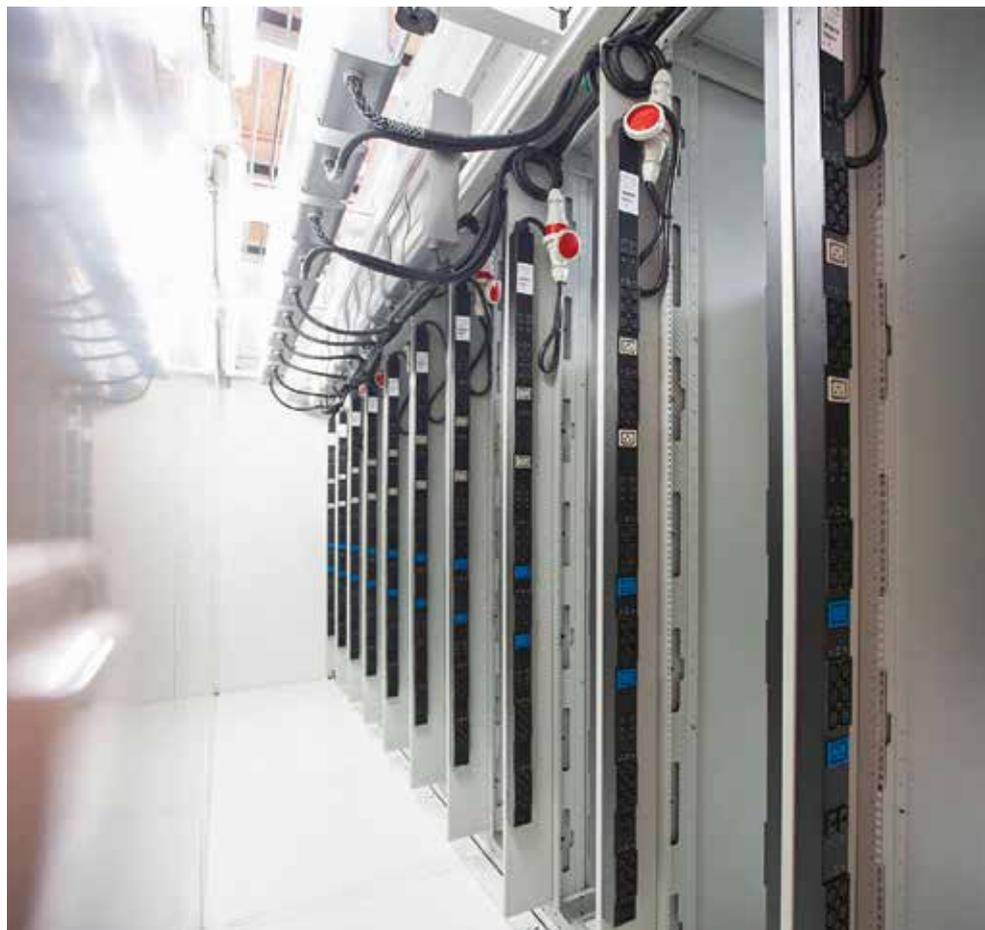
Eine solche Lösung sind sogenannte Skids – offene, rahmenmontierte Einheiten mit werksseitig installierten Systemen und Verbindungen. Da sie vorkonfiguriert, vorinstalliert und vorab geprüft sind, können sie standortfern parallel zu anderen Bauarbeiten fertiggestellt werden, was die Bauzeit der Gesamtanlage beschleunigt.

Ein E-Haus ist ein vorgefertigtes, vorkonfiguriertes und vorab geprüftes System in Form eines Gebäudes mit werksseitig installierten Systemen und Verbindungen und geregelten Umgebungsbedingungen. Sämtliche Komponenten werden von ABB vor der Auslieferung getestet, was die Risiken vor Ort minimiert. Die Einheiten sind einfach und kostengünstig zu installieren und können in der Nähe der Hauptlasten platziert werden. Obwohl



für die permanente Installation vorgesehen, können E-Häuser versetzt werden, wenn ein Colocation-Zentrum wächst oder sich die IT-Ausrüstung des Kunden ändert.

E-Häuser beschleunigen die Bauzeit und sparen Platz. Die Komplettlösungen eignen sich besonders für Rechenzentrumsprojekte an entlegenen Orten, bei denen die Arbeiten vor Ort minimiert werden müssen, weil z. B. kein qualifiziertes Personal verfügbar ist oder die Arbeiten zu teuer bzw. schwer zu beaufsichtigen sind.



—
06 Elektrische Paketlösungen wie Skids und E-Häuser helfen Kunden dabei, ihre Anforderungen hinsichtlich Dimensionierung und Inbetriebnahme zu erfüllen.

—
07 ABB half GIGA Data Centers in North Carolina (USA) dabei, einen engen Zeitplan für die Inbetriebnahme einzuhalten.

07

Installationstechnik von GIGA eine flexible, skalierbare und effiziente Paketlösung auf der Basis einer System-plus-System-Topologie. Das Design ist skalierbar und lässt sich in Schritten zu je 2 MW IT-Last erweitern. Die Elektrifizierungslösung von ABB für GIGA Data Centers umfasst Niederspannungs-Schalttafeln vom Typ Spectra, USV-Module der Reihe TLE (zur Unterstützung der IT-Serverlast), eine USV mit dezentraler Parallelarchitektur (DPA) für die lokale Serverlast (Glasfaserleitungen und

um-Ionen-Batterien waren die logische Wahl, da sie kleiner und leichter sind und bei höheren Temperaturen betrieben werden können als Blei-Säure-Batterien, sodass auf ein zusätzliches Kühlsystem verzichtet werden konnte.

Die ABB-Paketlösung umfasste das gesamte Projektmanagement und alle Vor-Ort-Leistungen von der Einrichtung sämtlicher Komponenten bis zur Inbetriebnahme aller Systeme. Das Ergebnis ist ein kompaktes und effizientes Rechenzentrum, das nicht nur die heutigen Anforderungen von GIGA in puncto Stromverteilung und Versorgungsschutz erfüllt, sondern auch die Möglichkeit für zukünftige Erweiterungen bietet →07.

Die kompletten Paketlösungen für die Elektrifizierung von ABB auf der Basis von Standarddesigns bieten Rechenzentrumskunden die Flexibilität und Skalierbarkeit, die sie heute für den effizienten Bau und Betrieb von Rechenzentren benötigen, und geben ihnen gleichzeitig die Möglichkeit, schnell auf Veränderungen am Markt zu reagieren. •

Literaturhinweise

[1] E. Olson: „Industrial automation in data centers: Growing revenue potential one server at a time“. ABB Conversations, Juli 2014. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/cpm/datacenter-automation/additional-offering/data-center-perspectives/industrial-automation-for-data-centers> (abgerufen am 05.05.2020).

[2] C. Flanagan (2017): „Gaining a competitive edge“. ABB White paper.

—
Das Ergebnis ist ein kompaktes und effizientes Rechenzentrum, das die Anforderungen von GIGA erfüllt.

Anlagennetzwerk), Wartungsbypass-Schränke für die USV, Lithium-Ionen-Batteriesysteme, Lichtverteiler und Trockentransformatoren. Die DPA USV wurde gewählt, weil sie bei niedrigeren Leistungsanforderungen effektiver ist und mit zunehmendem Wachstum von GIGA skaliert werden kann. Lithi-



RECHENZENTREN

Wie Rechenzentren ihren Energieverbrauch minimieren können

Auch wenn sich der Gesamtenergiebedarf von Rechenzentren bei etwa 2 % des weltweiten Stromverbrauchs eingependelt hat, könnte ihr Energieverbrauch exponentiell steigen, wenn rechenintensive Anwendungen wie Video on Demand, autonome Fahrzeuge und fortschrittliche 5G-Technologien weiter an Bedeutung gewinnen. Um den damit verbundenen Herausforderungen gerecht zu werden, müssen Rechenzentren jede Möglichkeit zur Maximierung ihrer Energieeffizienz ergreifen.

Als ABB vor über 25 Jahren in den Rechenzentrumsmarkt einstieg, waren die marktbestimmenden Faktoren Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit. Kurze Zeit später rückten Bedenken über den Energiebedarf in den Vordergrund. Als die US-amerikanische Umweltschutzbehörde EPA im Jahr 2007 einen Bericht zur Energieeffizienz von Rechenzentren [1] veröffentlichte, verbreitete sich aufgrund von Ungenauigkeiten hinsichtlich des prognostizierten Energieverbrauchs der Eindruck, dass sich die Branche zu einem unersättlichen Energiefresser entwickeln würde – was sich glücklicherweise so nicht bewahrheitet hat.

Tatsächlich ist der Gesamtstromverbrauch aller Rechenzentren in den USA laut United States Data Center Energy Usage Report vom Juni 2016 [1] in den vergangenen sechs Jahren von 70 Mrd. kWh im Jahr 2014 (was etwa 1,8 % des Gesamtstromverbrauchs der USA entspricht) auf geschätzte 73 Mrd. kWh im Jahr 2020 nur minimal gestiegen →02. Hinzu kommt, dass diese statistisch geringfügige Zunahme des Energiebedarfs, der stabil bei etwa 2 % des US-amerikanischen Gesamtenergieverbrauchs liegt, mit einer rasanten Zunahme an smarten Geräten und der Entwicklung einer mittlerweile nahezu allgegenwärtigen Online-Kultur einher geht.



Dave Sterlace
ABB Data Center Solutions
Philadelphia, PA, USA

dave.sterlace@
us.abb.com

Der Schlüssel hierzu lag und liegt in der Umsetzung einiger relativ einfacher Maßnahmen wie das Betreiben von Rechenzentren bei höheren Temperaturen, die Reduzierung der Anzahl nicht ausgelasteter Server durch Virtualisierung, der Einsatz von unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USVs) mit höherem Wirkungsgrad und die Verwendung von Frequenzumrichter anstelle von Klappen zur Regulierung der Belüftung.

Hinzu kommen weitere Faktoren, die dazu beigetragen haben, den Energiebedarf von Rechenzentren in Grenzen zu halten. So sind Server, Speichergeräte und Infrastrukturen kontinuierlich effizienter geworden. Außerdem hat die Branche vom Trend zu größeren und effizienteren Cloud- und Hyperscale-Zentren profitiert. Laut der Internationalen Energieagentur (IEA) benötigen letztere im Verhältnis deutlich weniger Energie für die Kühlung als kleinere Rechenzentren und haben laut einer neueren Statistik einen stetig wachsenden Anteil am gesamten Datenverkehr. Die ultrahohen Wirkungsgrade moderner Rechenzentren großer Internetfirmen erreichen zu wollen, ist jedoch

normalerweise technisch oder wirtschaftlich nicht machbar. Für diese zählt jedes Watt. Was wären aber dann kurzfristige, taktische Maßnahmen, die einen unmittelbaren Nutzen liefern und nennenswerte Einsparungen bei den Stromkosten ermöglichen?

Messen der Effizienz

Seit Jahren steht die Senkung des PUE-Werts (Power Usage Effectiveness) weit oben auf der Wunschliste von Rechenzentrumsbetreibern. Vereinfacht gesagt ist der PUE-Wert das Verhältnis zwischen dem Gesamtenergieverbrauch eines Rechenzentrums und dem Energieverbrauch der IT-Ausrüstung, wobei

—
In den letzten sechs Jahren ist der Gesamtstromverbrauch aller Rechenzentren in den USA nur minimal gestiegen.

man sich einig ist, dass dieser Wert möglichst niedrig sein sollte. So entspricht ein PUE-Wert von 1,0 einer Effizienz von 100 %. Der typische Durchschnitt von Rechenzentren liegt jedoch bei 1,67, d. h. von allen 1,67W, die das Zentrum an elektrischer Leistung aufnimmt, wird nur 1 W an die IT-Ausrüstung abgegeben.

Der Gesamtverbrauch entspricht der Leistung, die für den Betrieb eines ganzen Rechenzentrums benötigt wird, während der IT-Verbrauch der Leistung entspricht, die für den Betrieb von Geräten zur Verwaltung, Weiterleitung, Speicherung oder Verarbeitung von Daten innerhalb eines Rechenzentrums benötigt wird.

Diese Werte liefern eine Bemessungsgrundlage, mit der ein Betreiber den Energieverbrauch einer Anlage mit dem anderer Rechenzentren vergleichen kann. Das einzige Problem ist nur, dass es mehr als eine Möglichkeit gibt, den PUE-Wert zu berechnen, was den Vergleich von Anlagen erschwert.

Ein ganzheitlicher Ansatz

Was benötigt wird, sind Leistungskennzahlen, die die Effizienz eines Rechenzentrums ganzheitlicher beschreiben als der PUE-Wert. Das größte Manko

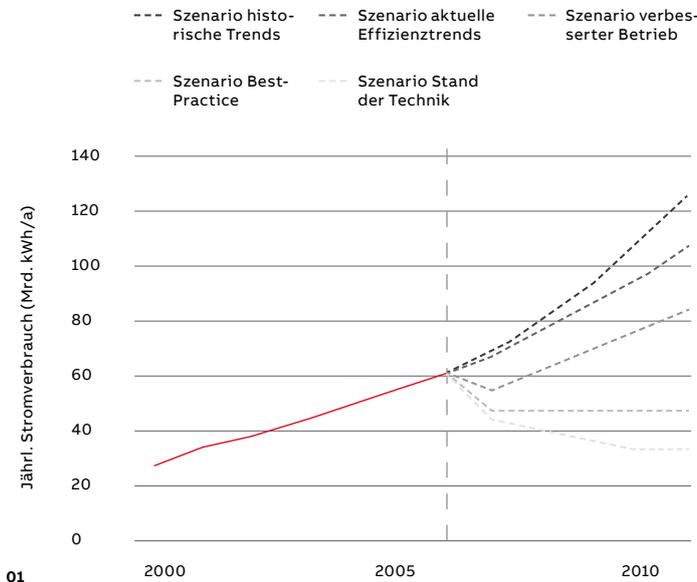
beim PUE-Wert ist, dass er die Gesamteffizienz der ganzen Gebäudeinfrastruktur eines Rechenzentrums beschreibt und nichts über die Effizienz der IT-Ausrüstung selbst aussagt. Die IT-Effizienz hingegen entspricht dem Verhältnis zwischen dem gesamten IT-Output eines Rechenzentrums und der gesamten der IT-Ausrüstung zugeführten Leistung.

Doch wie kann der IT-Energieverbrauch gemessen werden? Laut Green Grid kann die IT-Effizienz präzise gemessen werden, nachdem sämtliche Umwandlungs-, Schalt- und Aufbereitungsvorgänge abgeschlossen sind. Für eine korrekte Bestimmung der

den Serverracks zugeführten Gesamtleistung muss also der Messpunkt am Ausgang der Stromverteiler-einheiten (Power Distribution Units, PDUs) liegen.

Alternativ bezeichnet der IT-Output auch die reale Ausgangsleistung eines Rechenzentrums im Hinblick auf die Anzahl der bedienten Webseiten oder die Anzahl der bereitgestellten Anwendungen. Effektiv zeigt der IT-Output, wie effizient die IT-Ausrüstung nützliche Leistung für eine bestimmte zugeführte

30 % aller Server weltweit sind ungenutzt, was jährlich Verluste in Höhe von 30 Mrd. USD verursacht.

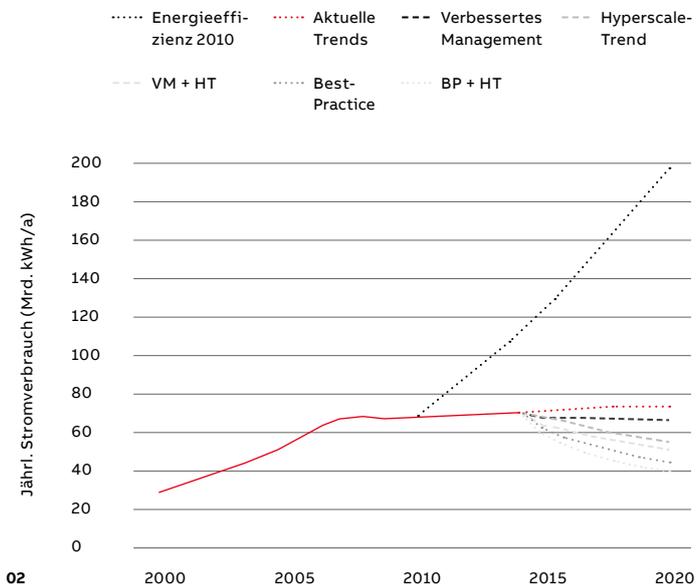


elektrische Leistung bereitstellt. Die Standortinfrastruktur zeigt, wie viel Leistung tatsächlich zur IT-Ausrüstung gelangt und wie viel für Hilfssysteme wie die Reservestromversorgung und Kühlung abgezweigt wird. Diese beiden Werte ermöglichen eine zeitliche Verfolgung der Effizienz – und können Möglichkeiten zur Maximierung des IT-Outputs und Reduzierung der Eingangsleistung durch Beseitigung von Verlusten und Ineffizienzen in den Hilfssystemen aufzeigen [3].

Minimierung ungenutzter IT-Ausrüstung

IT-Systeme werden im Verhältnis zu ihrer Kapazität normalerweise nur wenig genutzt. Server werden z. B. in der Regel nur zu 5 bis 15 %, Prozessoren zu 10 bis 20 %, Speichergeräte zu 20 bis 40 % und Netzwerkausrüstung zu 60 bis 80 % ausgelastet.

Doch auch wenn solche Geräte ungenutzt sind, verbrauchen Sie einen erheblichen Anteil des Stroms, den sie bei maximaler Auslastung benötigen würden. Tatsächlich verbraucht ein typischer Server 30 bis 40 % seines maximalen Stroms, auch wenn er überhaupt nicht arbeitet.



Das Uptime Institute hat festgestellt, dass 30 % aller Server weltweit ungenutzt sind. Dies wirkt sich nicht auf den PUE-Wert eines Rechenzentrums aus, verursacht aber Verluste in Höhe von 30 Mrd. USD im Jahr durch unnötigen Stromverbrauch. Eine Möglichkeit, diese Verluste zu reduzieren, ist der Einsatz verteilter Systeme (Distributed Computing), wobei einzelne Computer so miteinander verbunden werden, dass sie wie eine einzige Maschine arbeiten. Mit der Anzahl der Rechenzentren, die so zusammenarbeiten, steigt auch ihre Verarbeitungsleistung, sodass weniger oder gar keine separaten Einrichtungen für spezifische Anwendungen mehr erforderlich sind.



03

— 01 Zukünftiger Stromverbrauch von US-amerikanischen Rechenzentren laut Prognose der US-Umweltschutzbehörde EPA aus dem Jahr 2007 [1].

— 02 Tatsächlicher Stromverbrauch aller US-amerikanischen Rechenzentren einschließlich der für Server, Speicher, Netzwerkausrüstung und Infrastruktur benötigten Energie. Die durchgezogene Linie zeigt historische Schätzungen von 2000–2014. Gestrichelte Linien zeigen fünf Szenarien bis 2020 [2].

— 03 ABB SMISSLINE Stecksockelsystem für die Stromverteilung. Über 50 % des für den Betrieb eines Servers erforderlichen Stroms werden vom Hauptprozessor (CPU) benötigt.

Virtualisierung von Servern und Speichern

In der gesamten Branche finden sich Beispiele für dedizierte Server und Speichersysteme, die wenig effizient für eine einzige Anwendung genutzt werden – nur um eine physische Abgrenzung zu gewährleisten. Durch Virtualisierung können Server und Speichersysteme auf einer gemeinsamen Plattform gebündelt werden, wobei gleichzeitig eine strikte Trennung von Betriebssystemen, Anwendungen, Daten und Nutzern gegeben ist.

Die meisten Anwendungen können auf separaten „virtuellen Maschinen“ ausgeführt werden, die sich hinter den Kulissen die Hardware mit anderen Anwendungen teilen. Virtualisierung bietet große Vorteile für die meisten Rechenzentren, da so die Hardwareausnutzung drastisch verbessert und die Zahl der stromverbrauchenden Server und Speichergeräte reduziert werden kann. Außerdem kann die Serverauslastung von durchschnittlich 10 bis 20 % auf mindestens 50 bis 60 % verbessert werden [4].

Konsolidierung von Servern, Speichern und Rechenzentren

Auf der Serverebene können Blade-Server dabei helfen, die Konsolidierung voranzutreiben, da sie

mehr Verarbeitungsleistung pro Einheit verbrauchtem Strom bieten. Im Vergleich zu herkömmlichen Rack-Servern können sie die gleiche Arbeit mit 20 bis 40 % weniger Energie erledigen.

Eine weitere Möglichkeit ist die Konsolidierung von Speichern. Da größere Festplattenlaufwerke energieeffizienter sind, kann so die Speichernutzung verbessert und der Stromverbrauch gesenkt werden.

Zu guter Letzt können nicht ausgelastete Rechenzentren an einem Standort konsolidiert werden. So können die Betreiber durch die gemeinsame Nutzung von Kühl- und Backup-Systemen erhebliche Einsparungen zu erzielen.

Der Strombedarf von Rechenzentren ist in den vergangenen fünf Jahren in etwa gleich geblieben. Dies ist zum Teil auf das Aufkommen sogenannter Hyperscale-Zentren zurückzuführen, die aufgrund ihrer strukturierten, einheitlichen Systemarchitektur, die sich problemlos auf mehrere Zehntausend Server skalieren lässt, supereffizient sind.

Man sagt, ein Server in einem Hyperscale-Zentrum ist in der Lage, im Schnitt 3,75 Server in einem herkömmlichen Rechenzentrum zu ersetzen. Laut Schätzungen des Lawrence Berkeley National Laboratory aus dem Jahr 2016 würde der Energiebedarf um ein Viertel sinken, wenn 80 % der Server in kleinen Rechenzentren in den USA in Hyperscale-Zentren verlagert würden.

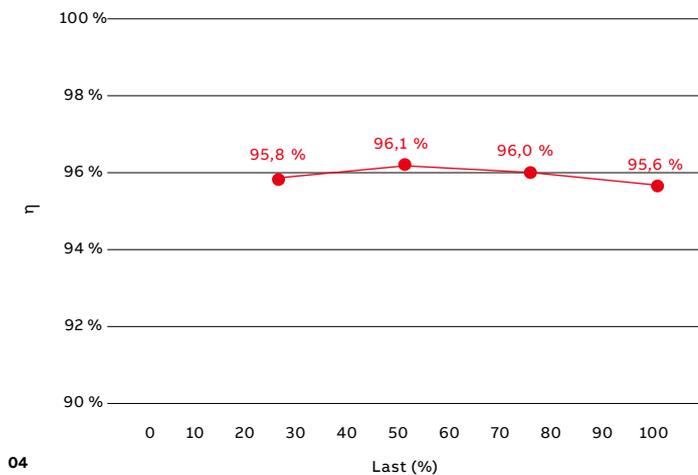
Optimierung des CPU-Stromverbrauchs

Über 50 % des zum Betrieb eines Servers erforderlichen Stroms werden vom Hauptprozessor (CPU)

—
Durch Virtualisierung kann die Serverauslastung von 10–20 % auf mindestens 50–60 % verbessert werden.

benötigt →03. Chiphersteller entwickeln immer energieeffizientere Chipsätze, und die Multi-Core-Technologie ermöglicht die Verarbeitung höherer Lasten mit weniger Strom.

Es stehen aber noch andere Möglichkeiten zur Reduzierung des CPU-Stromverbrauchs zur Verfügung. Die meisten CPUs verfügen über Power-Management-Funktionen, die den Stromverbrauch optimieren, indem sie je nach Auslastung dynamisch zwischen verschiedenen Leistungszuständen hin-



04

und herschalten. Durch die dynamische Absenkung der Prozessorspannung und -frequenz bei geringer Auslastung kann ein unnötiger Energieverbrauch verhindert werden.

Ein solches adaptives Power-Management reduziert den Stromverbrauch, ohne die Verarbeitungsleistung zu beeinträchtigen, und ermöglicht erhebliche Einsparungen bei einer veränderlichen CPU-Auslastung.

Verbesserte Netzteile

Das Netzteil, das den ankommenden Wechselstrom in Gleichstrom umwandelt, macht etwa 25 % des Stromverbrauchs eines Servers aus und steht damit nach der CPU an zweiter Stelle. Die PoL-Spannungsregler (Point of Load), die die 12 V Gleichspannung in verschiedene Gleichspannungen für die Prozessoren und Chipsätze umwandeln, sind weitere Stromfresser. Es gibt mehrere Industriestandards wie „80 PLUS“ zur Verbesserung der Effizienz von Serverkomponenten.

Der von einem Rechenzentrum aufgenommene Strom fließt üblicherweise durch ein USV-System (unterbrechungsfreie Stromversorgung) und sogenannte PDUs (Power Distribution Units), bevor er zur IT-Ausrüstung gelangt. PDUs arbeiten im Allgemeinen mit einem sehr hohen Wirkungsgrad von 94 bis 98 %, d. h. die Energieeffizienz wird vornehmlich von der Umwandlung im USV-System bestimmt.

Doch eine USV nur anhand ihres Spitzenwirkungsgrads zu beurteilen, ist irreführend, da PDUs selten unter Vollast arbeiten. Tatsächlich nutzen viele

IT-Systeme aus Redundanzgründen zwei Stromquellen, was zu Auslastungen von lediglich 20 bis 40 % führt. Aus diesem Grund nutzen Experten eine Wirkungsgradkurve → 04, um einen richtigen Eindruck vom USV-System zu bekommen. Dank Fortschritten in der Leistungselektronik von USVs ist es gelungen, über den gesamten Lastbereich hinweg eine flachere und höhere Wirkungsgradkurve zu erreichen.

Verteilung bei höheren Spannungen

Um weltweiten Standards zu genügen, sind praktisch alle IT-Geräte für Eingangsspannungen von 100 bis 240 V AC ausgelegt. Je höher die Spannung, desto effizienter ist die Einheit. Betreibt man eine USV mit einer Ausgangsspannung von 240/415 V in einem Drehstrom-Vierleiter-System, kann ein Server direkt gespeist werden, was eine 2%ige Reduktion im Energiebedarf der Anlage ermöglicht [5].

