

ABB

1 | 15
de

review

Führende Innovationen 6

Intelligenz in Gebäuden 22

Simulator für die Automatisierung 32

Management von Windparks 48

Die technische
Zeitschrift des
ABB Konzerns



Innovation

Power and productivity
for a better world™



Ein Roboter mit der Geschicklichkeit eines Menschen, der zwei Arme nutzt und sicher Seite an Seite mit Menschen zusammenarbeiten kann? Diese Vision ist nun Wirklichkeit geworden. Die Titelseite dieses Hefts zeigt den neuen ABB-Roboter YuMi®, der auf Seite 6 vorgestellt wird.

Das Bild auf dieser Seite zeigt Sammelschienen der HGÜ-Umrichterstation in Outaouais (Kanada). Die 1.250-MW-Kurzkupplung ermöglicht den Austausch von Strom zwischen den Netzen von Québec und Ontario.



Innovations-Highlights

- 6 Innovations-Highlights**
Bedeutende ABB-Innovationen