Nutzung optimierter Kühlverfahren

Das Kühlsystem eines Rechenzentrums verursacht 30 bis 60 % der Stromkosten. In vielen Anlagen besteht zwar die Möglichkeit, die Kühlkosten mithilfe bewährter Methoden zu reduzieren, doch angesichts der zunehmenden Dichte der Serverracks würde sich vielleicht eine Flüssigkeitskühlung anbieten.

—
Im Schnitt kann ein Server in einem Hyperscale-Zentrum 3,75 Server in einem herkömmlichen Rechenzentrum ersetzen.

Traditionelle Systeme zur Luftkühlung haben sich als sehr wirksam erweisen, wenn es darum geht, eine sichere, kontrollierte Umgebung bei Rackdichten zwischen 2–3 kW und 25 kW pro Rack zu gewährleisten. Doch mittlerweile werden Umgebungen mit Dichten von über 30–50 kW angestrebt, ein Bereich, in dem eine Luftkühlung nicht mehr effektiv ist [4]. In diesen Fällen können alternative Kühlsysteme wie Rücktür-Wärmetauscher eine geeignete Lösung darstellen.

Erhöhung der Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperatur in Serverräumen wird für gewöhnlich konstant bei etwa 22 °C gehalten, d. h. die Auslasstemperaturen an der Klimaanlage liegen bei 15 bis 16 °C. Die American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers empfiehlt für die meisten neuen Geräte jedoch Temperaturen von 15 bis 32 °C bei einer Luftfeuchtigkeitstoleranz von 8 bis 80 %.

—
04 Wirkungsgradkurve einer USV. Experten nutzen diese Information zur Beurteilung von USV-Systemen [6].

—
05 Betreiber von Rechenzentren installieren zunehmend regenerative Erzeugungsanlagen an ihren Standorten und werden damit selbst zu Stromlieferanten.

Literaturhinweise

[1] US EPA Energy Star Program: „Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency, Public Law 109-431“. 02.08.2007. Verfügbar unter: https://www.energystar.gov/buildings/tools-and-resources?search=2007+Report+to+Congress&sort_bef_combine=title+ASC

[2] A. Shehabi et al., Lawrence Berkeley National Laboratory: „United States Data Center Energy Usage Report“. Juni 2016. Verfügbar unter: https://eta-publications.lbl.gov/sites/default/files/lbnl-1005775_v2.pdf

[3] D. Cole, No Limits Software: „Data Center Energy Efficiency – Looking Beyond PUE“. 2011. Verfügbar unter: https://www.missioncriticalmagazine.com/ext/resources/MC/Home/Files/PDFs/WP_LinkedIN%20Data-CenterEnergy.pdf

[4] A. Mpitiopoulos, Tom's Hardware, 12.04.2018. Verfügbar unter: <https://www.tomshardware.com/news/what-80-plus-levels-mean,36721.html>

[5] US DOE, Federal Energy Management Program: „Best Practices Guide for Energy-Efficient Data Center Design“. März 2011. Verfügbar unter: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/10/f3/eedatacenterbestpractices.pdf>



05

Anbindung an das Smart Grid

Smart Grids ermöglichen bidirektionale Energie- und Informationsflüsse zur Realisierung eines automatisierten und dezentralen Stromversorgungsnetzes – und schaffen so die Voraussetzungen für eine tiefe Integration von regenerativen Energien und

—
Das Kühlsystem eines Rechenzentrums verursacht 30 bis 60 % der Stromkosten.

dezentralen Erzeugungsanlagen. Außerdem ist ein Smart Grid mithilfe integrierter Überwachungs- und Steuerungsfunktionen in der Lage, die Schwankungen regenerativer Energien auszugleichen und einen konsistenten und stabilen Stromfluss im Netz zu gewährleisten → 05.

Betreiber von Rechenzentren können nicht nur sauberen Strom aus dem Netz beziehen, sondern durch Installation regenerativer Erzeugungsanlagen an ihren Standorten auch selbst zum Stromlieferanten werden. Erzeuger und Verbraucher können in Echtzeit interagieren, und so z. B. Signale für eine anreizbasierte Stromabnahme oder Lastreduzierung im Notfall empfangen.

Jedes Watt zählt

Aus dem Blickwinkel der Kosten und Nachhaltigkeit zählt jedes Watt. Zusammengenommen können alle hier erwähnten Verbesserungsmaßnahmen einen beträchtlichen Beitrag zur Reduzierung des Energiebedarfs leisten. •

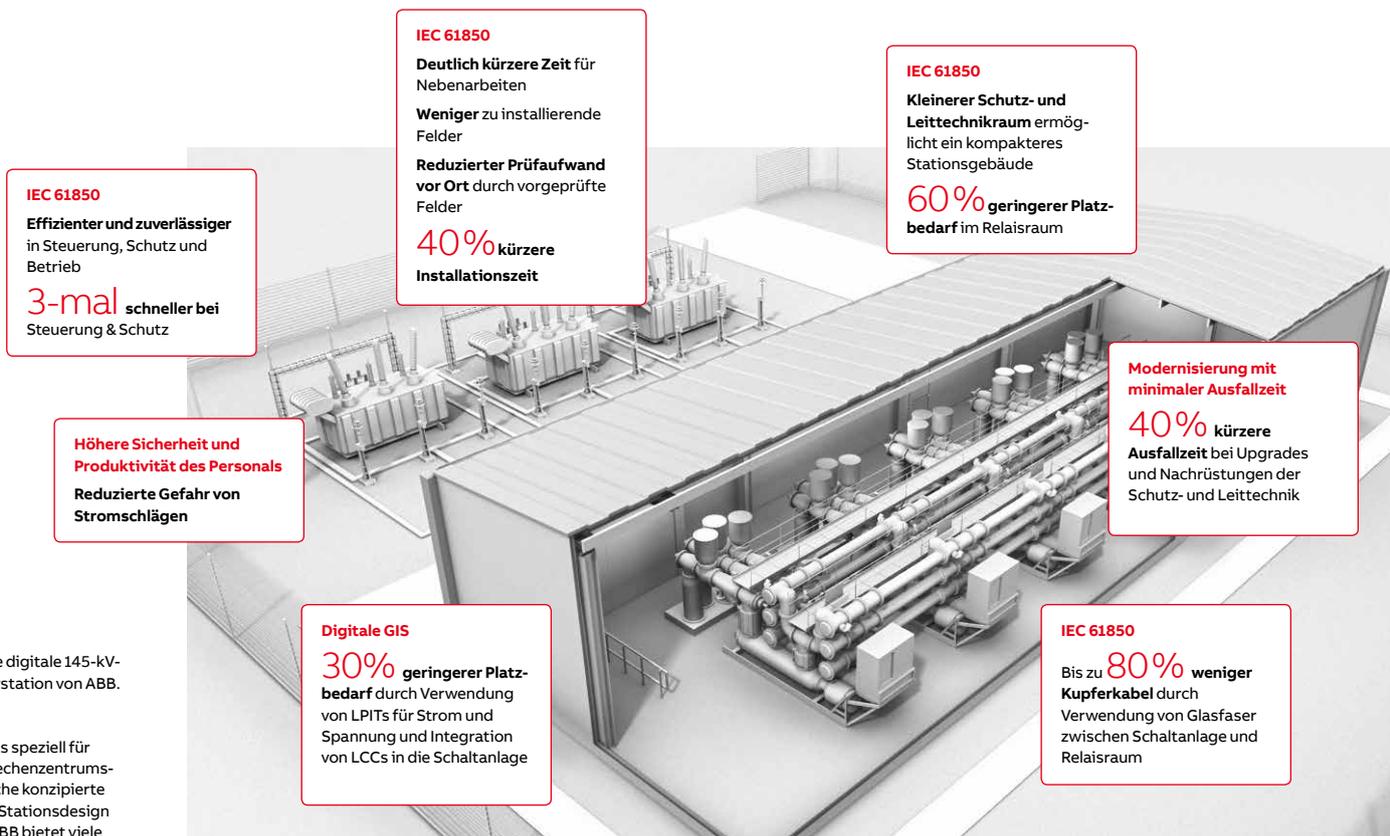
RECHENZENTREN

Unterstationen speziell für die Rechenzentrumsbranche

Während der Bedarf an Rechenzentren unaufhörlich steigt, hilft ABB Power Grids* dabei, den CO₂-Fußabdruck und den Flächenbedarf dieser Einrichtungen zu reduzieren. Die neuste Generation von intelligenten Unterstationen für Rechenzentren [1] zeichnet sich durch intelligente modulare Komponenten und eine um über 50 % reduzierte Menge an Steuerkabeln aus Kupfer aus. Darüber hinaus bieten die intelligenten Unterstationen von ABB ein hohes Maß an Zuverlässigkeit und ermöglichen eine effizientere Wartung mithilfe digitalisierter Daten und eines zustandsbasierten Asset-Managements.

*Ein geplantes Joint-Venture zwischen Hitachi und ABB.





—
01 Die digitale 145-kV-Unterstation von ABB.

—
02 Das speziell für die Rechenzentrumsbranche konzipierte neue Stationsdesign von ABB bietet viele bedeutende Vorteile.

02



William K. Mao
Power Grids
Houston, TX, USA

william.k.mao@
us.abb.com

Dank neuester Entwicklungen hat auch bei Stationskomponenten wie gasisolierten Schaltanlagen (GIS) [2], Leistungstransformatoren, Hochspannungs-Leistungsschaltern und faseroptischen Stromsensoren (FOCS) die Digitalisierung Einzug gehalten →01. So ist der ABB Ability™ Power Transformer (TXpert™) →04 der erste digital integrierte Leistungstransformator, der Echtzeitdaten über Last und Temperatur liefert und die Analyse gelöster Gase (DGA) im Transformatoröl ermöglicht.

Mehrere dieser Komponenten wie Hochspannungs-Leistungsschalter, Schaltanlagen und andere elektrische Betriebsmittel nutzen traditionell SF₆ (Schwefelhexafluorid) als Isoliermedium. SF₆ ist ein anorganisches, farbloses, geruchsloses, nicht entzündliches und ungiftiges Gas, aber leider auch ein äußerst starkes Treibhausgas. Aus diesem Grund hat ABB Power Grids ökoeffiziente Schaltanlagen mit dem bahnbrechenden Isoliergas AirPlus™ auf den Markt gebracht. AirPlus ist ein Gasgemisch mit einem 99,99 % geringeren Treibhauspotenzial (GWP) als SF₆.

Um maßgeschneiderte Lösungen für die rasch wachsende Rechenzentrumsbranche bieten zu können, hat ABB eine speziell für Rechenzentren konzipierte Unterstation eingeführt →02, die auf eine hohe Zuverlässigkeit und Sicherheit ausgelegt ist und gleichzeitig einen effizienten

Betrieb und eine effiziente Wartung über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg ermöglicht. Die neue intelligente Unterstation ist über 30 % kleiner als ihr Vorgänger und kommt mit 50 % weniger Kupfer bei den Steuerkabeln aus.

—
Die neue Unterstation ist über 30 % kleiner als ihr Vorgänger und kommt mit 50 % weniger Kupferkabeln aus.

Weniger Kabel bedeuten weniger Arbeitsstunden vor Ort zum Abisolieren von Kabeln, Crimpen von Verbindungen, Prüfen von Kontakten usw. Kurzum, das neue Stationsdesign reduziert die Bauzeit vor Ort und senkt das Risiko.

Die intelligenten digitalen Unterstationen für Rechenzentren von ABB bieten viele Vorteile gegenüber traditionellen Unterstationen:

- Sie benötigen 30 % weniger physischen Platz für digitale GIS →03–04 durch den Einsatz nichtkonventioneller Kleinsignalwandler (Low-Power Instrument Transformers, LPITs) für die Strom- und Spannungsmessung und



Dave Sterlace
ABB Data Center Solutions
Philadelphia, PA, USA

dave.sterlace@
us.abb.com

durch die Integration von Vor-Ort-Steuer-schränken (Local Control Cubicles, LCCs) in die Hochspannungs-Schaltanlagen.

- Sie benötigen 50 % weniger Kupferkabel durch den Einsatz von Glasfaserkabeln und die reduzierte

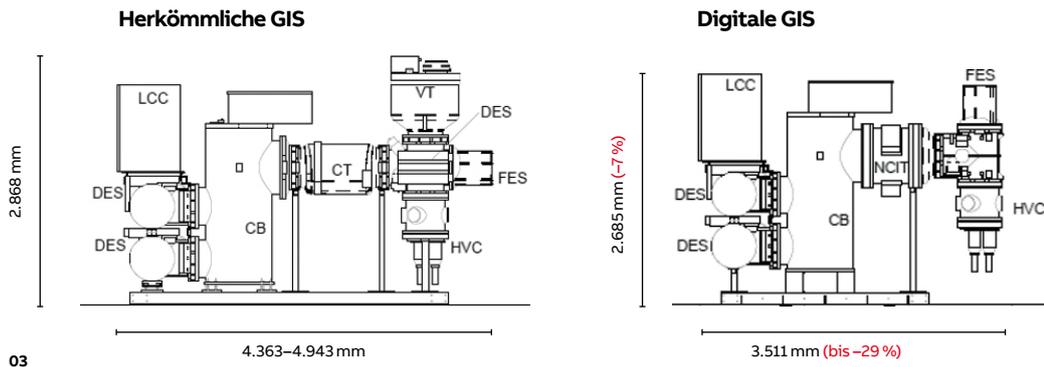
—
ABB Ability™ Ellipse®
APM Edge bietet einen
kostengünstigen Einstieg in
das Asset-Management von
Transformatoren.

Anzahl physischer Verbindungen durch Digitalisierung. Bei einer typischen Unterstation für ein Rechenzentrum mit zwei Hochspannungs-Abgängen können ca. 1.800 kg Kupferkabel eingespart werden.

- Sie erfordern 60 % weniger physischen Platz für Relaisräume, da:
 - Kupferkabel durch Glasfaserkabel ersetzt werden,
 - moderne intelligente elektronische Geräte kleiner sind, mehr Einheiten pro Rack erlauben und multifunktional sind, sodass eine Einheit mehrere ältere Relais ersetzen kann.
- Sie kommen mit weniger und leichteren Komponenten aus und benötigen kleinere Fundamente.
- Sie besitzen einen geringeren CO₂-Fußabdruck aufgrund des geringeren zu transportierenden Materialgewichts und des Verzichts auf schädliches SF₆-Gas.

Nachhaltiges Asset-Performance-Management

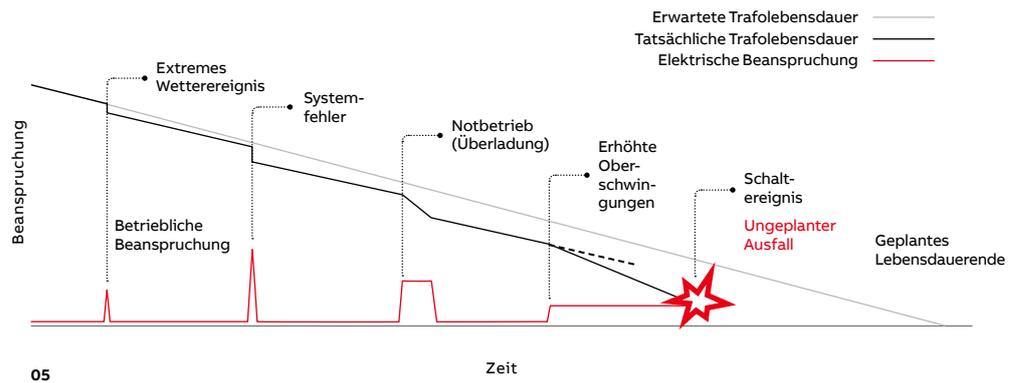
Ein weiterer wichtiger Aspekt von intelligenten Unterstationen für Rechenzentren in puncto Nachhaltigkeit ist die Möglichkeit zur Realisierung eines zustandsbasierten Asset-Performance-Managements (APM). Dies reduziert die erforderlichen Mannstunden und den Umgang mit Hochspan-



—
03 Im Vergleich zu Systemen in herkömmlichen Unterstationen sparen digitale gasisolierte Schaltanlagen (GIS) bei einer durchschnittlichen Station mit sieben Abgängen über 30 t an zu transportierendem Material.

—
04 Digitale gasisolierte Schaltanlagen benötigen 30 % weniger physischen Platz als vergleichbare Systeme in traditionellen Unterstationen. Im Bild: Leistungstransformator vom Typ TXpert™.

—
05 Ellipse AMP Edge nutzt ein menschlich trainiertes, deterministisches Modell, das Datenkomponenten miteinander und mit bekannten Ausfallarten korreliert und praktisch umsetzbare Informationen – z. B. Wartungsempfehlungen – liefert.



nungskomponenten und spart so Ressourcen und trägt zur Verbesserung der Sicherheit bei.

ABB Ability™ Ellipse® APM Edge →05 [4] bietet einen schnellen und kostengünstigen Einstieg in das Asset-Management von Transformatoren in Unterstationen von Rechenzentren. Das Produkt verbindet die branchenführende Asset-Performance-Management-Software von ABB (Ellipse® APM) mit der bewährten Transformatorenkompetenz von ABB in einem kompakten Paket, das mit den Anforderungen des Kunden mitwächst [3].

Ellipse Edge läuft beim Kunden vor Ort und arbeitet mit den meisten industriellen Kommunikationsstandards über kostengünstige Standardhardware zusammen. So kann Ellipse APM auf schnelle und effiziente Weise mit minimalem Kapitalaufwand implementiert werden. Dank der Plug-&-Play-Fähigkeit mit ABB-Sensoren und direkter Sensorkonnektivität entfällt

Das menschlich trainierte, deterministische Modell von Ellipse Edge liefert praktische Wartungsempfehlungen.

die Notwendigkeit einer eigenen historischen Datenbank, und die Wertschöpfung vorhandener Transformatoren-sensoren und Hardware wird erhöht. Ellipse Edge verknüpft Online- und Offline-Daten in einem gemeinsamen System und stellt die Daten gemäß weltweit anerkannter Standards (IEEE, IEC) grafisch dar. Ein Dashboard identifiziert Risiken, sagt Eintrittswahrscheinlichkeiten präzise vorher und hilft bei der Optimierung der Asset-Performance. Darüber hinaus verfügt Ellipse Edge über ein menschlich trainiertes, deterministisches Modell,

das Datenkomponenten miteinander und mit bekannten Ausfallarten korreliert und praktisch umsetzbare Informationen – einschließlich Wartungsempfehlungen – liefert [5].

Insgesamt bietet Ellipse Edge folgende Vorteile:

- Verbesserte Anlagenverfügbarkeit mit minimalen bis gar keinen geplanten und ungeplanten Ausfallzeiten – für kritische Anlagen wie Unterstationen von Rechenzentren von entscheidender Bedeutung.
- Verlängerte Anlagenlebensdauer – es ist umweltfreundlicher, Anlagen länger zu betreiben, als sie vorzeitig zu ersetzen.
- Optimierte vorausschauende Wartung – reduziert unnötigen Abfall und vermindert Routineaufgaben.
- Verhinderung von katastrophalen Ausfällen, die häufig mit Umweltbelastungen einhergehen.
- Integration erneuerbarer Energieressourcen für den Eigenverbrauch.
- Reduzierung des Gesamtenergieverbrauchs vom Netz durch intelligentes Energiemanagement.

Ganz gleich, ob die Unterstation eines Rechenzentrums einen oder Dutzende von Transformatoren umfasst, die Lösung lässt sich ohne großen Kapitaleinsatz mit zunehmendem Bedarf vor Ort oder in der Cloud skalieren. Die Tatsache, dass die Plattform auf einem unabhängigen Netzwerk bzw. Intranet läuft und den strengen Cybersicherheitsstandards von ABB für industrielle Anwendungen genügt, senkt zudem die Sicherheitsrisiken.

Alles in allem sorgt das intelligente Stationsdesign für eine Reduzierung der Abmessungen und Materialanforderungen einer Anlage, sowohl bei den Metallgehäusen als auch bei der Isoliergasmenge, was sich wiederum in einem erheblich geringeren Gewicht niederschlägt. Ferner sind bei digitalen Unterstationen die GIS durch Glasfaserkabel mit der Leittechnik verbunden, wodurch auf Hunderte von Kupferkabeln verzichtet werden kann. Dies senkt nicht nur die Installationskosten, sondern auch die Kosten für die Außerbetriebnahme und das Recycling. •

[1] ABB Substation Automation Systems: „We are bridging the gap“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/substation-automation/systems/digital-substation/bridging-the-gap>

[2] ABB Power Grids: „Eco-efficient switchgear with innovative insulation gases“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/grid/technology/eco-efficient-gas-insulated-switchgear>

[3] ABB Smart Transformers: „Smart Transformers“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/products/transformers/transformer-events/smart-transformers>

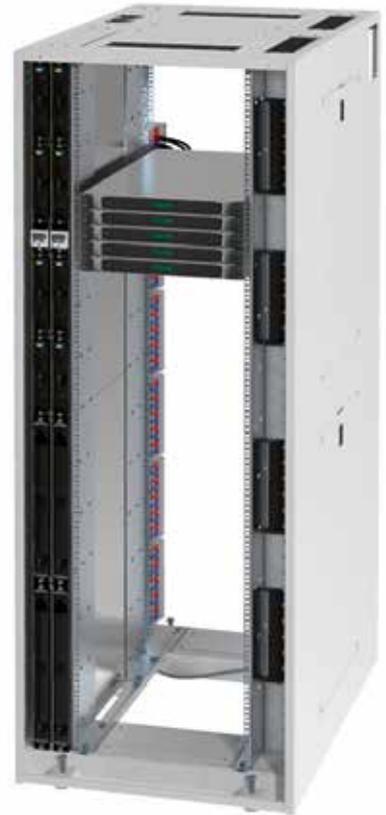
[4] Die Berechnung basiert auf einer typischen HS-Unterstation für Rechenzentren mit 400 verdrahteten Verbindungen der Stärke 12 AWG.

[5] ABB Power Grids: „ABB Ability™ Power Transformer – the world's first digitally integrated power transformer“. Verfügbar unter: https://www.youtube.com/watch?v=j2DL_DVZ3-E. Weitere Informationen finden Sie unter: <https://new.abb.com/distributed-energy-microgrids>

RECHENZENTREN

Na-Ionen-Batterien: Flexibilität in Konzeption und Betrieb

Eine neue Natrium-Ionen-Batterie schafft Platz und erhöht die Flexibilität bei der Konzeption von Rechenzentren und anderen kritischen Einrichtungen. Diese Batterien unterstützen zuverlässig und sicher mehrere Zehntausend Entladezyklen mit sehr hohen Spitzenleistungen, ohne die Gefahr eines Brands, einer Explosion oder des Ausgasens, womit sie an Standorten eingesetzt werden können, die für Blei- und Lithiumbatterien undenkbar wären.



01



Jack Pouchet
Natron Energy
Santa Clara, CA, USA

Blei-Säure-Batterien spielen seit Jahrzehnten eine wichtige Rolle in der Stromversorgung für verschiedenste Anwendungen. Diese reichen vom Gesundheitswesen über die Kommunikation und die Fertigung bis hin zu Rechenzentren. Doch trotz erheblicher Bemühungen, diese bedeutenden Komponenten zu verbessern, weisen sie noch immer Defizite in puncto Lebensdauer, Leistungsdichte und Spitzenleistung auf. Angesichts dieser Einschränkungen werden wichtige Einrichtungen mit einem hohen Maß an Redundanz konzipiert und betrieben.



Dave Sterlace
ABB Data Center Solutions
Philadelphia, PA, USA

Doch die Dinge ändern sich. Jüngste Fortschritte auf dem Gebiet der Batteriechemie eröffnen neue Möglichkeiten im Hinblick auf die Konzeption und den Betrieb von Rechenzentren und anderen kritischen Einrichtungen. Es lohnt sich also, zu schauen, welche Technologien den besten Mix hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Verfügbarkeit, Lebensdauer und Zyklenrate, Energie- und Leistungsdichte (zwei verschiedene Eigenschaften) und nicht zu vergessen Zuverlässigkeit, Sicherheit, Nachhaltigkeit und Effizienz bieten.

dave.sterlace@
us.abb.com

Drei Batterietypen

Es gibt drei Batteriechemien, die sich für kritische elektrische Systeme eignen: Blei-Säure, Lithium-Ionen und Natrium-Ionen.

Blei-Säure-Batterien sind wohlbekannt und trotz ihrer Nachteile die Standardlösung, wenn es um die kurz- und mittelfristige Energiespeicherung für wichtige Prozesse geht.

Einige Infrastrukturbetreiber experimentieren mit einer Kombination aus Lithium-Ionen-Batterien und batteriegestützten Energiespeichersystemen (BESS) – mit unterschiedlichen Ergebnissen. Die relativ schnelle Akzeptanz dieses Batterietyps hat zur Entstehung neuer Sicherheitsvorschriften, elektrischer Standards und Richtlinien geführt, die nur schwer mit den spezifischen Eigenschaften dieser Batterien Schritt halten können. Darüber hinaus können Lithium-Ionen-Batterien zurzeit nicht recycelt werden, und ihre Nutzung in Anwendungen wie Elektrofahrzeugen und Mobiltelefonen schränkt das Angebot ein.

—
01 Die einzigartige Spitzenleistung von Natrium-Ionen-Batterien kann genutzt werden, um neue Lösungen wie die ABB Edge Distributed Data Center Power Architecture zu ermöglichen.

—
02 Dank ihres hohen Leistungs-Energie-Verhältnisses ermöglichen Natrium-Ionen-Batterien Rechenzentren eine Reduzierung ihres Platz- und Kühlbedarfs gegenüber Blei- oder Lithiumbatterien.

—
03 Mit mehreren Zehntausend Zyklen übertreffen Natrium-Ionen-Batterien Blei- und Lithium-Batterien bei Weitem.

—
04 Dank ihrer hervorragenden Sicherheitseigenschaften können Natrium-Ionen-Batterien in Bereichen eingesetzt werden, in denen Lithiumbatterien nicht zulässig sind und die Lebenserwartung von Bleibatterien für die Last nicht ausreichend ist.

Seit Neuestem steht eine weitere Batteriechemie zur Verfügung: Natrium-Ionen →01. Bei dieser Art von Batterie kommen Kathoden und Anoden aus Preußischblau-Analoga zum Einsatz. Die Batterien zeichnen sich durch einen extrem geringen inneren

—
Natrium-Ionen-Batterien übertreffen Blei- und Lithiumbatterien in vielerlei Hinsicht.

Widerstand, eine hohe Zyklenrate und eine hohe Spitzenleistung aus, sind nicht entflammbar und konstruktionsbedingt sicher gegen thermisches Durchgehen. Die Chemie ist nicht nur sicher – sie erfüllt die Anforderungen gemäß UL9540A und NFPA855 – sondern auch nachhaltig, da sie vornehmlich aus Aluminium, Mangan, Eisen, Preußischblau (einem anorganische Pigment) und Natriumionen bestehen. Damit ist die Herstellung der Batterien nicht auf Seltenerdmetalle, Konfliktminerale oder fragwürdige Lieferketten angewiesen.

In ihrer Leistungsfähigkeit übertreffen die neuen Natrium-Ionen-Batterien sowohl Blei- als auch Lithiumbatterien in puncto Spitzenleistung →02, Zyklenrate, Zyklenzahl, Lade-/Entladezeiten →03, Gesamtwirkungsgrad, Sicherheit und Betriebstemperaturbereich. Diese Eigenschaften, insbesondere hinsichtlich der Spitzenleistung, ermöglichen es Rechenzentren und anderen kritischen Einrichtungen mit begrenztem Platzangebot, Leistung und Platz freizusetzen, da die erforderliche Spitzenleistung und Reservestart-/Überbrückungskapazität in einem deutlich geringeren Volumen und ohne zusätzliche Kühllast realisiert werden können.

Dank ihrer Fähigkeit zur wiederholten, zuverlässigen und sicheren Entladung mit sehr hoher Spitzenleistung ohne die Gefahr eines Brands, einer Explosion oder des Ausgasens bei häufigem wiederholten Einsatz können Natrium-Ionen-Batterien an Standorten und in Architekturen eingesetzt werden, die für Blei- und Lithiumbatterien undenkbar wären →04.

Natrium-Ionen-Batterien können und werden in Rechen- und Kommunikationszentren im „Weißraum“ in den Racks für die IT-/Telekommunikationsausrüstung eingesetzt – ein Bereich, in dem Lithiumbatterien häufig nicht zulässig sind und die Leistungsfähigkeit von Bleibatterien nicht ausreicht, um die Last zu unterstützen.

Reduzierung des Platz-, Leistungs- und Kühlbedarfs
Die einzigartige Spitzenleistung von Natrium-Ionen-Batterien kann genutzt werden, um neue Stromversorgungsarchitekturen zu ermöglichen. Ein mögliches

4-mal höheres Leistungs-Energie-Verhältnis



02

10-mal längere Lebensdauer (Tiefentladungszyklen)



03

Nicht entflammbar bei Ausfall oder Missbrauch

	Blei-Säure	Li-Ionen	Na-Ionen
Erwärmen	✓	✗	✓
Überladen	✗	✗	✓
Kurzschluss	✗	✗	✓
Nagelpenetration	✓	✓	✓

04

Beispiel hierfür ist die ABB Edge Distributed Data Center Power Architecture →01.

Mithilfe von Natrium-Ionen-Batterien kann mehr als die doppelte Gesamtsystemleistung von Blei- oder Lithiumbatterien bereitgestellt werden. Und sollte eine Batterie ausfallen, reicht die Spitzenleistung der verbleibenden Batterie (n = 2) bzw. Batterien (n = 3+) aus, um die gesamte Last bei einem Ausfall zu unterstützen, ohne dass eine Reservebatterie erforderlich ist.

Diese innovativen 4-kW-Batterien für die Rackmontage würden sich für Rechenzentrums-, Telekommunikations- und Industrieanwendungen eignen. In naher Zukunft werden größere Natrium-Ionen-Batterien in Batterieschränken zu 300 kW von Natron Energy für Rechenzentrumsanwendungen zur Verfügung stehen. Diese besitzen dieselben inhärenten Eigenschaften wie aktuelle rackmontierte Einheiten und eröffnen neue Perspektiven im Hinblick auf die Konzeption kritischer Einrichtungen unter reduzierten Platz-, Leistungs- und Kühlanforderungen.

Mit ihrer Schnellladefähigkeit und mehreren Zehntausend Zyklen schaffen Natrium-Ionen-Batterien die Voraussetzung für die Realisierung einer softwaregesteuerten Energieoptimierung (Software-Defined Power, SDP) für Rechenzentren, Telekommunikations-/Netzwerkssysteme und Edge-Computing-Knoten, mit der sich aus traditionellen Fixkosten und ungenutzten Assets neue Umsätze generieren lassen. •

RECHENZENTREN

Das Geheimnis hinter Smart Cities

Um die riesigen Datenmengen, die von digitalen Diensten erzeugt werden, optimal nutzen zu können, benötigen Smart Cities enorme Datenspeicher- und -verarbeitungsressourcen. Kurz gesagt, sie benötigen Rechenzentren. Doch da solche Einrichtungen enorme Energiemengen benötigen, sind energiesparende Technologien gefragt. ABB hat Kunden rund um den Globus dabei geholfen, ein außerordentlich hohes Maß an Effizienz zu erreichen – wie folgende zwei Beispiele zeigen.

Über die Hälfte der Weltbevölkerung lebt in Städten. Dies zwingt die Städte dazu, die Effizienz ihrer Infrastrukturen stetig zu verbessern. Die wahrscheinlich beste Möglichkeit dazu bietet das Konzept der Smart City – die Integration von Informationstechnologie

—

ABB hat die elektrische Infrastruktur zur Versorgung des Zentrums mit erneuerbarer Energie bereitgestellt.



Dave Sterlace
ABB Data Center Solutions
Philadelphia, PA,
USA

dave.sterlace@
us.abb.com

und dem Internet der Dinge (IoT). Dies wiederum schafft die Voraussetzungen für die nahtlose Integration von Diensten – z. B. zur Verkehrsführung, zum intelligenten Parken, zum Laden von Elektrofahrzeugen, für den öffentlichen Personenverkehr – und das Energiemanagement von Gebäuden und Wohnvierteln mit Wind- und Solarparks.

Smart-City-Dienste erzeugen Daten, die durch positive Rückkopplung immer bessere Analysen ermöglichen, die wiederum zur Verbesserung der Dienste beitragen. Doch Smart Cities erfordern enorme

Datenspeicher- und -verarbeitungsressourcen. Mit anderen Worten, um die ganzen implementierten Technologien und das Potenzial der erfassten Daten optimal nutzen zu können, benötigen fortschrittliche Städte Rechenzentren.

Europas umweltfreundlichstes Rechenzentrum

Das seit Mai 2017 in Betrieb befindliche Lefdal Mine Datacenter [1] wurde in einem ehemaligen Olivin-Bergwerk 150 m tief in den Berg gebaut →01. Olivin ist ein grünes Mineral mit hoher Dichte, das für die Stahlherstellung verwendet wird. Die an der norwegischen Westküste zwischen Måløy und Nordfjordeid gelegene, sechs Stockwerke hohe Halle im Berg setzt neue Maßstäbe in der Rechenzentrumsbranche.

Das 120.000 m² große Rechenzentrum hat eine Speicherkapazität von schätzungsweise 30 Mrd. GB und wird ausschließlich durch lokal erzeugte erneuerbare Energie gespeist. Die Kühlung erfolgt durch Wasser aus einem nahegelegenen Fjord. ABB hat die kritische Stromversorgungsinfrastruktur bereitgestellt, die das Zentrum mit sauberer Energie von vier Wasserkraftwerken und zwei Windparks mit einer Gesamtleistung von über 300 MW versorgt.

Da das Lefdal Mine Datacenter zur Kühlung kaltes Wasser aus einem 565 m tiefen Fjord nutzt, ist es

—
01 Das 120.000 m² große Lefdal Mine Datacenter in Norwegen wird ausschließlich durch lokal erzeugte erneuerbare Energie versorgt und mit Wasser aus einem nahegelegenen Fjord gekühlt.

außerordentlich energieeffizient. So erreicht das Kühlsystem einen PUE-Wert (Power Usage Effectiveness) – der Branchenstandard für Energieeffizienz – zwischen 1,08 und 1,15. Damit gehört Lefdal Mine zu den umweltfreundlichsten Rechenzentren der Welt.

Um die Herausforderungen, die mit der Versorgung einer so großen Anlage verbunden sind, zu bewältigen, baute ABB ein Mittelspannungsnetz als Rückgrat

—
Bei einer geschätzten Speicherkapazität von 30 Mrd. GB beträgt die erwartete Spitzenleistung von Lefdal Mine 300 MW.

für die gesamte Anlage. Für Notfälle hat ABB ein dezentrales unterbrechungsfreies Stromversorgungssystem (USV) bereitgestellt, d. h. jeder Abschnitt

innerhalb des Rechenzentrums besitzt seine eigene USV-Anlage. Bei einem Problem mit dem Stromnetz sorgt die USV bis zum Einschalten der Reservegeneratoren für eine zuverlässige Stromversorgung.

ABB war von Anfang an als Projektpartner beteiligt und hat nicht nur maßgeschneiderte Stromversorgungslösungen geliefert, sondern auch ihr umfangreiches Wissen und ihre Erfahrung eingebracht. Das Stromversorgungssystem ist so ausgelegt, dass es auch bei der erwarteten Spitzenleistung von 300 MW zuverlässig funktioniert. Wenn das Zentrum seine maximale Kapazität erreicht hat, gehört Lefdal zu den größten Rechenzentren Europas.

Rechenzentren und internationale Investitionen anzuziehen, ist ein wichtiger Bestandteil der Industriepolitik und der „Powered by Nature“-Strategie der norwegischen Regierung. Dank dieser Strategie und der rapide steigenden weltweiten Nachfrage nach Rechenzentren, die durch erneuerbare Energien gespeist werden, übernimmt Lefdal Mine mit seiner einzigartigen Lage und Technik eine Vorreiterrolle.



—
02 ABB stellt NEXTDC eine umfassende Lösung mit kompletten Stromverteilungssystemen, einem Überwachungssystem für kritische Dienste und den dazugehörigen Implementierungs- und Supportservices bereit.

Angesichts der zunehmenden Digitalisierung der Welt geht ABB davon aus, noch lange einen wichtigen Betrag zur Stromversorgung von Lefdal und Norwegen leisten zu können.

Energieeinsparungen und 100%ige Verfügbarkeit in Australien

Der im australischen Brisbane ansässige Rechenzentrumsbetreiber NEXTDC →02 hat ABB damit beauftragt, die notwendige elektrische Infrastruktur und Automatisierungstechnik bereitzustellen, um eine Überwachung und Anpassung seiner kritischen Rechenzentrumsinfrastruktur in Echtzeit zu ermöglichen [2]. Dies soll dem Unternehmen dabei helfen, sein gegebenes Garantieverprechen von einer 100%igen Verfügbarkeit einzuhalten.

Als innovativster DCaaS-Anbieter (Data Center as a Service) im asiatischen Raum bietet NEXTDC Colocation-Services für lokale und internationale Unternehmen an. Das Ziel von NEXTDC ist die Schaffung einer Infrastrukturplattform für die digitale Wirtschaft mit besonderem Augenmerk auf Nachhaltigkeit und die Nutzung erneuerbarer Energien.

Literaturhinweise

[1] ABB: „ABB solutions power Europe's greenest data center in Norway“. 28.06.2018. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/detail/5407/abb-solutions-power-europes-greenest-data-center-in-norway>

[2] ABB: „ABB supports NEXTDC in delivering Australian businesses with 100% uptime“. 10.03.2020. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/detail/58276/abb-supports-nextdc-in-delivering-australian-businesses-with-100-uptime>

ABB stellt dem Unternehmen dazu eine umfassende Lösung mit kompletten Stromverteilungssystemen, einem Überwachungssystem für kritische Dienste (Critical Services Monitoring System, CSMS) und den dazugehörigen Implementierungs- und Supportservices bereit.

Eine integrierte Lösung

Das Ziel von NEXTDC ist es, die Gesamtkosten pro Megawatt seiner Rechenzentren mit jeder neu gebauten Einheit zu reduzieren. Die integrierten Stromverteilungs- und CSMS-Lösungen von ABB, insbesondere die ABB Ability™ Data Center Automation Lösung, helfen NEXTDC dabei, diese Ziele zu erreichen, indem sie für eine bessere Energieeffizienz sorgen und Zeit- und Kosteneinsparungen ermöglichen.

Kosten-, Energie- und Zeiteinsparungen

Die Überwachung der Energienutzung, Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit in den Datenhallen gehört zu den Hauptfunktionen des CSMS, das die Zuverlässigkeit in jeder Datenhalle sicherstellt und Energieeinsparungen ermöglicht.

Das CSMS nutzt Verfahren der Datenaggregation und -visualisierung, um ein hohes Maß an Echtzeit-Transparenz zu gewährleisten. Dazu gehören Darstellungen

Das ABB Ability™ Data Center Automation System integriert Daten aus IT-, Stromversorgungs-, Kühl- und Gebäudesystemen.

der Rechenzentrumsinfrastruktur auf höherer (aggregierter) und niedrigerer (granularer) Ebene – einschließlich Unternehmens-, Grundriss-, Zonen-, System- und Komponentenansichten.

Das ABB Ability™ Data Center Automation System integriert Daten aus IT-, Stromversorgungs-, Kühl- und Gebäudesystemen und beseitigt damit die Notwendigkeit einer manuellen Datenerfassung zur Berechnung von Nutzungskennzahlen und anderen Leistungsindikatoren (KPIs) – Faktoren, die NEXTDC dabei helfen, seine Effizienz- und Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. •



—
01 Die Anwendung der IEC 61850 auf den Schutz und die Überwachung der Stromversorgung von Rechenzentren ermöglicht eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit bei gleichzeitiger Reduzierung der Kosten. Im Bild: Mittelspannungs-Schaltanlagen in einem Rechenzentrum.



01

RECHENZENTREN

IEC 61850 vereinfacht die Versorgungsinfrastruktur von Rechenzentren

Die IEC 61850 ist ein etablierter Kommunikationsstandard für die Stationsautomatisierung. Die hohe Zuverlässigkeit, integrierte Diagnose, hohe Selektivität, schnellere Reaktion im Fehlerfall und höhere Fehlertoleranz, die die IEC 61850 verspricht, macht sie zum idealen Standard auch für die Stromversorgungsinfrastruktur von Rechenzentren.



Vincent Duong
ABB Digital Solution
Center
Lake Mary, FL, USA

vincent.duong@
us.abb.com

Man kann mit Fug und Recht behaupten, dass die Veröffentlichung der IEC 61850 im Jahr 2004 die Welt der Schaltanlagenautomatisierung revolutioniert hat. Die IEC 61850 – zu der ABB maßgeblich beigetragen hat – stellt ein standardisiertes Rahmenwerk für die Schaltanlagenintegration dar und beschreibt die Kommunikationsanforderungen, die funktionalen Eigenschaften, die Struktur der Daten in Geräten, die Benennungskonventionen für die Daten, die Art und Weise, wie Anwendungen interagieren und die Geräte steuern, sowie die Art und Weise, wie die Konformität mit der Norm geprüft werden sollte.

Die Fähigkeiten der IEC 61850 zur Integration von Schutz- und Überwachungsfunktionen in Nieder- und

Mittelspannungsanlagen wurden schnell erkannt, und mittlerweile wird die Norm zunehmend für Anwendungen im Nieder-, Mittel- und Hochspannungsbereich eingesetzt. Zu den Geräten, die von einer Funktionalität gemäß IEC 61850 profitieren, gehören Schutzrelais, Leistungsschalter, Kommunikations-Gateways, speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und SCADA-Architekturen (Supervisory Control and Data Acquisition). Miteinander kombiniert ermöglichen diese Geräte die Konzeption und den Betrieb eines vollständig integrierten Schutz- und Überwachungssystems, das die oben beschriebenen Spannungsbereiche umfasst. Die IEC 61850 dient dabei als Grundlage für die Realisierung von Funktionen wie einer erweiterten

logischen Selektivität auf Basis direkter Gerätekommunikation (Device-to-Device), Echtzeit-Diagnosen und einem integrierten Engineering.

Die IEC 61850 eignet sich hervorragend für die Automatisierung der Stromversorgungsinfrastruktur von Rechenzentren →01.

IEC 61850 und Rechenzentren

Die Welt erlebt zurzeit eine Datenexplosion. So wächst nicht nur die Datenmenge mit atemberaubender Geschwindigkeit, auch die Abhängigkeit der Gesellschaft von diesen Daten nimmt täglich zu. Dies führt dazu, dass Rechenzentren in vielen Ländern mittlerweile zur kritischen Infrastruktur gehören. Fällt ein Rechenzentrum aus, entsteht Chaos, weshalb eine zuverlässige Stromversorgung unverzichtbar ist. Im Allgemeinen verfügen Rechenzentren deshalb über wohlgedachte Backup-Systeme wie unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV), Dieselgeneratoren usw.

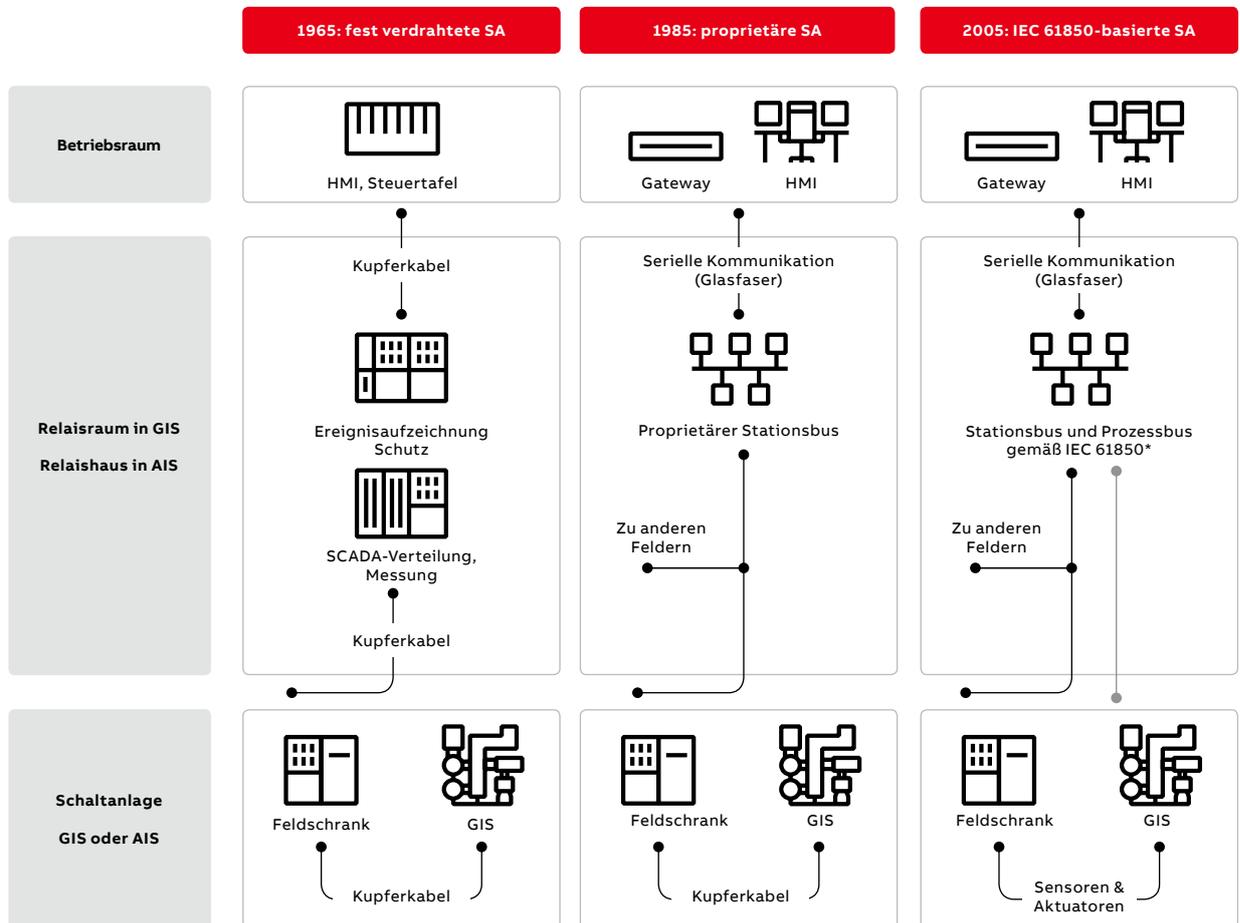
Durch die Automatisierung der Stromversorgungsinfrastruktur mithilfe IEC 61850-fähiger Geräte und einer IEC 61850-basierten GOOSE-Kommunikation (Generic Object-Oriented Substation Event) lassen sich erhebliche Verbesserungen, z. B. im Hinblick auf die Zuverlässigkeit der Stromversorgung, die Betriebssteuerung und Kostensenkungen, erzielen →02.

GOOSE

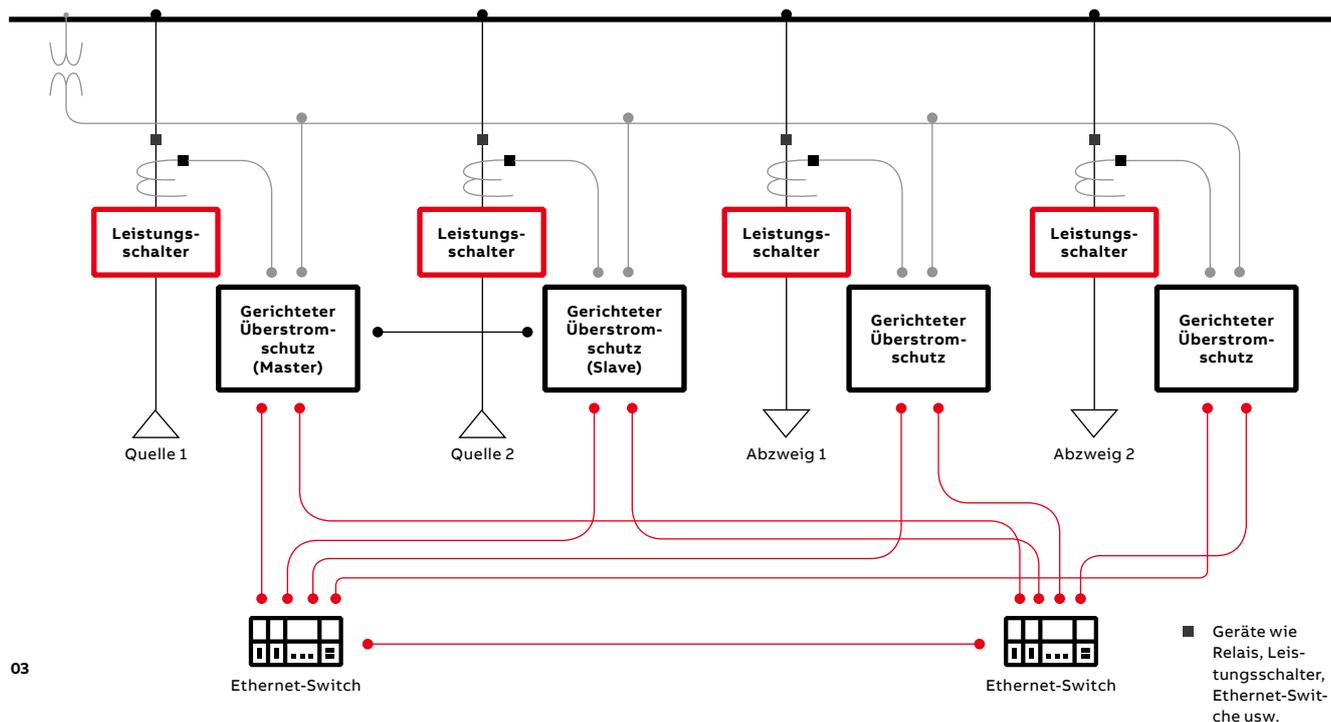
Tritt in einer Stromversorgungskomponente ein Fehler auf, muss das Schutzgerät, das den Fehler erkannt hat, so schnell wie möglich entsprechende Fehlerinformationen an die Geräte übertragen, die entscheiden, welcher Leistungsschalter ausgelöst werden soll. Fände diese Übertragung

Das entscheidende technische Merkmal bei GOOSE-Nachrichten ist die Latenz.

in einem Rundlauf- oder anderen zyklischen Verfahren statt, bei dem das Gerät auf den Zugang zum Kommunikationsmedium warten muss, hätte dies inakzeptable Verzögerungen zur Folge. Die effektive Handhabung einer solchen nicht zeit- sondern ereignisbasierten Kommunikation ist eines der besonderen Merkmale der IEC 61850. Umgesetzt wird sie mithilfe spezieller Datenpakete, die als GOOSE-Nachrichten bezeichnet werden. Bei GOOSE-Nachrichten ist das entscheidende technische Merkmal nicht die Zyklusdauer, sondern die Latenz, d. h. die Verzögerung zwischen einem Ereignis und der Übertragung relevanter Informationen im Netzwerk.



* Der Prozessbus ist gemäß IEC 61850 nicht zwingend erforderlich, sondern optional



03

Eine wesentliche Eigenschaft von GOOSE-Nachrichten ist, dass sie neben der üblichen vertikalen Kommunikation zwischen Gerät und Überwachungssystem auch für die horizontale Kommunikation (d. h. Peer-to-Peer) zwischen Geräten verwendet werden können. So kann eine logische Selektivität oder Verriegelung zwischen

werden, dass es regelmäßig (z. B. jede Sekunde) eine „Ping“-Nachricht an andere Geräte sendet, um mitzuteilen, dass sein Status normal ist. Bleiben diese Meldungen aus, können die jeweiligen Empfänger Alarmlmeldungen senden, in einen vordefinierten sicheren Modus schalten oder andere Maßnahmen initiieren. Da die Diagnosemeldungen dasselbe Kommunikationsmedium nutzen wie andere Datenpakete, ist keine zusätzliche Hardware erforderlich.

GOOSE-Nachrichten können auch zur Implementierung eines integrierten Diagnosemechanismus verwendet werden.

zwei Leistungsschaltern durch direkten Nachrichtenaustausch zwischen den betreffenden Geräten implementiert werden, ohne dass der Vorgang von einer zentralen Verarbeitungseinheit gesteuert werden muss. Eine horizontale Kommunikation verbessert sowohl die Leistungsfähigkeit (kürzere Gesamtreaktionszeit und effizientere Nutzung des Kommunikationskanals) als auch die Zuverlässigkeit (da ein Ausfall der Zentraleinheit das gesamte Schutzkonzept beeinträchtigen würde).

Neben der Fehlersignalisierung können GOOSE-Nachrichten auch zur Implementierung eines integrierten Diagnosemechanismus im Versorgungsschutzsystem eines Rechenzentrums verwendet werden. Dabei kann jedes Gerät so konfiguriert

GOOSE-basierter Sammelschienenschutz

Mit entsprechender IEC 61850-Kommunikation können Rechenzentren auf ein eigenes Sammelschienen-Schutzrelais verzichten. Stattdessen werden die Relais der einzelnen Leistungsschalter, z. B. das Abzweigschutzrelais oder das Versagerschutzrelais verwendet. Ein „Master“-Relais übernimmt dabei die Rolle des Sammelschienen-schutzes, während ein anderes Relais als Reserve für den Master fungiert. Alle am IEC 61850-basierten Sammelschienen-schutz beteiligten Relais kommunizieren über GOOSE-Protokolle →03.

IEC 61850-kompatible Geräte wie die Relais der ABB Relion-Reihe und die Leistungsschalter vom Typ Emax 2 verfügen normalerweise über mehrere Ethernet-Ports mit PRP-Unterstützung (Parallel Redundancy Protocol). PRP ermöglicht Doppelstern-Netzwerktopologien mit selbstheilenden Ringen, die praktisch eine Kommunikationsverfügbarkeit von 100 % erreichen. Die Doppelstern-Konfigurationen erzeugt bei zukünftigen Erweiterungen weniger Netzwerkstörungen, ermöglicht eine schnellere Fehlerbehebung, besitzt eine minimale Kommunikationslatenz und ist wartungsfreundlicher.

— 02 Stationsautomatisierung (SA) – von fest verdrahteten Systemen über proprietäre Protokolle bis hin zur IEC 61850.

— 03 Prinzipschaltbild eines GOOSE-basierten Sammelschienenschutzes mit vorhandenen Abzweigrelais.

Ein Versorgungsschutzkonzept für Rechenzentren auf der Basis der IEC 61850 bietet noch weitere Vorteile: Da ein glasfaserbasiertes Ethernet-Netzwerk zum Einsatz kommt, kann die teure, platzintensive, komplizierte und fehleranfällige Punkt-zu-Punkt-Kupferverdrahtung, wie sie in traditionellen Rechenzentrumsanlagen zum Einsatz kommt, reduziert werden oder ganz entfallen. Diese Reduktion (bzw. Beseitigung) der Querverdrahtung zwischen Relais bringt wiederum erhebliche Einsparungen beim Engineering, bei der Installation (Arbeitsaufwand und Zeit) und beim Material mit sich. Allein die Reduktion der Kupferverdrahtung hat erhebliche positive finanzielle Auswirkungen und bietet Vorteile im Hinblick auf die Zuverlässigkeit und die Lebenszykluskosten. Bei neuen Anlagen reduzieren sich die Kosten, weil auf zusätzliche Schutzrelais verzichtet werden kann. Der IEC 61850-Bus vereinfacht zudem zukünftige Veränderungen und Erweiterungen.

Automatischer Netzumschalter (ATS)

Ein weiteres Beispiel für eine mögliche IEC 61850-Anwendung ist der automatische Netzumschalter (Automatic Transfer Switch, ATS). Da die Verfügbarkeit und Stabilität der Stromversorgung für den Rechenzentrumsbetrieb von entscheidender Bedeutung ist, wird eine solche Anlage typischerweise von zwei Netzstromquellen in einer sogenannten M-T-M-Konfiguration (Main-Tie-Main) gespeist → 04. Der ATS stellt eine wirksame und zuverlässige Methode dar, um von einer Sammelschiene, deren Stromquelle ausgefallen ist, auf eine andere, störungsfreie Sammelschiene umzuschalten. Um schnell die verfügbare alternative Quelle zu identifizieren und die Lasten von der gestörten zur störungsfreien Sammelschiene umzuschalten, tauschen die beteiligten Relais GOOSE-Nachrichten mit verschiedenen Zustandsdaten wie dem Spannungsverlustereignis, Funktionszustand der alternativen Quelle, bevorstehende Auslösungen des Überstrom- oder Sammelschienenschutzes, Normalzustand der Haupt- und Kuppelleistungsschalter usw. aus. Eine solche Nutzung der IEC 61850 bietet die folgenden Vorteile:

- Reduzierung des Material- und Arbeitsaufwands für die Verdrahtung
- Minimierung der Systemverlustdauer
- sicherer Betrieb mit minimierter Belastung der Reservegeneratoren und USVs
- vollständige Transparenz der Relaisdaten für Reporting-, Überwachungs- und Analysezwecke

Vereinfachung von Engineering und Konfiguration

Weitere Vorteile bietet die IEC 61850 im Hinblick auf Engineering- und Konfigurationsprozesse. Aufgrund der hohen Komplexität und Anzahl der an einer typischen Stromversorgung für Rechenzentren beteiligten Geräte wäre die Konzeption eines Schutzsystems ohne einen strukturierten, computergestützten Prozess schwierig, da die ungeheure Menge an Konfigurations- und betriebsbezogenen Details kritische Fehler begünstigt. Um dies zu vermeiden, setzt die IEC 61850 auf die Standardisierung von Objekten und Datentypen sowie auf formelle elektronische Beschreibungen.

Der Komplexität von IEDs (Intelligent Electronic Devices) begegnet die IEC 61850, indem jedes Gerät als eine Reihe logischer Objekte beschrieben wird, die in die Endanwendung übertragen werden können. Dabei sind die Objekte so abstrakt, dass sie für verschiedene Arten von Geräten von unterschiedlichen Herstellern verwendet werden können, aber realistisch genug, um für den jeweiligen Engineering-Job anwendbar zu sein. Beispiele für solche Objekte sind Überstromschutz, Strom- und Spannungsmessung, Steuerung eines Schalters usw.

Einen Eckpfeiler des IEC 61850-Datenmodells bildet ein Katalog von standardisierten logischen Objekten mit klar definierten Bedeutungen sowie gültigen Parametern und Datenelementen. Alle IEC 61850-konformen Geräte nutzen die gleichen Objekte zur Implementierung der gleichen Funktion, sodass in einer Rechenzentrumsanwendung Objekte auf gleiche Weise miteinander kombiniert werden können.

Eine solche Standardisierung reicht bis zu den Objektnamen (z. B. steht PTOC immer für einen Überstromschutz), was Entwicklern die Erkennung

— Alle Geräte nutzen die gleichen Objekte zur Implementierung der gleichen Funktion.

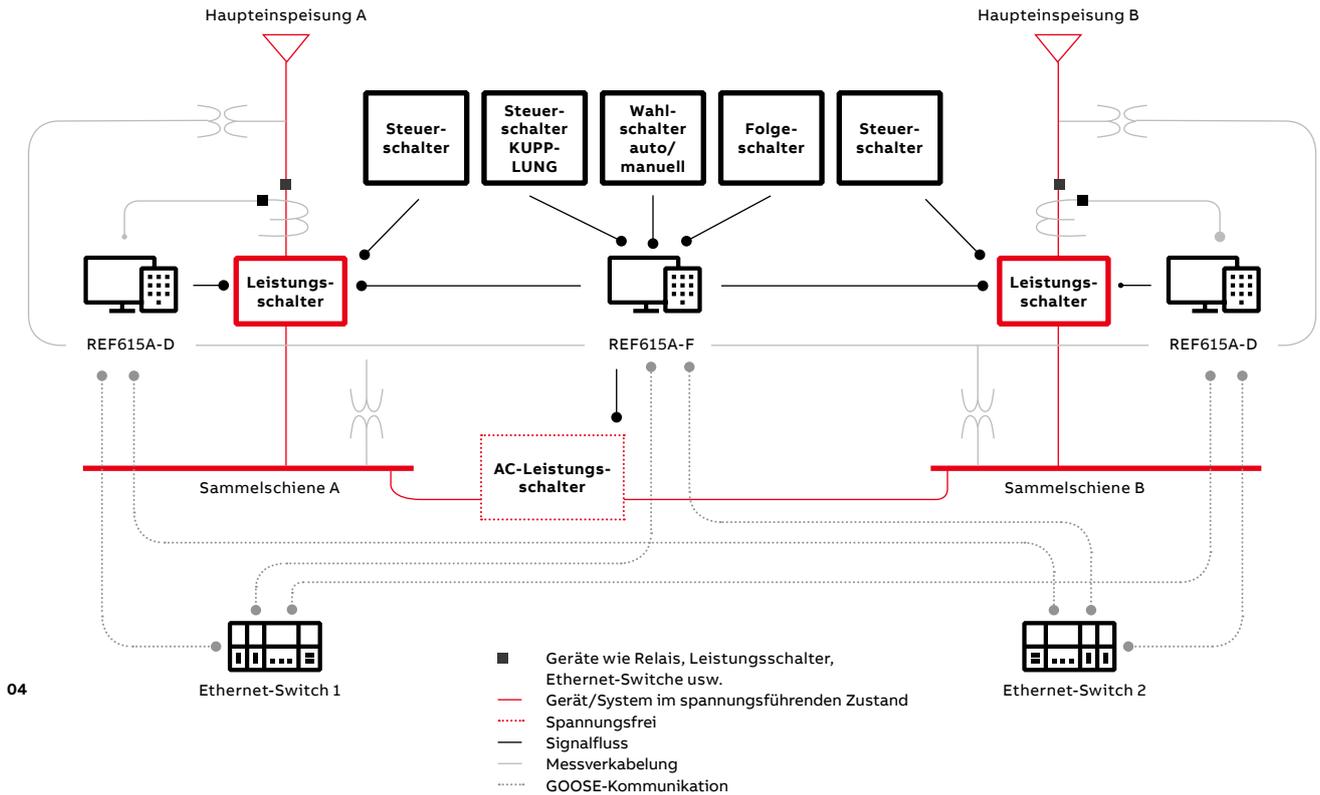
und Verwendung erleichtert. Die Datentypen sind ebenfalls in der IEC 61850 festgelegt, sodass z. B. das Ergebnis einer Messung zusammen mit dem dazugehörigen Namen, den Maßeinheiten, Qualitätsangaben usw. definiert ist, was die Wahrscheinlichkeit von Fehlern reduziert.

Darüber hinaus definiert die IEC 61850 ein einheitliches elektronisches Format zur Beschreibung von Geräten und Systemen. Alle Geräte – IEDs – werden jeweils in einer Datei beschrieben, die in SCL (Substation Configuration Description Language) verfasst ist und in der alle Eigenschaften und logischen Objekte des Geräts aufgeführt sind. SCL-Dateien können mit IEC 61850-konformen Software-Engineering-Tools gelesen und bearbeitet werden, was für einen reibungslosen Prozess sorgt und Fehler verhindert.

Eine solche formalisierte Beschreibungssprache hat außerdem den Vorteil, dass sie die Interoperabilität zwischen Geräten verschiedener Hersteller vereinfacht: Solange die zu implementierenden Objekte in der SCL-Datei beschrieben sind, braucht sich der Benutzer nicht um ihre innere Funktionsweise zu kümmern.

Ideal für die Automatisierung der Versorgungsinfrastruktur von Rechenzentren

Die IEC 61850 eignet sich hervorragend für die Automatisierung der Versorgungsinfrastruktur



04 Prinzipschaltbild einer typischen M-T-M-Konfiguration für einen ATS.

von Rechenzentren, wo sie die Grundlage für ein umfassendes elektrisches Designkonzept bilden kann, das das gesamte Schutz-, Steuerungs- und Überwachungssystem einschließlich der erforderlichen Cybersicherheit umfasst – und zwar mithilfe eines einzigen Protokolls.

Die Verwendung von Glasfaser- statt Kupferkabeln trägt dabei zur Senkung der Verdrahtungskosten, Reduzierung des Platzbedarfs und Erhöhung der Sicherheit bei. Darüber hinaus ermöglicht die IEC 61850

Die Verwendung von Glasfaserkabeln senkt die Verdrahtungskosten, reduziert den Platzbedarf und erhöht die Sicherheit.

die Überwachung und Steuerung von IEDs aus der Ferne und sorgt dafür, dass Geräte von unterschiedlichen Herstellern ohne spezielle Gateways oder andere engineeringintensive Komplikationen miteinander kommunizieren können.

Darüber hinaus eröffnet die Digitalisierung des Stromversorgungssystems mithilfe der IEC 61850 neue Möglichkeiten zur Anbindung an andere digitale Systeme des Rechenzentrums wie das Gebäudemanagementsystem (BMS), Stromversorgungsmanagementsystem (PMS), Infrastrukturmanagementsystem (DCIM) oder das ABB Ability™ Data Center Automation System. Dies sind wichtige Bausteine auf dem Weg zum großen Ziel – der Verwaltung des gesamten Rechenzentrums über eine einzige Oberfläche („single pane of glass“). ABB Decathlon for Data Centers (DDC) liefert z. B. Einblicke in die Stromversorgung und Kühlung, wobei die offenen Protokolle der IEC 61850 die Integration vorhandener Geräte und Systeme ermöglichen. Dank der IEC 61850-basierten Peer-to-Peer-Kommunikationsfähigkeiten von Komponenten wie den Relais der ABB Relion-Reihe oder den Leistungsschaltern der Emax-Reihe ist es nur ein kleiner Schritt von der Steuerung und Überwachung durch das DCIM-System zur Echtzeit-Interaktion mit dem Subsystem (z. B. einem USV-Leistungsschalter).

Höhere Zuverlässigkeit, höhere Selektivität, kürzere Reaktionszeiten im Fehlerfall und die Möglichkeit zur Implementierung von Fehlertoleranz und integrierten Diagnosen sowie eine Vielzahl weiterer Vorteile machen die IEC 61850 zum idealen Standard für Rechenzentren. •



01

RECHENZENTREN

Sicherheit über Grenzen hinaus – Cybersicherheit in Rechenzentren

Das Thema Cybersicherheit zieht sich durch die gesamte ABB Ability™ Data Center Automation Lösung vom Produktdesign über die Projektausführung bis hin zum Betrieb. So hilft ABB Kunden in der Rechenzentrumsbranche dabei, neben der Perimetersicherheit auch die Sicherheit ihrer Netzwerke, Server und Daten zu gewährleisten.

Um einen zuverlässigen und effizienten Betrieb sicherzustellen, ist die elektrische Infrastruktur von Rechenzentren – ebenso wie die Gebäudeautomatisierungs- und industriellen Leitsysteme (Industrial Control Systems, ICSs), die diese Infrastruktur steuern – auf eine unterbrechungsfreie Stromversorgung angewiesen. Die Integration von Betriebstechnik (Operation Technology, OT) und Informationstechnik (IT) ermöglicht eine höhere Zuverlässigkeit, bessere Kontrolle und höhere Leistungsfähigkeit, stellt Rechenzentren aber gleichzeitig auch vor große Herausforderungen in puncto Cybersicherheit. Die Möglichkeit, dass sich Schadsoftware oder Kriminelle Zugang zu kritischen

Vor 10 Jahren konzentrierten sich Rechenzentren ausschließlich auf die Sicherung des Perimeters und der Daten.

Systemen wie Rechenzentren verschaffen, sorgt für Angst, was wiederum den Markt beflügelt. So wird z. B. erwartet, dass der weltweite Markt für industrielle Cybersicherheit, der Netzwerksicherheit, ICS sowie Hard- und Softwarelösungen umfasst, zwischen 2017 und 2023 einen Wert von 24,41 Mrd. USD erreicht [1].

Während sich Rechenzentren noch vor 10 Jahren ausschließlich auf die Sicherung ihres physischen Perimeters und der von ihnen gespeicherten und verwalteten Daten konzentrierten (Informationssicherheit), ist die Cybersicherheitslandschaft von Rechenzentren heute vielfältig. Offene IT-Standards für Automatisierungssysteme, die die Anbindung an externe Netzwerke unterstützen, waren damals noch nicht etabliert, und unternehmenseigene Rechenzentren waren vorherrschend. Was seinerzeit vernünftig war, ist heute erschreckend unzureichend. Heute kommen in Rechenzentren cloudbasierte Server und vernetzte ICSs zum Einsatz, die mit neuen Cyberrisiken verbunden sind. So reichen Perimeter- und Datensicherheit nicht mehr aus, um Rechenzentren gegen Störungen und Ausfälle zu schützen [2].

ABB verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz zum Thema Cybersicherheit, der alle Entwurfs-, Entwicklungs- und Implementierungsphasen von industriellen Automatisierungs- und Leitsystemen einschließlich aller Elektrifizierungsprodukte umfasst. Dabei setzt ABB auf internationale Standards, einen wissensbasierten Ansatz und Best Practices, um die Cybersicherheit bei allen ihren Automatisierungsprodukten zu gewährleisten.

Als weltweit größter Anbieter von Enterprise-Asset-Managementssystemen und verteilten Leitsystemen (Distributed Control Systems, DCSs) mit einem Marktanteil von 20 % [3] ist ABB prädestiniert, zuverlässige Automatisierungs- und Leitsysteme bereitzustellen, die gleichzeitig ein hohes Maß an Transparenz und Interoperabilität bieten. Ein Beispiel hierfür ist die Data Center Automation Lösung von ABB, die die Verfügbarkeit und kontinuierliche Optimierung kritischer Rechenzentrumssysteme und -produkte unterstützt. Die Kerntechnologie der ABB Ability™ Data Center Automation Lösung für lokale und hybride Cloudumgebungen bildet die Automatisierungsplattform von ABB.

Damit ist ABB in der Lage, industrietaugliche, konvergente Lösungen für mechanische Steuerungen (BMS), die Überwachung der Stromversorgung (EPMS), elektrische Steuerungen (ECS) und das Infrastruktur-Management (DCIM) für Rechenzentren bereitzustellen. Die offene Plattform ermöglicht die Automatisierung und den Datenaustausch zwischen Systemen, Anlagen, Komponenten und Anwendungen mit dem Ziel:

- Toolsets für Rechenzentren schneller zu integrieren (einschließlich der Möglichkeit, Assets in Tracking-Tools hochzuladen),
- physische Assets in einer einzigen Ansicht („single pane of glass“) des gesamten Rechenzentrums, auch standortübergreifend, zu visualisieren und zu verwalten,
- Kühl- und Elektrifizierungssysteme zu automatisieren, um eine kontinuierliche Optimierung und verbesserte Verfügbarkeit zu erreichen.

Cyberbedrohungen

In den letzten 10 Jahren hat die Schwere und Komplexität der Cyberbedrohungen gegenüber vorhandenen ICSs und der dazugehörigen Infrastruktur zugenommen [4]. In der Industrie kommt eine Vielzahl von Hardware- und Softwareprodukten sowie Protokollen zum Einsatz, um die Kommunikation zwischen industriellen Automatisierungssystemen und standardmäßigen Computerplattformen zu ermöglichen. Diese Systeme wurden ursprünglich dafür entwickelt, bestimmte Anforderungen in puncto Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit, Personensicherheit und Flexibilität zu erfüllen, ohne dass dabei zu sehr auf die Sicherheit der Kommunikation geachtet wurde. Da man sich vornehmlich auf die Sicherung der Perimeter und der Daten konzentriert hatte, haben solche älteren ICSs und die dazugehörige Infrastruktur Cyberangriffen und ähnlichen Vorfällen nur wenig entgegenzusetzen.

Trotzdem sind Unternehmen auf Echtzeitinformationen über Prozesse und Systeme angewiesen, um die Interkonnektivität und Interoperabilität zwischen verschiedenen Automatisierungssystemen zu verbes-



Madhav Kalia
ABB Data Center
Automation Solutions
Singapur

madhav.kalia@
sg.abb.com



Apala Ray
ABB Industrial Automation
Process Industries
Bangalore, Indien

apala.ray@in.abb.com



Nutzer & Umgebungen



Betriebszentrale



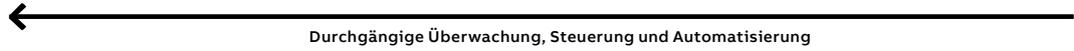
Portale & Webclient



Lokale Betriebe



IIoT-Cloud



Durchgängige Überwachung, Steuerung und Automatisierung

Durchgängige Anwendungen & Funktionen



Gebäudemanagement (BMS)



Stromüberwachung & Energiemanagement (PMS, EPMS)



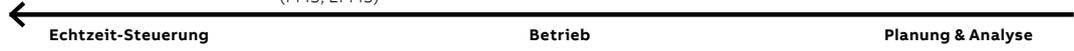
Vorausschauende Wartung



Änderungsmanagement & Kapazitätsplanung (DCIM)



Strukturiertes Kabelmanagement



Echtzeit-Steuerung

Betrieb

Planung & Analyse

Daten- & Kommunikationsschnittstellen

DATA CENTER AUTOMATION KERNSYSTEM



Geräte- & Systembibliothek



Alarmer & Fehlerbehebung



Überwachung & Visualisierung



Historien- & Trendanalyse



Steuerung & Automatisierung



Gebäudetechnik-Ausrüstung & -Systeme



Elektrische Ausrüstung & Systeme



IT-Ausrüstung & -Systeme



Unternehmensanwendungen & -systeme

01

sern und ältere Systeme mit neuen zu kombinieren. Diese Kommunikationsanforderungen erhöhen das Sicherheitsrisiko für Kunden in der Rechenzentrumsbranche erheblich.

Heutzutage sind die Elektrifizierungsinfrastruktur und industrielle Steuerungen ein fester Bestandteil des gesamten Lebenszyklus eines ICS vom Entwurf und von der Entwicklung über das Testen und die Inbetriebnahme bis hin zum Support und zu zukünftigen Anpassungen. Durch die Bereitstellung ganzheitlicher Cybersicherheitslösungen unterstützt ABB Kunden bei der Identifizierung, Minderung und Bewältigung sich verändernder Cyberrisiken, die sich auf ihre Systeme auswirken können. Der für alle Anwendungen – einschließlich Rechenzentren – gültige Cybersicherheitsansatz von ABB konzentriert sich auf drei Bereiche: Produktdesign, Projektausführung und Anlagenbetrieb.

Die Herausforderungen erkennen

Angesichts der zunehmenden Intensität und Diversität der Cyberbedrohungen müssen Netzwerke, Server, Daten und Perimeter sicher sein [2].

Perimetersicherheit beinhaltet neben der Sicherung des physischen Perimeters die Sicherung der elektrischen Infrastruktur und Steuerungen mithilfe

mechanischer und/oder elektronischer Systeme. Da das Sicherheitsmanagement in einer Anlage eng mit Einzelpersonen und deren Rollen verbunden ist, stellen Mitarbeiter mit unterschiedlichen Autorisierungsrollen eine Herausforderung dar.

Hinzu kommt, dass industrielle und proprietäre Protokolle häufig keine geeigneten Maßnahmen für die Datensicherheit der elektrischen Infrastruktur und

Die zunehmende Intensität und Diversität der Cyberbedrohungen verlangt sichere Netzwerke, Server, Daten und Perimeter.

Steuerungen (z. B. Authentifizierung oder Integritätsprüfungen) oder die Unterstützung von Verschlüsselungsmechanismen vorsehen.

Außerdem ist es keine leichte Aufgabe, das Kommunikationsnetzwerk zu sichern und Daten gegen Angriffe aus anderen Kommunikationsnetzwerken

01 Die ABB Ability™ Data Center Automation Systemarchitektur bietet Automatisierungsstrategien für alle elektrischen, mechanischen und Gebäudesysteme.

02 Schematische Darstellung einer Referenzarchitektur für eine gesicherte ABB Data Center Automation Lösung.

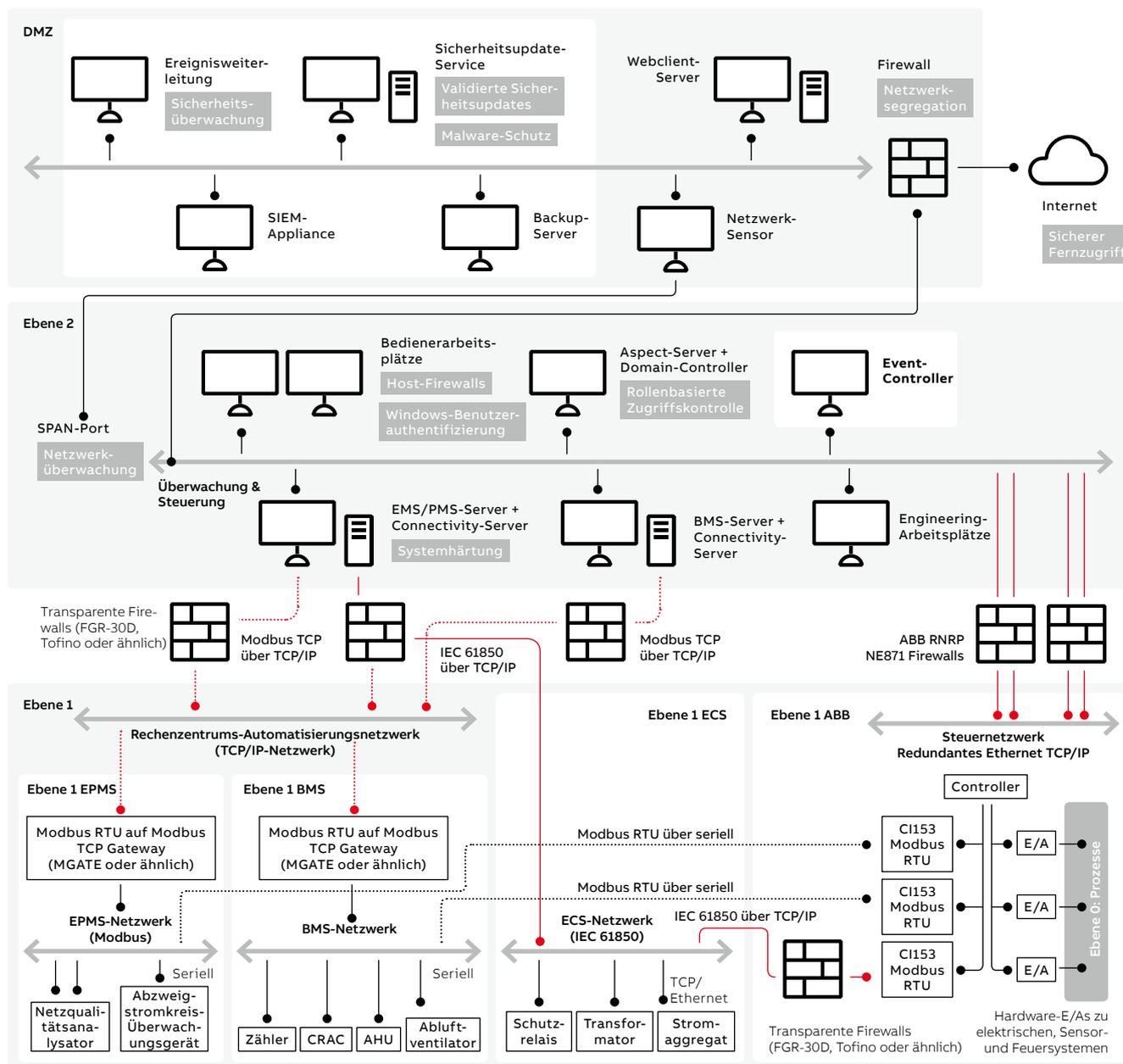
zu schützen, da hierzu kryptografische Operationen und entsprechendes Management erforderlich sind. Ferner müssen, um die Client- und Serversicherheit für die elektrische Infrastruktur und Steuerungen zu gewährleisten, Patches installiert und Malware-Scans durchgeführt werden. Und sollte es doch zur Katastrophe kommen, müssen entsprechende Backup-Mechanismen eine schnelle Wiederherstellung erlauben. Virtuelle Umgebungen sind besonders anspruchsvoll und erfordern hervorragende Überwachungslösungen. ABB bietet entsprechende Sicherheitslösungen für alle diese Herausforderungen.

ABB-Cybersicherheitslösung für Rechenzentren

Die ABB Ability™ Data Center Automation Lösung bietet Kunden die Möglichkeit, Automatisierungsstrategien für ihre Systeme zu entwickeln, zu implementieren, zu überwachen und zu steuern,

indem sie Engineering-, Steuerungs- und Überwachungssysteme einschließlich Energiemanagementsystem (EMS), Gebäudemanagementsystem (BMS) und Stromversorgungsmanagementsystem (PMS) integriert →01.

Allerdings kann Technologie allein keine Cyberrisiken beseitigen. In ihrer Referenzarchitektur definiert ABB die geeigneten Mittel zur Implementierung eines Automatisierungssystems für Rechenzentren mit entsprechenden Cybersicherheitsmerkmalen und unterstützt so die Bemühungen der Kunden in puncto Cybersicherheit →02. Die ABB-Referenzarchitektur kann an individuelle Projektanforderungen angepasst werden. Dazu sollten sich Kunden an das ABB-Projektteam wenden. Somit stehen Menschen, Prozesse und Technologie im Mittelpunkt des ABB-Cybersicherheitskonzepts.





03

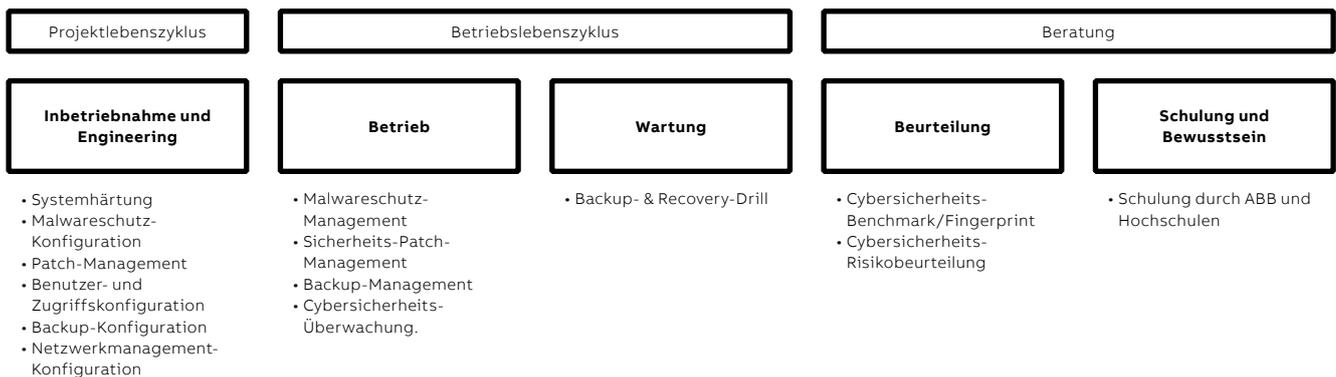
Sicher durch Segregation

In der ABB-Referenzarchitektur befinden sich alle Komponenten des Rechenzentrums auf einer bestimmten Netzwerkebene →02. Bei diesem verbreiteten Sicherheitskonzept sind sichere und unsichere Netzwerke durch Firewalls und sogenannte demilitarisierte Zonen (DMZs) getrennt. Bei Automatisierungssystemen für Rechenzentren umfasst das interne Netzwerk verschiedene Geräte mit unterschiedlichen Sicherheitsstufen. Hier ist eine Einteilung des Netzwerks in Zonen (Zoning) mit einem gehärteten System von entscheidender Bedeutung. Die Netzwerkkonnektivität innerhalb einer Ebene wird von den Host-Firewalls (Software-Firewalls, die auf einzelnen Computern implementiert sind) bestimmt. Daten können nur durch eine (Hardware-)Firewall auf eine andere Ebene gelangen. Die ABB-Rechenzentrumsarchitektur nutzt Benutzer-, Software- und Geräteauthentifizierung, Kontomanagement, Autorisierungen, Schadcode-Schutz, Netzwerksegmentierung und eine kontinuierliche Netzwerküberwachung zum Schutz gegen Cybervorfälle →02. Die Betriebs- und Wartungsphase der Rechenzentrums-

automatisierung mit verschiedenen Sicherheitsmaßnahmen sind ebenfalls Bestandteil der ABB-Architektur. Dieser mehrschichtige Ansatz nutzt verschiedene Cybersicherheitsmaßnahmen (Cyber Controls) zur Gewährleistung der Sicherheit auf Server-, Netzwerk- und Datenebene:

Schwerpunkte des Cybersicherheitsansatzes sind die Bereiche **Produktdesign, Projektausführung und Anlagenbetrieb.**

- Patch-Management – durch die Verwendung von validierten Server-Sicherheitsupdates von Drittanbietern wie Microsoft, EXSi und Adobe kann sich der Nutzer sicher sein, dass das System stets aktuell ist.
- Anti-Virus-Updates – sorgen dafür, dass Server stets auf dem neuesten Stand sind.
- Backup-Management – beinhaltet die Dokumentation von Prozeduren, das Testen von Backups und das Speichern von geprüften Backups offline an einem sicheren Ort. So wird sichergestellt, dass Systemausfälle oder längere Stillstände nicht zu Datenverlusten führen. ABB unterstützt entsprechende Anwendungen zur Planung, Verwaltung und regelmäßigen Ausführung von Datensicherungen auf Computern, Servern oder Netzwerkgeräten. Diese Schritte erfolgen im Einklang mit dem Systemwiederherstellungsplan des Unternehmens.
- Härtung – zu den Maßnahmen gehören die Verringerung der Angriffsfläche und der Anzahl von Softwareanwendungen, die Deaktivierung nicht erforderlicher Dienste, der Einsatz von Host-Firewalls und die Änderung von Standardpasswörtern. Nur erforderliche Anwendungen und Dienste werden installiert.
- Verwaltung von Konten, Zugriffsrechten und Rollen für Benutzer – eine kritische Aufgabe im Hinblick auf die Systemsicherheit.



04

—
03 Das SD3+C
Security Framework.

—
04 Die Wertschöpfungs-
kette für Cybersicherheit
in Rechenzentren
von ABB.

- Überwachung des Automatisierungssystems mithilfe der Sicherheitsinformationen und einer Ereignismanagement-Plattform – es entstehen ständig neue Bedrohungen, und täglich kommt es zu Angriffen, weshalb eine kontinuierliche Überwachung zur Sicherung der Systeme beiträgt.
- ABB orientiert sich am SD3+C Security Framework von Microsoft zur Gewährleistung und Verbesserung der Sicherheit von Produkten →03. Dabei geht es unter anderem darum, die Anzahl der Sicherheitslücken oder Schwachstellen in neuer Software zu reduzieren, Standardinstallationen und -konfigurationen eines Produkts unempfindlicher gegenüber Angriffen zu gestalten, eine sichere Installation, Konfiguration, Nutzung und Wartung von Produkten zu gewährleisten und eine verantwortungsvolle Kommunikation zu fördern.

Bestmögliche Wertschöpfung

Cybersicherheitsdienste sind in den Lebenszyklus der ABB Ability™ Data Center Automation Lösung integriert und umfassen den Projektausführungs- und Betriebslebenszyklus sowie Beratungsleistungen →04. Während in der Inbetriebnahme- und Engineeringphase eine einmalige Konfiguration des Cybersicherheitsystems erfolgen kann, geht es während des Anlagenlebenszyklus vornehmlich um die Erneuerung der Cybersicherheitsdienste für den regulären Betrieb und die Wartung.

Die Cybersicherheitsdienste sorgen dafür, dass die Rechenzentrums-Infrastruktur nach Best-Practice-Prinzipien betrieben wird, die auf internationalen Standards und der umfangreichen Erfahrung von ABB basieren. Die Ziele hierbei sind:

- Sicherstellen, dass der Betrieb des Infrastruktursystems nicht durch Updates beeinträchtigt wird.
- Bereitstellen von Services mit gleichbleibender Qualität und sicherstellen, dass Aufgaben von qualifiziertem Personal ausgeführt werden.
- Berücksichtigen der Cybersicherheit während des gesamten Entwicklungslebenszyklus von ABB-Produkten und -Lösungen.
- Unterstützen der Sicherheit über den gesamten Betriebslebenszyklus der von ABB bereitgestellten Lösungen hinweg.

Kundenanforderungen und nächste Schritte

Was Kunden aktuell und in Zukunft benötigen, ist eine zuverlässige Netzwerk-, Server-, Daten- und Perimetersicherheit für die elektrische Infrastruktur und die Steuerungen im Rechenzentrum. Da die Netzwerk-Segregation bei der ABB-Referenzarchitektur eine wichtige Rolle spielt →02, sorgen Firewalls für die entsprechende Steuerung und Einschränkung des Datenverkehrs auf verschiedenen Netzwerkebenen, was wiederum die Transparenz des Netzwerkverkehrs verbessert. Die Überwachung des Netzwerks zur Erkennung ungewöhnlicher Ereignisse trägt außerdem zur Netzwerksicherheit bei.

Für das Cybersicherheitsmanagement von ICS-Umgebungen wurde ein dreistufiges Modell entwickelt. Die erste Stufe besteht darin, grundlegende technische und organisatorische Sicherheitsmaßnahmen einzurichten. Bei entsprechender Implementierung und Wartung wird dadurch ein Großteil der generischen Bedrohungen vereitelt. Die zweite Stufe beinhaltet das kontinuierliche Management und die Wartung dieser Maßnahmen sowie das Hinzufügen komplexerer Maßnahmen bei Bedarf. Die dritte Stufe umfasst den kollaborativen Betrieb von Cybersicherheitsmaßnahmen mithilfe von Managed Services über das ABB Collaborative Operations Center.

Die ABB-Referenzarchitektur implementiert Benutzer-, Software- und Geräteauthentifizierung, Kontomanagement, Autorisierungen und Schadcode-Schutz, um die Server-Sicherheit zu verbessern. Dies wird unterstützt durch regelmäßige Updates von Sicherheits-Patches und Anti-Malware-Dateien. Der Backup-Management-Server in der DMZ ermöglicht die Datensicherung und Wiederherstellung nach katastrophalen Ereignissen mithilfe der von ABB empfohlenen Plattform. Die Gewährleistung der Datensicherheit für die elektrische Infrastruktur und Steuerungen hat ebenso wie die Perimetersicherheit höchste Priorität. Die sichere, verschlüsselte und komprimierte Datenübertragung zwischen Datenerfassungsknoten und

— ABB unterstützt Kunden mit innovativen Lösungen für die Cybersicherheitsanforderungen von heute und morgen.

History-Server ermöglicht eine sichere Kommunikation, wobei die Ereignisüberwachung im ICS stattfindet. Um die Perimetersicherheit für die Infrastruktur und Steuerungen zu gewährleisten, empfiehlt ABB die Umsetzung von physischen Sicherheitsmaßnahmen bei Implementierung des Automatisierungssystems in Rechenzentren.

Die Bemühungen von ABB um Cybersicherheit enden nicht mit diesem umfassenden Konzept. So ist davon auszugehen, dass die Cyberbedrohungen mit der zunehmenden Nutzung von Clouddiensten nicht weniger werden. Zurzeit befassen sich die Experten bei ABB mit einer manipulationssicheren Lösung in Form eines TMP-Chips (Trusted Platform Module), auf dem Schlüssel für eine RSA-Verschlüsselung (Rivest-Shamir-Adelman) gespeichert sind. Eine solche Lösung ermöglicht die Bereitstellung einer sicheren Computing-Umgebung für die Cloud. Damit zeigt ABB einmal mehr, dass sie stets auf der Suche nach innovativen Lösungen ist, um Rechenzentrumskunden bei der Bewältigung der Cybersicherheits Herausforderungen von heute und morgen zu unterstützen. •

Literaturhinweise

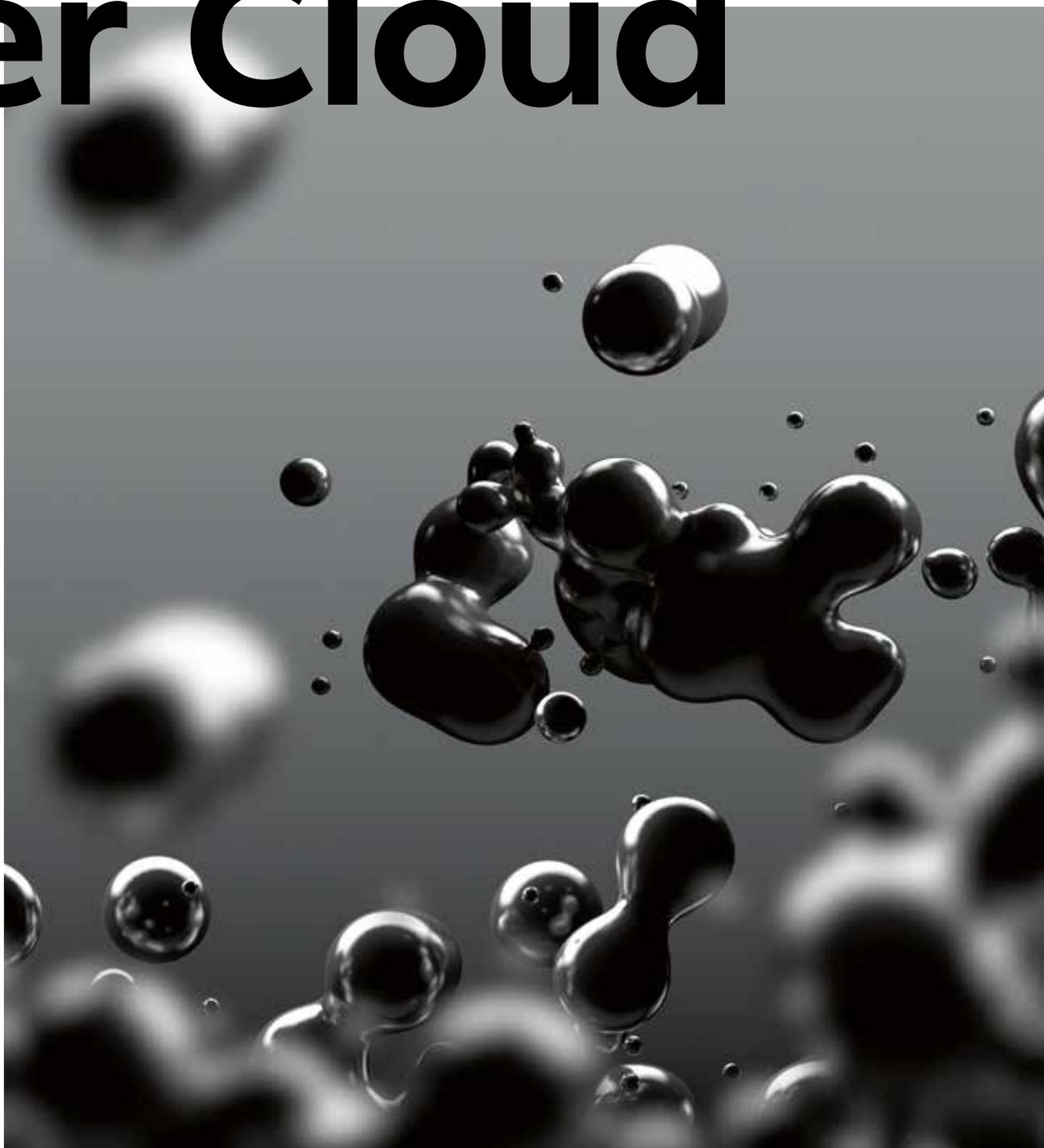
[1] Market Research Future: „Industrial Cyber Security Market Worth 24.41 USD Billion By 2023 With 10.97 % CAGR“. 28.09.2017. Verfügbar unter: <https://www.marketresearchfuture.com/press-release/industrial-cyber-security-market> (abgerufen am 26.06.2020).

[2] F. Howarth: „Architecting the security of the next-generation data center: a white paper by Bloor Research“. Bloor Research, 09.08.2011. Verfügbar unter: <https://www.bloorresearch.com/research/> (abgerufen am 05.05.2020).

[3] ABB Pressemitteilung: „Industry analyst ranks ABB #1 for distributed control systems globally“. 06.11.2018. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/> (abgerufen am 05.05.2020).

[4] W. Ashford: „Cyber threat to industrial control systems highest yet“. Computer Weekly, 02.03.2018. Verfügbar unter: <https://www.computerweekly.com/news/252436129/> (abgerufen am 05.05.2020).

Im Inneren der Cloud





64

Täglich generieren E-Mail-Anbieter, Behörden, Finanzinstitute, Privatunternehmen, soziale Medien usw. unzählige Terabyte an Daten. Um diese Datenflut zu bewältigen, werden immer neue und größere Rechenzentren gebaut. Aufgrund der immensen Bedeutung, die diese als Rückgrat unserer digitalen Gesellschaft erlangt haben, sind Ausfälle nicht tolerierbar. Die Betreiber von Rechenzentren sind dazu angehalten, ihre Services auf möglichst sichere, intelligente, nachhaltige und zuverlässige Weise bereitzustellen. Dies lässt sich nur durch den Einsatz verschiedener Technologien erreichen. Dazu gehören Automatisierungslösungen, zustandsbasierte und vorausschauende Wartungskonzepte, Standardisierungen zur Reduzierung der Komplexität, Smart Grids und eine intelligente elektrische Infrastruktur ebenso wie Cybersicherheit.

- 58 Datensicherung bis in den letzten Abzweig
- 59 MegaFlex – eine effiziente und robuste USV für Hochleistungs-Rechenzentren
- 64 MNS-Up: Niederspannungs-Schaltanlage mit modularer USV
- 66 Unterbrechungsfreie MS-Stromversorgung
- 69 Nanofluid-Kühlung für Rechenzentren
- 72 Anwendungsbeispiel: Umschaltlösung für ein Rechenzentrum
- 74 Sicher und zuverlässig: transientengeschützte Transformatoren



69

— DATENSICHERHEIT BIS IN DEN LETZTEN ABZWEIG

Das Stromkreisüberwachungssystem CMS von ABB funktioniert mit jedem Leitungsschutzschalter (MCB) und dem ABB SMISLINE TP Stecksockelsystem und ist das erste Messsystem, das eine durchgängige Verschlüsselung mit SNMP Version 3 (SNMPv3) für das gesamte Messdatennetz eines Rechenzentrums bis in den letzten Abzweig bietet.



Nico Ninov
ABB Data Center
Solutions
Zürich, Schweiz

nico.ninov@ch.abb.com

Während in Rechenzentren mit Kundendaten äußerst sorgfältig umgegangen wird, geraten die Bedeutung und Kritikalität von Infrastrukturdaten häufig in Vergessenheit. Dabei können Cyberangriffe auf diese Daten sowohl für den Betreiber des Rechenzentrums als auch für seine Kunden schwerwiegende Folgen haben.

Das CMS von ABB schützt Anlagen wie Rechenzentren gegen Cyberangriffe auf Infrastrukturdaten durch eine durchgängige Verschlüsselung mithilfe des Kommunikationsprotokolls SNMPv3 (SNMP steht für Simple Network Management Protocol). SNMPv3 bietet eine professionelle Sicherheitsauthentifizierung und Verschlüsselung und ist einfach zu konfigurieren. Die Version 3 wurde gegenüber den beiden Vorgängerversionen (SNMPv1 und SNMPv2) in puncto Sicherheit (Authentifizierung und Verschlüsselung) und Verwaltung deutlich verbessert.

CMS ist ein äußerst kompaktes und leistungsstarkes Mehrkanal-Messsystem für die Überwachung von AC- und DC-Zweigen, d. h. für die Strommessung in elektrischen Leitungen. Die Messungen werden vom CMS erfasst und zur Optimierung des Energieverbrauchs und der Anlagennutzung und somit zur Kostensenkung genutzt.

Das CMS besteht aus einer Steuereinheit – z. B. vom Typ ABB CMS-700 – und Sensoren mit unterschiedlichen Messbereichen bis 160 A →01. In kritischen Anwendungen wie Rechenzentren wird das CMS typischerweise zusammen mit dem modularen Stecksockelsystem SMISLINE TP von ABB eingesetzt, dessen berührungsgeschützte Eigenschaft gefahr-

lose Wartungsarbeiten im laufenden Betrieb ohne Unterbrechung der Stromversorgung ermöglicht. Die CMS-Sensoren werden direkt auf die SMISLINE-Leitungsschutzschalter montiert, und dank des internen Modbus ist keine teure und aufwändige herkömmliche Verkabelung erforderlich.

Die neuen Open-Core-Sensoren von ABB ermöglichen das Nachrüsten einer Zweigüberwachung in vorhandenen Anlagen, ohne dass dazu das System abgeschaltet werden muss. Mithilfe der universellen CMS-Adapter lassen sich Geräte einfach auf einen beliebigen Leitungsschutzschalter stecken, was Zeit und Geld spart. Gegenüber anderen Stromverteilungs- und Überwachungssystemen lassen sich mit CMS und SMISLINE TMP bis zu 50 % an Platz einsparen.

Da die Daten mithilfe des durchgängig verschlüsselten SNMPv3-Kommunikationsprotokolls übertragen werden (in der Regel zum Data Center Infrastructure Management (DCIM) System) sind die Datenintegrität und Cybersicherheit jederzeit gewährleistet.

In Kombination mit SMISLINE und SNMPv3 stellt das CMS eine Erfassungsmethode für Infrastrukturdaten bereit, die nicht nur sicher ist, sondern auch die Optimierung des Energieverbrauchs und eine bestmögliche Nutzung der Anlagen im Rechenzentrum ermöglicht. Eine flexible Architektur und eine einfache Installation und Wartung runden die Vorteile dieser Produkte ab, die Betreibern von Rechenzentren dabei helfen, eine bestmögliche Wertschöpfung Ihrer Investitionen zu erzielen und gleichzeitig ein hohes Maß an Resilienz und Verfügbarkeit zu gewährleisten. •

—
01 Die Steuereinheit CMS-700 bündelt Strommessungen vom CMS und Stromqualitätswerte und generiert Verbrauchsdaten und entsprechende Alarme. Rechts die dazugehörigen Sensoren.



—
01 Die ABB MegaFlex
DPA USV – hier in der
1,5-MW-Konfiguration.



01

MEGAFLEX – EINE EFFIZIENTE UND ROBUSTE USV FÜR HOCHLEISTUNGS-RECHENZENTREN

Die neue unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) MegaFlex von ABB richtet sich an Anwendungen wie z. B. Rechenzentren mit hohen Leistungsanforderungen. MegaFlex ist einfach, kompakt, robust und zeichnet sich durch die gleiche hervorragende Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Effizienz aus wie alle ABB-Produkte für den Stromversorgungsschutz.

Die Menge an Daten, die weltweit minütlich in Rechenzentren aufläuft, ist riesig. Diese Datenflut muss nicht nur auf schnelle und sichere Weise gespeichert werden, die Daten müssen auch ebenso schnell abrufbar sein – und zwar rund um die Uhr an 365 Tagen im Jahr –, damit

einzelne unabhängige „Stand-alone“-Rechenzentren sind häufig nicht in der Lage, die Anforderungen ihrer Kunden in puncto Datenreplikation, Datenverkehr, Zuverlässigkeit und Resilienz zu gewährleisten.

Anforderungen an Rechenzentren

Es gibt viele Anforderungen, die für alle Betreiber von Rechenzentren gelten. Die wichtigsten sind:

- Betriebskontinuität und null Ausfallzeiten: Alle Systeme müssen stets in Betrieb und verfügbar sein – ganz gleich, was auf der Infrastrukturseite passiert, Lastabfälle sind nicht tolerierbar. Damit wird eine sichere Datenübermittlung, -speicherung und -wiederherstellung garantiert. Ausfälle in Rechenzentren können leicht mehrere Zehn- bis Hunderttausend Dollar kosten, und auch Kosten in Millionenhöhe sind keine Seltenheit.
- Senkung der Investitions- und Betriebskosten durch eine höhere Energieeffizienz: Eine bessere Effizienz reduziert nicht nur Energieverluste und Betriebskosten, es kann auch auf die Anschaffung leistungsstärkerer Temperierungssysteme verzichtet werden, was sich erheblich auf die Anfangsinvestitionen auswirkt.

—
Mit der zunehmenden Digitalisierung einher geht der Trend zu cloudbasierten, hybriden und verteilten Rechenzentren.



Diana Garcia
ABB Power Protection
Baden, Schweiz

diana.garcia@
ch.abb.com

sie in einer der vielen Anwendungen genutzt werden können, auf denen unser tägliches Leben basiert. Mit der zunehmenden Digitalisierung steigt auch die Zahl und Größe der Rechenzentren rund um die Welt. Damit einher geht ein weiterer Trend hin zu cloudbasierten, hybriden und verteilten Rechenzentren, denn

Ein Rechenzentrum muss seine Daten auf absolut sichere und zuverlässige Weise speichern. Daher ist eine ununterbrochene Versorgung mit hochwertigem Strom von entscheidender Bedeutung. Tatsächlich ist die häufigste Ursache für Ausfälle in Rechenzentren – wenn sie denn auftreten – ein Problem mit der Stromversorgung.

ABB gehört zu den führenden Anbietern von USV-Lösungen, die dafür sorgen, dass wichtige Anlagen mit Strom versorgt werden, ganz gleich, was passiert. Dabei hat das Unternehmen viele wegweisende Konzepte entwickelt, darunter die dezentrale Parallelarchitektur (DPA™).

Die DPA-Technologie hat sich bereits vielfach bewährt. Steigen die Leistungsanforderungen, können einfach weitere Module hinzugefügt und so Leistungen von mehreren MW erreicht werden. Doch da mit zunehmender Größe der Rechenzentren auch die Leistungsanforderungen an die USV steigen – auf 30 oder 40 MW – werden USV-Systeme mit einer Grundleistung von mindestens 1 MW benötigt, die für Anwendungen mit einem Leistungsbedarf von bis zu 6 MW erweitert oder konfiguriert werden können. So können fünf solcher Einheiten den Energiebedarf einer 30-MW-Anlage decken.

—
Kunden suchen eine Lösung, die hocheffizient, skalierbar, flexibel und einfach zu installieren und zu warten ist.

Hinzu kommt, dass mit der Entwicklung von Rechenzentren zu größeren Einheiten, die dichter, skalierbarer, stärker vernetzt und konvergenter sind, die Betriebskosten steigen können. Hier kann die Wahl der richtigen USV und der dazugehörigen Versorgungsinfrastruktur dabei helfen, diese Kosten zu kontrollieren.

Weitere bedeutende Aspekte sind der Trend weg von Stand-alone-Rechenzentren hin zu geografisch verteilten Einrichtungen, globales Verkehrsmanagement, die Replikation kritischer Daten, virtuelle Speicher, Cloud-Computing und andere komplizierende Faktoren. Diese Entwicklungen stellen neue Anforderungen an die Resilienz, verlangen neue Denkweisen und veranlassen vor allem Kunden dazu, nach einer Stromverteilungslösung zu suchen, die hocheffizient, skalierbar, flexibel und einfach zu installieren und zu warten ist.



02a



02b



02c



03



04

—
02 Da der Platz in Rechenzentren normalerweise begrenzt ist, bietet die Flexibilität der MegaFlex DPA USV Vorteile hinsichtlich der Anordnung.

02a 1.000-kW-System mit vier Leistungsmodulen und linksseitigem Anschlusschrank.

02b 1.000-kW-System mit vier Leistungsmodulen und rechtsseitigem Anschlusschrank.

02c 1.500-kW-System mit sechs Leistungsmodulen und mittigem Anschlusschrank.

—
03 Im Vergleich zu einer ABB DPA 500 USV-Lösung benötigt die MegaFlex DPA etwa 45% weniger Stellfläche.

—
04 Die Bedienoberfläche bietet dem Betreiber einen umfassenden Überblick. Die gleichen Informationen können aber auch über eine Webseite abgerufen werden.

Um diese steigenden Kundenanforderungen zu erfüllen, hat ABB die MegaFlex USV für die UL- und IEC-Märkte entwickelt →01.

ABB MegaFlex DPA IEC

Der Entwicklungsauftrag für die MegaFlex DPA umfasste unter anderem folgende Vorgaben:

- Entwickeln, Fertigen und Verkaufen einer hocheffizienten USV mit einer Nennleistung von 1 MW, 1,25 MW oder 1,5 MW, die für große Rechenzentren geeignet ist.
- Standardisieren der Stromverteilungsarchitekturen gemäß Klassifizierungssystem des Uptime Institute und der EN 50600.
- Die USV muss kompakt, hocheffizient, flexibel und einfach zu installieren sein, und der Wartungsbedarf muss vorhersehbar sein.

Das Ergebnis war eine transformatorlose USV bestehend aus Leistungsblöcken mit jeweils 250 kW, einem zentralen statischen Bypass mit einer Nennleistung von 1.000 kW bzw. 1.500 kW und

—
Redundante Kapazitäten von 1.000 kW N+1 oder 1.250 kW N+1 sind optional möglich.

einem E/A-Anschlusschrank mit einer Nennleistung von 1 MW bzw. 1,5 MW. Die Einspeisung kann einfach oder doppelt (optional) sein. Als externer Energiespeicher können Lithium-Ionen- oder VRLA-Batterien (ventilregulierte Blei-Säure-Batte-

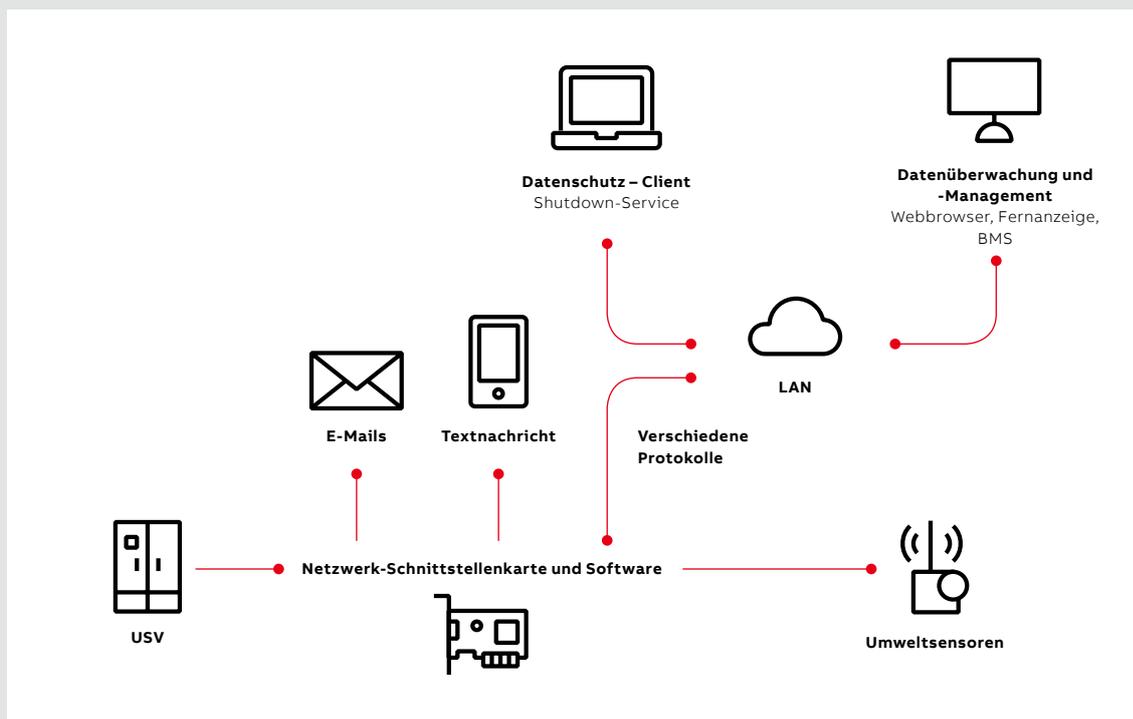
rien) verwendet werden. Ein Rückspeisungsschutz ist standardmäßig vorhanden. Redundante Kapazitäten von 1.000 kW N+1 oder 1.250 kW N+1 sind optional möglich. Eine Produktvariante mit dezentralen Bypass-Schaltern und daher kleinerer Stellfläche wird zuerst auf den Markt kommen.

Weitere besondere Merkmale der MegaFlex DPA sind:

- Hocheffiziente Stromrichter – 97,4 % Wirkungsgrad im VFI-Modus (siehe unten)
- Optimierte Stellfläche und flexible Anordnung der Komponenten →02–03
- Einfache, sichere und schnelle Installation mit hoher Anpassungsfähigkeit an die Gebäudeinfrastruktur
- Verbesserte Leistungsmessung – liefert dem Betreiber umfassende Daten zur Überwachung des Energieverbrauchs
- Intelligentes, vorausschauende Wartungsprogramm zur Planung und Reduzierung der Wartung über die gesamte Produktlebensdauer
- Verbesserte Selbstdiagnose zur Minimierung manueller Eingriffe bei der Wartung und Inbetriebnahme
- Service durch lokale, von ABB geschulte Spezialisten über die gesamte Lebensdauer hinweg

Intelligentes Energiemanagement

Aufgrund der enormen Energiemenge, die von großen Rechenzentren benötigt wird, spielt das Thema Energieeffizienz eine besonders wichtige Rolle. Jeder Prozentpunkt, um den die Effizienz verbessert werden kann, bedeutet erhebliche Kosteneinsparungen. Die Standard-Betriebsart der MegaFlex DPA ist der spannungs- und frequenzunabhängige (voltage- and frequency-independent, VFI) Doppelwandlungsmodus mit einem Wirkungsgrad von bis zu 97,4 %. Alternativ kann die USV im spannungs- und frequenzabhängigen (voltage- and frequency-dependent, VFD)



05

ECO-Modus betrieben werden, um einen Wirkungsgrad von 99 % zu erreichen.

Wird eine USV deutlich unter ihrer Kapazität betrieben, kann sich dies negativ auf ihre Energieeffizienz auswirken. Der Xtra VFI-Modus bietet eine intelligente Möglichkeit, Verluste zu minimieren und die Effizienz zu verbessern, wenn die USV im Doppelwandlungsmodus arbeitet.

Bei aktiviertem Xtra VFI-Modus passt die USV die Anzahl der aktiven Module automatisch an die Lastanforderungen an. Nicht benötigte Module werden in den Bereitschaftszustand (Standby) geschaltet und reaktiviert, sobald die Last zunimmt. Die dadurch erzielten Effizienz-

Das System schaltet die Module in festen Intervallen abwechselnd in den aktiven und den Standby-Modus.

verbesserungen sind besonders groß, wenn die Last weniger als 25 % der vollen USV-Systemleistung beträgt – ein Betriebsbereich, in dem herkömmliche USV-Systeme eher schlecht abschneiden.

Die Schaltparameter können vom Nutzer konfiguriert werden. Um die Zuverlässigkeit zu erhöhen, die Lebensdauer zu verlängern und die Alterung auszugleichen, schaltet das System die Module in festen Intervallen abwechselnd in den aktiven und

den Standby-Modus. Bei einem Netzausfall oder einer anderen außergewöhnlichen Situation wechseln alle Module innerhalb von Millisekunden zurück in den aktiven Modus.

Steuerung und Überwachung

Auf der Bedienoberfläche (HMI) der MegaFlex DPA können Messungen, Ereignisse und Alarmer (Ausfall des Primäreingangs, Batteriestatus, Übertemperatur, Überlast, Status des Eingangs- und Ausgangsschutzes usw.) sowie der Status der USV und der wichtigsten Komponenten angezeigt werden →04. Ebenfalls gemessen und angezeigt werden:

- Spannung und Stromstärken am Eingang, Ausgang und der Batterie
- kW und kVA am Ausgang
- thermische Überwachung des Hauptstromrichters und kritischer Komponenten

Für die notwendige Konnektivität sorgen zwei Steckplätze für optionale Kommunikationskarten, z. B. für SNMP, Modbus TCP/IP oder Modbus RS-485. Über diese Ports können Messungen und Alarmer dem Stromüberwachungssystem (EPMS), dem Gebäudemanagementsystem (BMS) und dem Infrastruktur-Managementsystem des Rechenzentrums (DCIM) zur Verfügung gestellt werden. Diese Systeme können wiederum z. B. über das lokale Netzwerk (LAN) in die ABB Ability™ Data Center Automation Lösung eingebunden werden →05. Die USV verfügt ferner über potentialfreie Eingänge für die Fernabschaltung, den Generatorbetrieb und externe Schaltanlagen, potentialfreie E/A-Ports, eine Castell-Verriegelungsfunktion und einen vorkonfigurierten Eingang für einen Batterie-Tempersensoren.

Resilienz

Resilienz bezeichnet die Fähigkeit eines Systems, vollständiges Versagen zu verhindern – und seine Funktionsfähigkeit bei Störungen schnell und vollständig wiederherzustellen – bzw. auch mit einem gewissen Anteil defekter Hard- oder Software zuverlässig weiterzuarbeiten. Um auch angesichts neuer Trends im Bereich der Rechenzentren – wie z. B. hybride und verteilte Architekturen, Fortschritte in der Virtualisierung, Strategien zur Verschiebung von Daten zwischen geografischen Standorten zur Nutzung günstigerer Energietarife und die Echtzeit-Datenreplikation an unterschiedlichen Standorten für hyperkritische Anwendungen – die notwendige Resilienz zu gewährleisten, ist ein systemweiter Ansatz erforderlich.

Die ABB MegaFlex DPA USV und die dazugehörigen Infrastrukturkomponenten von ABB wie intelligente Schaltanlagen, smarte Sensoren, cloudbasierte vorausschauende Wartungsalgorithmen, unternehmensweite und standortspezifische Überwachung, Transformatoren, Kurzschlussisolation, Selektivität usw. helfen dabei, die notwendige systemweite Resilienz zu gewährleisten.

Maßnahmen zur Verbesserung der Resilienz bieten aber noch weitere Vorteile. So liefert z. B. eine gute Überwachungsstrategie vorausschauende Erkenntnisse, die nicht nur dabei helfen, auszutauschende Komponenten zu identifizieren (anstatt sie unnötigerweise nach einer bestimmten Zeit auszutauschen), sondern auch die Verfügbarkeit zu erhöhen und den Energieverbrauch zu senken.

So werden auch Notinstandsetzungen reduziert, und die Kundenzufriedenheit wird erhöht. Zudem ermöglicht der Ansatz die Überwachung des Ener-

gieverbrauchs und der Energiekosten aus der Ferne, was die Umsetzung von Energiemanagementstrategien vereinfacht und beschleunigt.

Ein weiterer bedeutender Aspekt der Resilienz liegt in der Wartungsfreundlichkeit und der Vermeidung menschlicher Fehler – Faktoren, auf die bei der Entwicklung der MegaFlex DPA USV besonders geachtet

—
Vorausschauende Erkenntnisse helfen unter anderem dabei, auszutauschende Komponenten zu identifizieren.

wurde. So können die Module einfach mithilfe eines Hubwagens zur USV-Anlage transportiert und auf ihren integrierten Rollen an ihren Platz geschoben werden →06. Der Anschluss erfolgt mithilfe von Dockingsteckern, sodass Verkabelungsfehler verhindert werden.

Die Kabelzuführung für den Netzanschluss ist von oben oder unten möglich, und die Schränke sind IP20-geschützt. Das Lüfterpaket mit standardmäßiger Fehlererkennung und Drehzahlregelung ist auf einer ausziehbaren Schublade montiert, um den Zugang zu erleichtern. Die Notwendigkeit eines Austauschs von Verschleißteilen wie Lüftern und AC- und DC-Filtern wird rechtzeitig angezeigt, was die Zuverlässigkeit erhöht. Alles in allem tragen die kontinuierliche Überwachung, das smarte Design und intelligente Diagnosen zu einer erheblichen Verlängerung der Lebensdauer der USV bei.

Eine USV für die Rechenzentren von morgen

Hohe Leistung, einfache Anwendung, Effizienz, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Resilienz sind die Haupteigenschaften der MegaFlex DPA USV von ABB. Die MegaFlex DPA ist darauf ausgelegt, in Kombination mit anderen ABB-Produkten eine kontinuierliche Versorgung von Rechenzentren mit sauberer Energie sicherzustellen und die systemweite Resilienz zu gewährleisten, die moderne Datenspeicherlösungen auf der Basis dezentraler, cloudbasierter oder hybrider Konzepte verlangen. Durch die Parallelschaltung einzelner MegaFlex-Einheiten kann eine Gesamtleistung von bis zu 6 MW erreicht werden, wobei die USV die Anforderungen der Verfügbarkeitsklasse 6 (99,9999 %) für die anspruchsvollsten Rechenzentren erfüllt. Vor allem aber bietet die MegaFlex DPA dem Kunden die beruhigende Gewissheit, dass seine Stromversorgung durch die beste Technologie auf dem Markt geschützt ist. •

—
 05 Beispiel für die Konnektivität von MegaFlex DPA.

—
 06 Die Leistungsmodule der MegaFlex DPA lassen sich auf integrierten Rollen einschieben und mit Dockingsteckern verbinden.



MNS-UP: NIEDERSPANNUNGS-SCHALTANLAGE MIT MODULARER USV

MNS-Up kombiniert die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) Conceptpower DPA 500 und das Schaltanlagensystem MNS mit Leistungsschaltern vom Typ Emax 2 in einem Produkt. Die flexible, integrierte Lösung bietet eine Vielzahl von Vorteilen.

Trotz des kontinuierlichen Wachstums und ständiger Veränderungen auf dem Rechenzentrumsmarkt haben sich die Anforderungen an die Elektrifizierung kaum geändert. Die Hauptanforderungen lauten:

- Verfügbarkeit der Stromversorgung, da ungeplante Abschaltungen im Rechenzentrumsgeschäft per se inakzeptabel sind
- Reduzierung des Platzbedarfs, um mehr Platz für die IT-Ausrüstung zu schaffen
- Flexibilität zur Anpassung der Stromversorgung an einen ständig wechselnden Bedarf
- Verkürzung der Installationszeit, um eine schnelle und einfache Erweiterung im Rahmen einer bedarfsoptimierten Kostenstrategie („pay as you grow“) zu ermöglichen

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, hat ABB MNS-Up entwickelt. MNS-Up kombiniert das Niederspannungs-Schaltanlagensystem MNS mit der modularen USV Conceptpower DPA 500 in einem

MNS-Up kombiniert das Schaltanlagensystem MNS und die modulare Conceptpower DPA 500 USV in einem Produkt.

Produkt, d. h. ein Großteil der Stromversorgungsinfrastruktur kann als eine integrierte Einheit installiert werden →01.

Herzstück der ABB-Elektrifizierungslösungen ist die MNS-Schaltanlagenplattform, die seit über 40 Jahren ständig weiterentwickelt wird, wobei die gesamte Bandbreite der ABB-Technologien – einschließlich Produkten aus den Bereichen Automatisierung, Schalter, Steuerung, Verbindungstechnik, Schutz und Verdrahtungsmanagement – zur Anwendung kommt.



Alberto Carini
ABB Electrification,
Distribution Solutions
Dalmine, Italien

alberto.carini@
it.abb.com





02

01 MNS-Up kombiniert das Niederspannungs-Schaltanlagen-System MNS mit Leistungsschaltern vom Typ Emax 2 und der modularen USV Concept-power DPA 500 in einem integrierten Produkt.

02 Die DPA 500 USV-Module können ohne Abschalten des Systems hinzugefügt oder entfernt werden.

Die integrierte USV und Schaltanlage MNS-Up ist eine Variante der MNS, die speziell für kritische Stromversorgungsanwendungen vorgesehen ist. In einer 500-kW-Installation kann mit MNS-Up bis zu 10 % des erforderlichen Platzes gegenüber einem herkömmlichen

Jedes Modul enthält sämtliche Hard- und Software, die für einen vollständigen Systembetrieb erforderlich ist.

System eingespart werden. Bei 2 MW oder mehr sind Einsparungen bis zu 30 % möglich. MNS-Up stellt alle notwendigen Schaltanlagen-Abgänge (z. B. Netzeinspeisung, Generatoreinspeisung und Sammelschienen-Kupplung) sowie Direktstarter, Motorstarter und modulare Kondensatorbatterien bereit.

Die DPA 500 USV-Module befinden sich in eigenen Schränken, teilen sich aber die Sammelschienensysteme mit dem Schaltanlagen-System. Diese direkte Kopplung ist ein wichtiger Aspekt für die Realisierung eines einzigen, integrierten Produkts. Die Nutzung des MNS-Standardsammelschienensystems garantiert zudem eine maximale Flexibilität beim Layout, sodass die USV-Schränke mittig oder seitlich platziert werden können.

Die Verbindungen zwischen den USV-Modulen und den Sammelschienen sind Bestandteil der MNS-Up,

d. h. sie werden im Werk fertiggestellt und getestet. So können mögliche Schwierigkeiten bei den Arbeiten vor Ort ausgeschlossen werden, die bei herkömmlichen Lösungen zum Anschluss der Schaltanlagen und der USV über Kabel oder Sammelschienenkanäle erforderlich sind.

Um eine maximale Skalierbarkeit und möglichst geringe Anzahl von Ersatzteilen zu gewährleisten, kommt nur eine USV-Modulgröße (100 kW) zum Einsatz. Jeder Schrank kann bis zu fünf Module aufnehmen, und durch Parallelschaltung von insgesamt sechs Schränken kann eine Leistung von 3 MVA erreicht werden.

Jedes 100-kW-Modul der DPA 500 enthält sämtliche Hard- und Software, die für einen vollständigen Systembetrieb erforderlich ist, wodurch potenzielle kritische Ausfallpunkte (Single Points of Failure) ausgeschlossen werden. Die Module können ohne Abschalten des Systems hinzugefügt oder entfernt werden, was die Wartung und den Austausch vereinfacht →02.

Obwohl jedes USV-Modul einen eigenen Bypass besitzt, verfügt die Schaltanlage über einen zentralen Bypass für alle USV-Schränke, falls bei Wartungsarbeiten darauf zugegriffen werden muss. Um die Integration von Schaltanlage und USV zu maximieren, befindet sich der Bypass in einer standardmäßigen Sammelschienen-Kopplung und stellt so eine direkte Verbindung zwischen den Eingangs- und Ausgangssammelschienen der USV-Module her.

Die Vorteile des Ein-Produkt-Konzepts von MNS-Up beginnen in der Angebotsphase, in der der Kunde nur einen Beschaffungsvorgang statt zwei (für Schaltanlage und USV) zu bearbeiten hat, und reichen bis zur Testphase, in der bei der Werksabnahme Schaltanlage und USV zusammen geprüft werden können, was Zeit und Kosten spart.

Doch die Vorteile von MNS-Up enden nicht mit der Auslieferung und Installation des Produkts. Die Vorzüge niedriger Gesamtbetriebskosten bleiben für den Rechenzentrumsbetreiber über den gesamten Lebenszyklus des Produkts bestehen. Hinzu kommt, dass bei herkömmlichen Lösungen die Schaltanlage und die USV eine unterschiedliche Lebenserwartung (von 30 bzw. 12–15 Jahren) besitzen, und am Lebensdauerende der USV die Verbindungen geprüft und möglicherweise erneuert werden müssen. Bei MNS-Up sind diese Verbindungen ein fester Bestandteil der Schaltanlage und haben ebenfalls eine Lebensdauer von 30 Jahren. Somit ist der Austausch der USV an ihrem Lebensdauerende schneller und kostengünstiger gegenüber der herkömmlichen Lösung. •

UNTERBRECHUNGSFREIE MS-STROMVERSORGUNG

Große Rechenzentren benötigen einen Stromversorgungsschutz, der in der Lage ist, eine beträchtliche Menge elektrischer Energie auf äußerst zuverlässige und effiziente Weise bereitzustellen. Ein Versorgungsschutz- und Verteilungskonzept auf der Mittelspannungsebene bietet die perfekte Lösung.

Das kontinuierliche Wachstum in der Rechenzentrumsbranche, insbesondere im Hyperscale-Bereich, führt zu einem drastischen Anstieg der Leistungsanforderungen von Rechenzentren.

Die Ausgangsspannung wird geregelt, ganz gleich, welche Störungen eingangsseitig vorliegen.

Dies wiederum treibt die Entwicklung neuer Strategien zur Erfüllung der Kundenwünsche nach mehr Effizienz, mehr Zuverlässigkeit und minimaler Wartung – gepaart mit dem ständigen Verlangen nach einer Senkung der Investitionskosten – voran. Unter den gegebenen Umständen ist der nächste logische Schritt zur sicheren Versorgung großer kritischer Einrichtungen ein System auf der Mittelspannungsebene.

Die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) für Mittelspannung (MS) PCS120 MV UPS auf der Basis der revolutionären ZISC-Architektur (Impedance (Z) Isolated Static Converter) ist das neueste Produkt im ABB-Portfolio für Mittelspannungssysteme und repräsentiert die nächste Generation von MS-USV für den Versorgungsschutz im Megawattbereich →01.

Die Hochleistungs-Stromrichter der USV auf der Basis ABB-eigener Leistungselektronik sorgen zusammen mit der ZISC-Architektur für eine geregelte Ausgangsspannung, ganz gleich, welche Störungen eingangsseitig vorliegen. Die PCS120 MV UPS liefert kontinuierlich geregelte, gefilterte elektrische Energie.

Zur Maximierung der Skalierbarkeit und Minimierung der Ersatzteile besteht das PCS120 MV UPS-System aus einzelnen USV-Blöcken mit einer Nennleistung von jeweils 2.250 kVA. Bis zu zehn dieser Blöcke können parallel geschaltet werden, um eine Leistung von 22,5 MVA zu erreichen. Alternativ können 20 Blöcke in einer Ringbus-Konfiguration mit insgesamt 45 MVA angeordnet werden.



Domagoj Talapko
ABB Smart Power
Napier, Neuseeland

domagoj.talapko@
hr.abb.com





02

—
01 Die PCS120 MV UPS von ABB.

—
02 Dadurch, dass sie auf der MS-Ebene arbeitet, bietet die PCS120 MV UPS Versorgungsschutz für große Rechenzentren bei niedrigeren Gesamtkosten.

Die PCS120 MV UPS ist darauf ausgelegt, die typischen Anforderungen eines großen Rechenzentrums zu erfüllen, wie sie im Folgenden beschreiben werden.

Maximale Verfügbarkeit

Die PCS120 MV UPS bietet eine hohe Verfügbarkeit dank eines robusten MS-Designs mit leistungsstarken Einzelblöcken, einer geringen Anzahl von Schaltgeräten und einem modularen Aufbau, bei dem bis zu zwei

Die PCS120 MV UPS unterstützt mehrere gängige Architekturen für Rechenzentren.

Stromrichter ausfallen können, ohne dass das System automatisch in den Bypass-Modus schaltet. Weitere interne Redundanzen für Lüfter und Schaltnetzteile erhöhen die Systemverfügbarkeit zusätzlich.

Bei großen parallelen oder Ringbus-Systemen ist, wenn ein redundantes Modul im System vorgesehen ist, eine Modulwartung bei eingeschaltetem System und vollständigem Schutz der Last möglich, was die Systemverfügbarkeit noch weiter erhöht.

Hohe Leistungsfähigkeit

Die PCS120 MV UPS liefert eine saubere Ausgangsspannung gemäß IEC 62040-3 Klasse 1 und ist zudem in der Lage, hohe Fehlerströme zum Schutz und zur Fehlerklärung im nachgeschalteten System von bis zum Fünffachen des Nennstroms bereitzustellen.

Effizienz

Die PCS120 MV UPS erreicht einen erstklassigen Wirkungsgrad von 98 % im Lastbereich zwischen 50 % und der vollen Bemessungslast und von über 96 % zwischen 25 und 50 % Last. Niedrige Leerlaufverluste und das modulare Design sorgen für eine nahezu flache Wirkungsgradkurve, d. h. auch wenn die maximale erwartete Kapazität bereits vom ersten Tag an installiert ist, bleiben die Energieverluste bei einer anfänglich geringeren Belastung minimal.

Betriebskosteneffizienz

Da der Versorgungsschutz auf der MS-Ebene stattfindet, fallen die Bau- und Betriebskosten für die Anlage aufgrund der niedrigeren Ströme, geringeren elektrischen Verluste und dünneren Kabel geringer aus → 02. Zudem kann eine MS-USV lastfern auf kostengünstigerem Boden – z. B. in einem Elektroraum oder einer Unterstation – platziert werden. Und da ein MS-System mit einer einfacheren Infrastruktur auskommt, erhöht sich automatisch die Zuverlässigkeit.

Flexibilität und Skalierbarkeit

Die PCS120 MV UPS unterstützt mehrere gängige Architekturen für Rechenzentren wie „distributed redundant“ (verteilte Redundanz), „shared redundant“ (geteilte Redundanz) oder „Catcher“. Dies gilt zusätzlich zu den oben erwähnten parallelen und Ringbus-Konfigurationen. Der Einsatz von parallel geschalteten Gruppen aus 22,5-MVA-Konfigurationen eröffnet neue Perspektiven für die Nutzung bekannter Architekturen – und zwar auf einem deutlich höheren Leistungsniveau, da große Reservesysteme wie Diesel- oder Gasgeneratoren von dieser Architektur unterstützt werden.

—
03 Leistungsunterstützung für das Netz.

03a Leistungsfluss im Normalbetrieb.

03b Leistungsfluss mit Netzstützungsfunktion.

Die PCS120 MV UPS kann als Innenraum- und Freiluftlösung mit vielseitigen Energiespeicheroptionen und Autonomien von wenigen Sekunden bis hin zu mehreren Minuten realisiert werden.

Netzstützungsfunktionen

Mit der zunehmenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bietet sich für USV-Anlagen die Möglichkeit, neben ihrer primären Aufgabe des Lastschutzes auch Funktionen zur Netzstützung bereitzustellen.

Große Rechenzentren verfügen aufgrund ihres redundanten Designs und ihrer Batteriesysteme über erhebliche ungenutzte Erzeugungskapazitäten. Diese Infrastruktur könnte genutzt werden, um durch die Bereitstellung von Netzstützungsdiensten wie

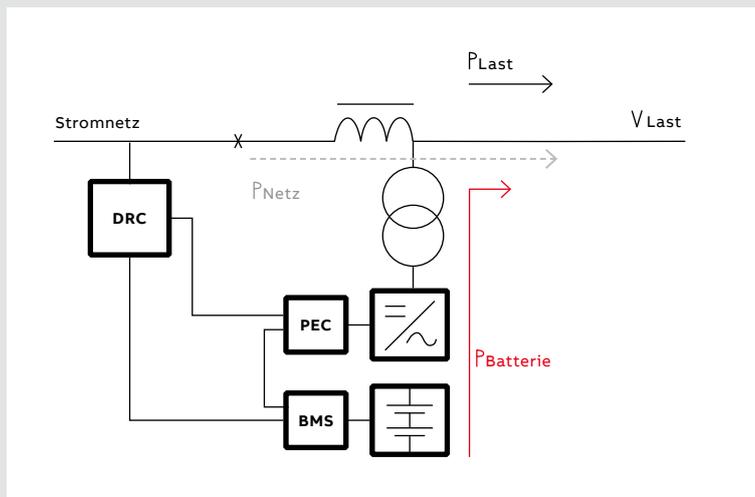
Demand Management und Frequenzregelung neue Umsätze zu generieren oder um im Rahmen der unternehmerischen sozialen Verantwortung kommunale Energieversorgungskonzepte zu unterstützen.

Neben ihrem Hauptzweck als Lastschutzsystem ist die ZISC-Topologie der PCS120 MV UPS von ABB ideal geeignet, um bei Gefährdung der Netzstabilität auf Anfrage eines externen Kraftwerksreglers Wirkleistung in das Netz einzuspeisen bzw. aus dem Netz aufzunehmen. Bei Bedarf schaltet sich die PCS120 MV UPS ein, um die kritische Last vor Ort mit Leistung zu

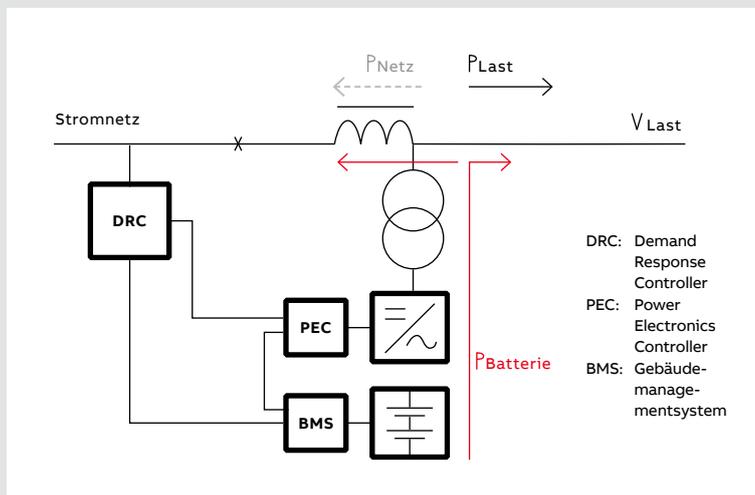
—
Die PCS120 MV UPS ist die ideale Lösung für Rechenzentren mit Schutzanforderungen im Megawattbereich.

versorgen und so das Netz zu entlasten, bis sich dieses wieder erholt hat. Sollte die geforderte Entlastung die Anforderungen der kritischen Last übersteigen, unterstützt die USV die volle Last und speist lediglich überschüssige Leistung in das Netz ein. Das heißt, die maximal zur Einspeisung in das Netz verfügbare Leistung entspricht der Nennleistung des PCS120 MV UPS Systems minus der von der kritischen Last geforderten Leistung →03.

Das modulare Konzept der PCS120 ermöglicht eine beispiellose Wartungsfreundlichkeit und Redundanz bei gleichzeitiger Maximierung der Verfügbarkeit. Die PCS120 MV UPS ist die ideale Lösung für große Rechenzentren mit Schutzanforderungen im Megawattbereich. Dabei zeichnet sich die USV über ihre Produktlebensdauer von 20 Jahren hinweg durch minimale Wartungsanforderungen und eine maximale Effizienz aus, was sich positiv auf die Gesamtbetriebskosten auswirkt. •

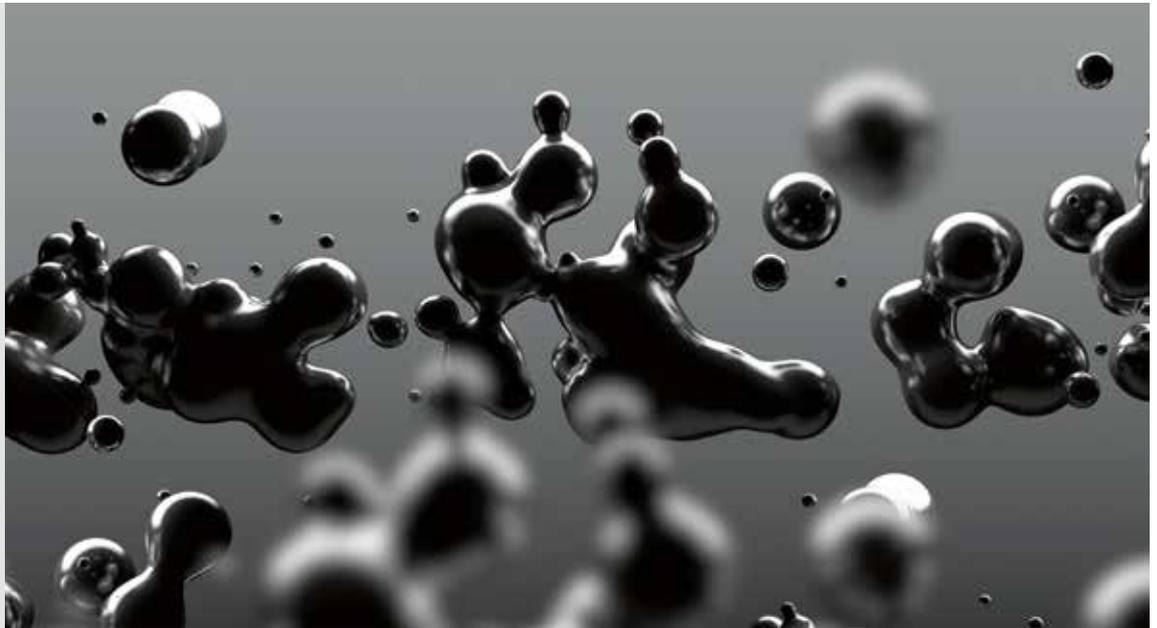


03a



03b

—
01 Externe Kooperationen spielen bei ABB eine wichtige Rolle. Ein Beispiel hierfür ist die Zusammenarbeit mit FlexeGRAPH, deren innovatives Nanofluid das Gesicht der Flüssigkeitskühlung verändern wird.



01

— NANOFLUID-KÜHLUNG FÜR RECHENZENTREN

Neben ihrer eigenen Forschung & Entwicklung arbeitet ABB mit vielversprechenden Startups zusammen. Ein solches Startup ist das australische Unternehmen FlexeGRAPH, dessen innovative Nanoflüssigkeit völlig neue Möglichkeiten für die Kühlung von Rechenzentren eröffnen könnte.

SynerLeap, das Innovations-Hub von ABB, hilft Startups dabei, sich rasch zu entwickeln und auf einem globalen Markt zu expandieren. Dazu bietet SynerLeap den Startups Zugang zu den Netzwerken, Kunden und Technologien von ABB und betreut sie beim großen Schritt in die Eigenständigkeit. Über SynerLeap war

realisierten Projekte haben ihr Ziel erreicht, und die Hälfte davon hat bereits zu einer intensivierten Zusammenarbeit geführt“, sagt Peter Löfgren, CEO von SynerLeap. Eines dieser Startups ist das australische Unternehmen FlexeGRAPH, dessen innovative Nanoflüssigkeit völlig neue Konzepte für die Kühlung von Rechenzentren ermöglichen könnte →01.



Peter Löfgren
SynerLeap, ABB
Technology Ventures
Västerås, Schweden

peter.lofgren@
se.abb.com

—
**FlexeGRAPH hat ein
graphenbasiertes Nanofluid
für anspruchsvolle
Kühlanwendungen entwickelt.**

Revolutionäres Medium für eine bessere Kühlung

FlexeGRAPH wurde 2015 als Spin-out der Australian National University im australischen Canberra gegründet. Das Unternehmen hat ein mit Graphen optimiertes Nanofluid für anspruchsvolle Kühlanwendungen entwickelt. Suspendierte Graphenpartikel leiten Wärme 10.000-mal besser als Wasser und bieten somit eine signifikante Verbesserung gegenüber gängigen flüssigen Kühlmitteln, wie sie in vielen Industriezweigen eingesetzt werden. Hauptschwerpunkte der Entwicklung sind:

- Elektrofahrzeuge mit den dazugehörigen Batterien und der Ladeinfrastruktur
- die Kühlung von elektrischen Systemen, deren Leistungsfähigkeit durch Wärme begrenzt wird – von der Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ) über 5G und Edge-Computing-Anwendungen bis hin zur Flüssigkeitskühlung von Rechenzentren

ABB bereits an mehr als 100 Startup-Projekten beteiligt, von industriellen Proof-of-Concept-Projekten bis hin zu Kundengeschäftsprojekten. „Die Zusammenarbeit zwischen erstklassigen industriellen Startups und ABB bietet eine große Wertschöpfung hinsichtlich einer schnelleren Innovation, Add-ons und neuen Produkten. Kurz gesagt, Innovation, Kollaboration und Schnelligkeit sind die Eckpfeiler, und die Projektergebnisse sind großartig – 95 % aller



Shannon Notley
FlexeGRAPH
Canberra, Australien

Materialeigenschaften

Graphen ist bekannt für seine hohe Wärmeleitfähigkeit, doch eine Dispergierung in Flüssigkeit war aufgrund von Verklumpung und Ablagerungsbildung bisher nicht erfolgreich. FlexeGRAPH hat ein innovatives Verfahren entwickelt um Graphen zu suspendieren und die hohe Wärmekapazität von Graphen in Kühlflüssigkeiten einzubringen.

Das graphenbasierte Kühlmittel kann in puncto Korrosions- und Ablagerungsschutz problemlos mit herkömmlichen Kühlmitteln mithalten. Ein traditionelles Kühlmittel für einen Automotor enthält z. B. über ein Dutzend Stoffe, um Korrosion, das Wachstum von Mikroben und Algen sowie eine Leistungsminderung durch Druck- und Temperaturveränderungen zu verhindern. Umfangreiche Tests haben gezeigt, dass das Kühlmittel von FlexeGRAPH ebenfalls dazu in der Lage ist – und zwar ohne dass die Kühlleistung abnimmt und mit deutlich geringeren Umweltauswirkungen.

Zudem bleibt das Produkt stabil, ohne dass sich Klumpen oder Ablagerung bilden. In einer statischen Umgebung konnte nach fünf Jahren eine gleichmäßige Partikelverteilung von 98 % festgestellt werden. Diese bemerkenswerte Eigenschaft ist zum Teil auf die geringe Größe der Graphenpartikel im

FlexeGRAPH-Fluid zurückzuführen. Um die Vorteile des Produkts optimal zu nutzen, zielt FlexeGRAPH auf Anwendungen mit Betriebstemperaturen von 35 °C und darüber ab.

Der Motorsport als Prüffeld

FlexeGRAPH arbeitet bei Pilotversuchen auch mit Herstellern von Formel-1- und IndyCar-Rennwagen zusammen. Da die Hersteller von Rennwagen gezwungen sind, die Leistungsfähigkeit ihrer Motoren

—
Das neue Kühlmittel kann in puncto Korrosions- und Ablagerungsschutz mit herkömmlichen Kühlmitteln mithalten.

zu maximieren, aber gleichzeitig von der Wärmeentwicklung der Motoren eingeschränkt werden, stellt der Motorsport ein ideales Prüffeld für das Fluid dar. Bei Hochleistungsmotoren kann eine Erhöhung der Betriebstemperatur um wenige Zehntel Grad eine



—
02 Das Nanofluid von FlexeGRAPH verbessert die Leistungsfähigkeit von Rennwagen.

—
03 Das Graphen-Nanofluid eignet sich zur Kühlung von großen und kleinen Rechenzentren.



03

messbare positive Auswirkung auf die Leistungsfähigkeit haben. So konnte durch Austausch der vorhandenen Kühlflüssigkeiten gegen das Graphen-Nanofluid von FlexeGRAPH die Kühlleistung verbessert werden →02. Dies wiederum ermöglicht eine höhere Motorleistung oder andere Leistungsoptimierungen durch konstruktive Veränderungen wie ein geringeres Gewicht und eine verbesserte Aerodynamik.

Kühlsysteme für Rechenzentren

Rechenzentren sind ein ideales Anwendungsbeispiel für FlexeGRAPH, da mit dem Wachstum in der Rechenzentrumsbranche auch der Kühl- und Energiebedarf steigt. Tatsächlich entfallen über 30% des

—
In kompakten Rechenzentren ermöglicht das Nanofluid von FlexeGRAPH eine hohe Kühlleistung auf kleinem Raum.

Energieverbrauchs eines durchschnittlichen Rechenzentrums auf die Kühlung [1] →03. Dank der höheren Wärmekapazität von FlexeGRAPH könnten Betreiber von Rechenzentren dieselben Server mit deutlich geringerem Energieaufwand und einer einfacheren Infrastruktur kühlen.

Wie im Beispiel aus dem Motorsport könnte das verbesserte Kühlvermögen auch konstruktive Systemänderungen ermöglichen, die wiederum andere Vorteile mit sich bringen. So kann z. B. bei Kühlsystemen mit Wärmetauscher-Rücktüren die Rechendichte der Server erhöht werden, um die für die vielen aufkommenden KI-Anwendungen erforderliche hohe Rechenleistung zu bereitzustellen. Gleichzeitig wird die großflächige Verbreitung von 5G für einen wachsenden Bedarf an kleinen, kompakten Rechenzentren in Ballungsgebieten mit hohen Immobilienpreisen sorgen. Hier kann FlexeGRAPH eine hohe Kühlleistung auf kleinem Raum bieten.

Graphen – das Kühlmittel der Zukunft?

Das Produkt von FlexeGRAPH ließe sich überall dort einsetzen, wo ein maßgeschneidertes Kühlmittelsystem zum Einsatz kommt. Zur Erschließung neuer Anwendungen sind Prüfungen und Anpassungen erforderlich, um die Kompatibilität, Optimierung und Erfüllung geografischer oder anwendungsspezifischer Vorschriften und Anforderungen zu gewährleisten. In den Bereichen, in denen das FlexeGRAPH-Produkt bereits getestet wurde, ging die Anpassung und Prüfung relativ einfach vonstatten, was wiederum die Tür zu erheblichen Einsparungen bei den Kühlkosten öffnet. •

Literaturhinweis

[1] Vxchnge: „How to Improve Data Center Power Consumption & Energy Efficiency“. Verfügbar unter: <https://www.vxchnge.com/blog/power-hungry-the-growing-energy-demands-of-data-centers> (abgerufen am 23.03.2020).



01

ANWENDUNGSBEISPIEL: UMSCHALTUNG FÜR EIN RECHENZENTRUM

Um einen durchgängigen Betrieb von Rechenzentren zu gewährleisten, ist eine zuverlässige und redundante Stromversorgung erforderlich. Aus diesem Grund verfügen die meisten Rechenzentren über zwei redundante Stromversorgungen für die IT und die Gebäudetechnik. Das Zu- und Abschalten der Reserveversorgung ist eine kritische Aufgabe.

In rund einem Drittel der Rechenzentren mit einer N+1-Architektur (d. h. es steht bei einem Ausfall jeweils ein Reservemodul zur Verfügung) kommt es jährlich mindestens zu einem Ausfall mit durchschnittlichen Kosten von 900.000 USD pro Ereignis. Die häufigste Ursache ist mit bis

erforderlich, die die Versorgung der IT-Lasten und Kühlsysteme auf die Reservestromversorgung umschalten.

Der TruONE ATS von ABB ist der erste ATS der Welt, der alle erforderlichen Sensoren, Steuerungen, Schalter und Bedienoberflächen in einem einzigen, einfach zu installierenden Gerät integriert, das nicht nur die Installation vereinfacht und die Installationszeit erheblich verkürzt, sondern auch die Zuverlässigkeit des ATS maximiert →01.

Die integrierte und flexible Kombination aus Emax 2 und TrueONE ergibt einen äußerst zuverlässigen ATS.

Der TruONE ATS nutzt die gleiche Bedienoberfläche und Softwareumgebung wie der intelligente offene Leistungsschalter Emax 2 von ABB. So lässt sich die Kurzschlussfestigkeit des Emax 2 in einer kompakten und zuverlässigen Lösung nutzen. Erstmals integriert der Emax 2 intelligente Schutzmerkmale und programmierbare Logik für die automatische Netzumschaltung in einem einzigen Gerät.

zu einem Drittel aller Ereignisse ein Ausfall der Stromversorgung innerhalb des Rechenzentrums. Kommt es zum Stromausfall, sind zuverlässige automatische Netzumschalter (Automatic Transfer Switches, ATSs)



Aleksandar Grbic
ABB Smart Power
Bergamo, Italien

aleksandar.grbic@
it.abb.com

01 TruONE ist weltweit der erste ATS, der alle erforderlichen Sensoren, Steuerungen, Schalter und Bedienoberflächen in einem einzigen, einfach zu installierenden Gerät integriert, das den Schutz verbessert und eine einfachere, zuverlässigere und schnellere Installation unterstützt.

TruONE integriert alle erforderlichen Sensoren, Steuerungen, Schalter und Bedienoberflächen in einem einzigen Gerät.

02 Vorteile der integrierten ATS-Lösung.

03 Lösungen für Chiller: TruONE ATS werden in der Steuertafel der Chiller installiert, um bei einem Stromausfall die erforderliche Kühlleistung sicherzustellen.

04 Beispiel einer typischen Stromverteilung für ein redundantes Rechenzentrum mit einer Gesamteingangsleistung von 1 MW und einer IT-Last von 550 kW.

Typischerweise werden die Leistungsschalter vom Typ Emax 2 als Einspeiseschutz in der Hauptverteilung platziert. Die Emax 2 verfügen über integrierte ATS-Funktionen – z. B. verzögertes Umschalten (auf dem IEC-Markt auch als „Open Transition“ bezeichnet), Main-Gen usw. – zur Steuerung des Schaltvorgangs bei einem Ausfall der Hauptstromversorgung.

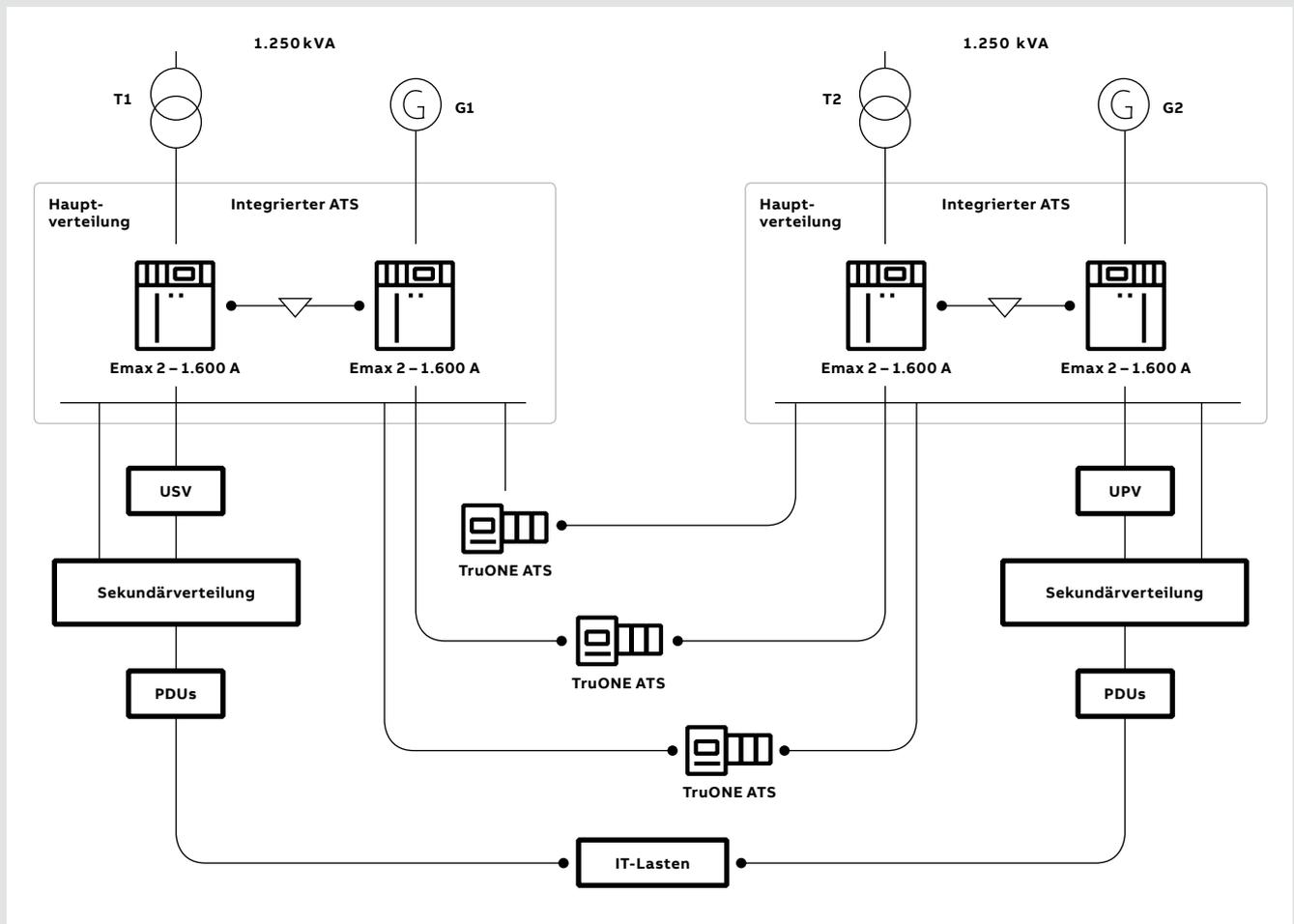
Die vollständig integrierte und flexible Kombination aus Emax 2 und TruONE ergibt einen äußerst zuverlässigen ATS, der selbst den anspruchsvollsten Rechenzentrumsanwendungen gerecht wird →02-04. •

Merkmal	Vorteil
Vollständig integrierte Lösung, keine externen Geräte erforderlich	Bis zu 30 % Platzeinsparung in der Schaltanlage
Plug-&-Play-fähige, einsatzbereite Anwendungsvorlage	Geschätzte 95 % Zeit- und Kosteneinsparungen beim ATS-Engineering
Selbstdiagnose aller Verbindungen	Höhere Zuverlässigkeit durch weniger potenzielle Fehlerquellen

02

Merkmal	Vorteil
Komplettlösung einschließlich Steuerung mit abnehmbarer HMI	Verkürzung der Installationszeit um bis zu 80 %
Automatische Inbetriebnahmefunktion und vorgefertigte Konfigurationsdateien	Verkürzt die Programmierzeit um 80 % und reduziert die Gefahr von menschlichen Fehlern
Vorausschauende Wartung und schnell austauschbare kritische Module	Erheblich geringere Ausfall- und Servicekosten

03



SICHER UND ZUVERLÄSSIG: TRANSIENTENGESCHÜTZTE TRANSFORMATOREN

Abhängig von den Systemeigenschaften kann das Schalten von schnellen Mittelspannungs-(MS-)Leistungsschaltern transiente Überspannungen hervorrufen, die Transformatoren beschädigen können. Mithilfe von Varistoren, die an den Transformatorwicklungen angeordnet werden, ist ABB Power Grids* in der Lage, solche Transienten und die damit verbundenen Auswirkungen zu beseitigen →01.



01



Joel A. Kern
ABB Transformers
Raleigh, NC, USA

joel.a.kern@us.abb.com

Eine der unangenehmsten Aufgaben für das Bedienpersonal in einem Rechenzentrum ist das Durchführen von Schaltvorgängen innerhalb des elektrischen Anlagenetzes. Abhängig von den Systemeigenschaften kann das Schalten von schnellen (vakuum- oder gasisolierten) MS-Leistungsschaltern schnelle transiente Überspannungen innerhalb des Systems hervorrufen, die elektrische Isolierungen beschädigen und im Laufe der Zeit zu Ausfällen führen können. Diese Schäden lassen sich häufig nicht vor Ort reparieren, was wiederum längere Ausfallzeiten nach sich zieht.

Ein komplexes Problem

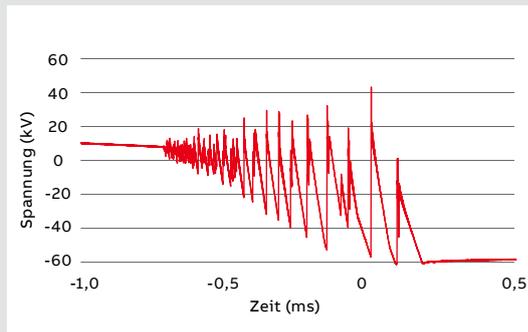
Das Problem von Schaltüberspannungen auf der Verteilenebene reicht zurück bis zum Aufkommen der Vakuum-Leistungsschaltechnik Anfang der 1990er Jahre. Die Möglichkeit zur Unterbrechung von Strömen im

Vakuum stellte einen großen Fortschritt für das Design von elektrischen Netzen dar, denn es konnten nun viel größere Ströme sicher und schneller unterbrochen werden, als es mit offenen Leistungsschaltern möglich war. Erst ein Jahrzehnt später entdeckte man, dass bei dieser neuen Art der Stromunterbrechung elektromagnetische Geräte innerhalb des Netzes extremen Spannungstransienten ausgesetzt werden. An Verteiltransformatoren, Steuertransformatoren, Messwandlern und Motoren wurden neue Ausfallarten beobachtet. Nähere Untersuchungen ergaben, dass Schaltüberspannungen die schlimmsten Spannungsbelastungen sind, denen ein Gerät im typischen Betrieb ausgesetzt ist.

Alle Leistungsschalter unterbrechen den Strom kurz vor dem natürlichen Nulldurchgang bei einer Amplitude, die als Abreißstrom bezeichnet wird. Beim Abreißen des

*Ein geplantes Joint-Venture zwischen ABB und Hitachi

01 Beim TVP-System werden Varistoren strategisch an den Transformatorwicklungen platziert, um transiente Überspannungen zu begrenzen, die durch Wiederzündungen im Leistungsschalter oder durch Spannungsverstärkungen aufgrund harmonischer Resonanzen im Transformator entstehen.



02

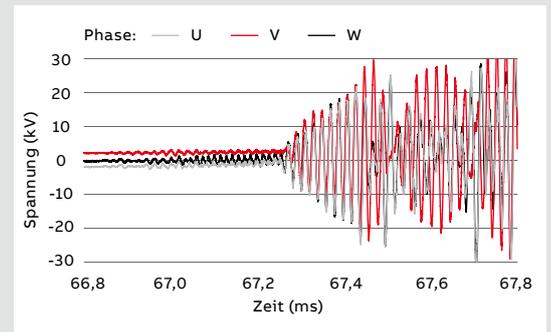
02 Mehrfache Wiederzündungen mit daraus resultierenden Spannungstransienten in einem ungeschützten Verteiltransformator während eines einzigen Schalterereignisses. Bei häufigem Auftreten führen diese Transienten mit der Zeit zu Schäden an der Isolierung.

03 Darstellung einer harmonischen Resonanz an den Anschlüssen des Verteiltransformators.

04 Trocken-Verteiltransformator mit Wicklungsvaristoren (rote Umrandung) und herkömmlichen Überspannungsableitern (gepunktete Umrandung).

Stroms bleibt magnetische Energie in den Induktivitäten auf der Lastseite des Schalters gespeichert. Diese führt zur einem Stromfluss, der zwischen den lastseitigen Kapazitäten und Induktivitäten zirkuliert und eine transiente Überspannung verursachen kann. Der Unterschied zwischen dem Spannungspotential vor dem Leistungsschalter und diesen transienten Überspannungen wird als Einschwingspannung (Transient Recovery Voltage, TRV) bezeichnet. Sind die Kontakte des Leistungsschalters beim Stromabriss nicht weit genug voneinander entfernt, kann es durch die Einschwingspannung zur Wiederzündung zwischen den Kontakten kommen. Und steigt die Einschwingspannung schneller als der zunehmende elektrische Widerstand der sich öffnenden Schaltkontakte, kann ein mehrfaches Wiederzündungen auftreten →02.

Erschwerend kommt hinzu, dass nicht alle drei Pole des Leistungsschalters den Strom im gleichen Moment unterbrechen. Wird der Strom im ersten Pol etwas vor dem natürlichen Nulldurchgang unterbrochen, fließt in den anderen beiden Polen weiterhin Strom. Kommt es in



03

dem Pol, der den Strom zuerst unterbrochen hat, zum Wiederzünden, entsteht ein hochfrequenter, oszillierender Strom, der auch durch die beiden anderen Pole fließen kann. Dieser Anteil an hochfrequenten Strömen kann zu Nulldurchgängen und zum Löschen der Lichtbögen in den

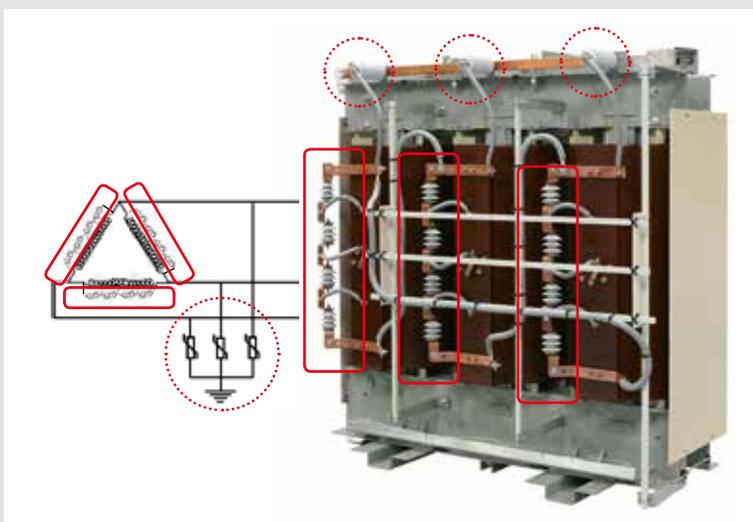
Beim Abreißen des Stroms bleibt magnetische Energie in den Induktivitäten auf der Lastseite gespeichert.

anderen beiden Phasen führen. Dieser Nulldurchgang kann als eine Art Stromabriss bei einer wesentlich höheren Amplitude als der normale Abreißstrom betrachtet werden. Der Wert dieses sogenannten „virtuellen Stromabrisses“ kann nahe am Spitzenwert des Laststroms liegen. Die Ursache hierfür liegt in der besonderen Fähigkeit des Vakuum-Leistungsschalters, hochfrequente Ströme zu unterbrechen, und kann zur Entstehung von Überspannungen mit deutlich höheren Amplituden führen [1].

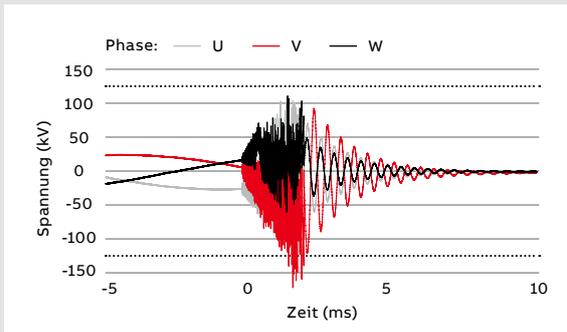
Die letzte Herausforderung wird von den Strömen verursacht, die zwischen Kapazitäten und Induktivitäten auf der Lastseite des Schalters zirkulieren. Diese Ströme oszillieren mit hohen Frequenzen (bis in den MHz-Bereich) in magnetischen Komponenten. Typische Eigenfrequenzen von Verteiltransformatoren liegen zwischen 30 und 40 kHz. Da sich die Frequenzen der zirkulierenden Ströme durch diesen Bereich bewegen, kann es zur Anregung der Eigenfrequenzen in den Betriebsmitteln und somit zu einer Spannungsverstärkung durch harmonische Resonanz kommen →03.

Einfache Lösung

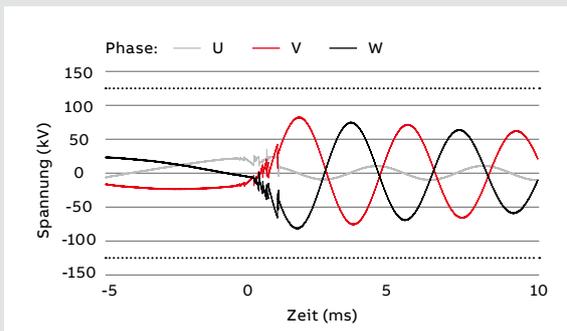
Um eine zuverlässige Inbetriebnahme und zuverlässige Schaltvorgänge mit Lastbanken zu gewähr-



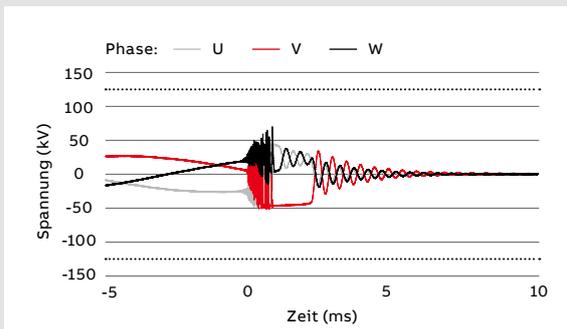
04



05a



05b



05c

leisten, wie sie in Rechenzentren verwendet werden, beschloss ABB, eine Lösung für Transformatoren zu entwickeln, die einen sicheren Betrieb mit schnellen Leistungsschaltern ermöglicht. Dazu wurden zunächst verschiedene vorhandene Lösungen im 20-kV-Verteilnetz-Testlabor von ABB im schwedischen Västerås evaluiert. Alle vorhandenen Lösungen (wie RC-Schutzbeschaltungen, MS-Drosseln, Überspannungsableiter und die Absicherung („Härtung“) des Transformators) erwiesen sich im Hinblick auf die Beherrschung von Spannungsspitzen bei Schaltvorgängen als unzureichend und/oder waren nicht in der Lage, Spannungsverstärkungen durch harmonische Resonanz zu verhindern. Bei einigen Lösungen musste zudem zuerst eine Systemstudie durchgeführt werden, um das richtige Design sicherzustellen.

Dank der in über 10 Jahren beim Testen von vorhandenen und neuen Lösungen gewonnenen Erkenntnisse ist es den ABB-Ingenieuren gelungen, die Spannungsbelastung durch Schaltvorgänge im Netz mit einer einfachen Technologie in den Griff zu bekommen: Wicklungsvaristoren. Bei der für Verteiltransformatoren entwickelten TVP™-Lösung (Transient Voltage Protection™) von

Die Varistoren wirken als „Überdruckventile“, indem sie einen sekundären Strompfad bereitstellen.

ABB werden Varistoren in einer bestimmten Anordnung strategisch an den Wicklungen des Transformators platziert, um transiente Überspannungen zu begrenzen, die durch Wiederzündungen innerhalb des Leistungsschalters oder durch Spannungsverstärkungen aufgrund von harmonischen Resonanzen innerhalb des Transformators entstehen →01, 04.

Wicklungsvaristoren wirken als „Überdruckventile“, indem sie einen sekundären Strompfad bereitstellen und so verhindern, dass die in der Wicklung auftretenden Spannungsspitzen Werte erreichen, die für die Isolierung des Transformators gefährlich werden könnten →05. In Kombination mit einem fortschrittlichen Wicklungsdesign ist die TVP-Technologie in der Lage, auftretende Spannungsspitzen zu beherrschen, ohne dass teure Systemstudien durchgeführt werden oder die genauen Eigenschaften des angeschlossenen Systems bekannt sein müssen. Und da die Varistoren einen sekundären Strompfad für schnelle Transienten bereitstellen, schützen sie alle anderen magnetischen Komponenten auf derselben Seite des Leistungsschalters.

In Kombination mit Trockentransformatoren können mit dem TVP-System zudem katastrophale Ausfallarten wie Brände, Explosionen oder Umweltschäden durch Leckagen verhindert werden, da keine Flüssigkeiten für die Isolierung oder Kühlung erforderlich sind. Die Gefahr eines Versagens von flüssigkeitsgefüllten Kondensatoren (in RC-Schutzbeschaltungen) besteht ebenfalls



06

— 05 Vergleich verschiedener Methoden zum Schutz von Transformatoren gegen Schaltüberspannungen.

05a Ungeschützter Verteiltransformator während eines Schaltvorgangs im Netz.

05b Verteiltransformator mit einer direkt gekoppelten RC-Schutzschaltung.

05c Verteiltransformator mit dem TVP-System von ABB.

— 06 TVP-System an einem neuen Transformator im ABB-Werk.

Literaturhinweis

[1] E. Lindell, L. Liljestränd (2015): „Effect of different types of overvoltage protective devices against vacuum circuit-breaker-induced transients in cable systems“. IEEE Xplore, Volume 31, Issue 4, S. 1571–1579.

nicht. Dank dieser zusätzlichen Sicherheitsmerkmale können bei Trockentransformatoren mit TVP nicht nur Ausfälle durch Schaltvorgänge ausgeschlossen werden, die Kombination stellt auch die sicherste Lösung zum Umspannen auf der Verteilebene dar →06.

Die Zukunft der Sicherheit

Der nächste Schritt zu einer sicheren Netzverteilung besteht darin, das System nicht nur gegen schädliche Ereignisse (wie Schaltüberspannungen) zu schützen, sondern auch das mit einem potenziellen Ausfallereignis

Die Transformatoren überwachen eigenständig Spannung, Strom, Temperatur, Druck und Klima.

verbundene Risiko zu bestimmen. Fortschritte in der Digitalisierung ermöglichen es Netzbetreibern, potenzielle Problembereiche zu identifizieren und entsprechend zu handeln, bevor diese erhebliche Kosten verursachen.

Digitale Transformatoren wie der TXpert™ von ABB verfügen über fortschrittliche Überwachungs- und Analysefunktionen, die den Betreiber über sich langsam und schnell entwickelnde Netzprobleme informieren. Die Transformatoren überwachen eigenständig Spannung, Strom, Temperatur, Druck und Klima und wandeln diese Signale in Informationen über die Netzqualität, den Lebensdauerverbrauch des Transformators und den Wartungsbedarf um. Die gesamte Datenverarbeitung erfolgt am Transformator oder in einem Edge-Netzwerk, um eine schnellstmögliche und sichere Reaktion zu gewährleisten.

Solche digitalen Funktionen ermöglichen Analysen, die Netzbetreibern eine zustandsbasierte Wartung und eine bessere Prognose hinsichtlich des Lebensdauerverbrauchs ihrer Betriebsmittel ermöglichen. Das langfristige Ziel ist es, Netzbetreibern vollstes Zutrauen in die Funktionalität ihrer Systeme zu geben und Routineabschaltungen zu vermeiden. •



BUZZWORDS ENTSCHLÜSSELT

5G

5G ist zurzeit in aller Munde. Die neue Technologie verspricht großartige Dinge – doch was genau? Und ist 5G nicht wie 4G, nur ein bisschen schneller? Gewiss nicht. Tatsächlich sind die Auswirkungen, die 5G auf die für ABB relevanten Branchen hat, erheblich.



Dirk Schulz
ABB Corporate Research
Ladenburg, Deutschland
dirk.schulz@de.abb.com

Angesichts der zunehmenden Abhängigkeit der Welt von der Vernetzung und dem Austausch von Daten ist die Kommunikationsbranche dabei, mit 5G – der fünften Generation des Mobilfunks – eine völlig neue Art der drahtlosen Vernetzung zu realisieren. Mit der Fähigkeit, viele Geräte gleichzeitig zu bedienen und sogar verschiedene logische Netze für autonomes Fahren, Sprach- und industrielle Anwendungen auf einer physischen Infrastruktur auszuführen, ist 5G ein Schlüsselement für die digitale Transformation von Industrien.

Diese Steigerung der Leistungsfähigkeit ist notwendig, wenn es darum geht, dem aktuellen Megatrend der Digitalisierung gerecht zu werden. Neben den Verbraucheranwendungen spielt die 5G-Technologie eine entscheidende Rolle für vertikale Branchen, die ihre Wettbewerbsfähigkeit durch eine stärkere Integration von Wertschöpfungsnetzwerken, betrieblichen Prozessen und Produktionsanlagen steigern wollen. Mehr denn je wird von Automatisierungssystemen erwartet, dass sie für mehr Flexibilität sorgen, die Produktivität steigern und das betriebliche Risiko für Ihre Eigentümer senken. Folgende drei Leistungsmerkmale von 5G ermöglichen dies:

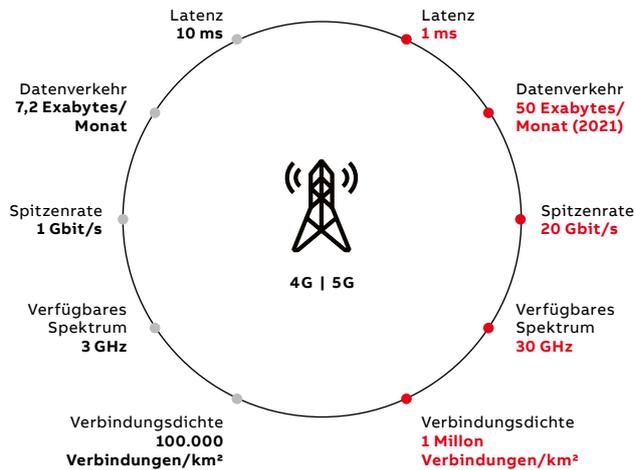
- eMBB (Enhanced Mobile Broadband) erhöht die Bandbreite um ein Vielfaches gegenüber 4G – ideal z. B. für Video-Streaming in HD-Qualität oder Augmented Reality (AR).
- URLLC (Ultra-Reliable Low-Latency Communication) reduziert die Latenz und erhöht die Zuverlässigkeit der Kommunikation. URLLC zielt besonders

auf prozess- und sicherheitskritische Anwendungen wie die Prozess- und Bewegungsregelung, sichere Kommunikation und autonome Logistik mit fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTFs) ab.

- mMTC (Massive Machine-Type Communication) erhöht die mögliche Anzahl von vernetzten Geräten um ein Vielfaches. Dieser Aspekt von 5G richtet sich vornehmlich an Sensoranwendungen mit niedrigen Datenraten, aber einer hohen räumlichen Dichte.

In der Praxis ist häufig eine Kombination dieser Leistungsmerkmale gefragt. Ein gutes Beispiel ist das Streaming von Augmented-Reality-Inhalten, das sowohl eine große Bandbreite für die Inhalte selbst als auch eine geringe Latenz erfordert, um Verzögerungen zwischen der Kopfbewegung und dem AR-Bild zu verhindern. Ist die Verzögerung zu groß, ist die Technologie für die praktische Anwendung im Feld nicht geeignet. Regelungsanwendungen erfordern sowohl eine hohe Sensordichte als auch eine hohe Zuverlässigkeit (aber relativ niedrige Datenraten).

Neben der reinen Verbesserung der Protokollleistung bieten 5G-Mobilfunk-Ökosysteme automatisierten industriellen Systemen weitere Vorteile. Diese reichen von der Skalierbarkeit über die gemeinsame Netznutzung für verschiedene Anwendungen (so können sich z. B. autonome Fahrzeuge und Anlagen ein 5G-Netz teilen) bis hin zur präzisen Zeitsynchronisie-



01

01 5G ist etwa 10-mal so leistungsfähig wie 4G und bedient die Anforderungen eines konvergenten digitalen Ökosystems mit vertikalen Branchen von der Energieverteilung bis hin zur Automatisierung von Smart Cities mit Anlagen, Fabriken, Versorgungsbetrieben, Straßen, Gewerbe- und Wohngebäuden.

5G umfasst 5G Protokollvarianten mit geringem Leistungsbedarf und einer niedrigen Datenrate, die wesentlich höhere Gerätedichten und eine flexible Positionierung von Sensoren, Maschinen oder Produktionsmodulen unterstützen.

5G trägt zudem zur Steigerung der Produktivität bei. Da sich Sensoren zuverlässig und ohne zusätzliche Infrastrukturkosten hinzufügen lassen, stehen genauere Informationen über Prozesse und Produkte zur Verfügung, die mithilfe von maschinellen Lernalgorithmen genutzt werden können, um Systemausfälle und Qualitätsprobleme vorherzusagen und zu verhindern.

Realisierung von 5G

5G ist ein komplexes, aber vielseitiges Kommunikations-Ökosystem, das verschiedene Funktechnologien, kabelgebundene Weitverkehrsnetze (WANs), leistungsstarke Computer und eine Vielzahl intelligenter Softwarefunktionen umfasst. Dabei übertrifft 5G die Leistungsfähigkeit bestehender Kommunikationstechnologien für industrielle Anwendungen bei Weitem.

Mobilfunktechnik ist heute bereits Bestandteil vieler ABB-Produkte. Um die zukünftigen Möglichkeiten von 5G optimal zu nutzen, arbeitet ABB mit weltweit führenden Unternehmen daran, die Standardisierung, Regulierung und technische Entwicklung von 5G voranzutreiben. Die daraus resultierenden neuen Produkte werden das Gesicht der Industriearbeit radikal verändern. •

Abonnement

ABB Review abonnieren

Wenn Sie an einem kostenlosen Abonnement interessiert sind, wenden Sie sich bitte an die nächste ABB-Vertretung, oder bestellen Sie die Zeitschrift online unter www.abb.com/abbreview.

Die ABB Review erscheint viermal pro Jahr in Englisch, Französisch, Deutsch, Spanisch und Chinesisch und wird kostenlos an Personen abgegeben, die an der Technologie und den Zielsetzungen von ABB interessiert sind.

Bleiben Sie auf dem Laufenden ...

Haben Sie eine ABB Review verpasst? Melden Sie sich unter abb.com/abbreview für unseren E-Mail-Benachrichtigungsservice an und verpassen Sie nie wieder eine Ausgabe.



Nach der Anmeldung erhalten Sie per E-Mail einen Bestätigungslink, über den Sie Ihre Anmeldung bestätigen müssen.

Impressum

Editorial Board

Bazmi Husain

Chief Technology Officer
Group R&D and Technology

Adrienne Williams

Senior Sustainability
Advisor

Christoph Sieder

Head of Corporate
Communications

Reiner Schönrock

Technology and Innovation

Andreas Moglestue

Chief Editor, ABB Review
andreas.moglestue@ch.abb.com

Herausgeber

Die ABB Review wird herausgegeben von ABB Group R&D and Technology.

ABB Switzerland Ltd.
ABB Review
Segelhofstrasse 1K
CH-5405 Baden-Dättwil
Schweiz
abb.review@ch.abb.com

Der auszugsweise Nachdruck von Beiträgen ist bei vollständiger Quellenangabe gestattet. Ungekürzte Nachdrucke erfordern die schriftliche Zustimmung des Herausgebers.

Herausgeber und
Copyright ©2020
ABB Switzerland Ltd.
Baden, Schweiz

Druck

Vorarlberger
Verlagsanstalt GmbH
6850 Dornbirn, Österreich



Layout

Publik. Agentur für
Kommunikation GmbH
Ludwigshafen, Deutschland

Satz

Konica Minolta
Marketing Services
London WC1V 7PB
Großbritannien

Übersetzung

Thore Speck
24941 Flensburg
Deutschland

Haftungsausschluss

Die in dieser Publikation enthaltenen Informationen geben die Sicht der Autoren wieder und dienen ausschließlich zu Informationszwecken. Die wiedergegebenen Informationen können nicht Grundlage für eine praktische Nutzung derselben sein, da in jedem Fall eine professionelle Beratung zu empfehlen ist. Wir weisen darauf hin, dass eine technische oder professionelle Beratung vorliegend nicht beabsichtigt ist.

Die Unternehmen der ABB-Gruppe übernehmen weder ausdrücklich noch stillschweigend eine Haftung oder Garantie für die Inhalte oder die Richtigkeit der in dieser Publikation enthaltenen Informationen.

ISSN: 1013-3119

abb.com/abbreview

Tablet-Version

Die Produktion der Tablet-Version der ABB Review (für iOS und Android) wurde Ende 2018 eingestellt. Lesern der Tablet-Versionen wird empfohlen, die PDF- oder Webversionen zu nutzen. abb.com/abbreview





Photo: Publik. Agentur für Kommunikation

Abonnieren und auf dem Laufenden bleiben

Sie haben eine Ausgabe der ABB Review verpasst? Sie können sich per E-Mail benachrichtigen lassen, sobald eine neue Ausgabe online ist, oder sich die gedruckte Version direkt zusenden lassen.

Diese Optionen finden Sie auf unserem Web-Portal – neben einer Auswahl der neuesten Artikel und einer durchsuchbaren Bibliothek mit allen bisherigen Beiträgen bis zurück ins Jahr 1996 (und ausgewählten Artikeln bis zurück zu den Anfängen der Zeitschrift im Jahr 1914).



www.abb.com/abbreview

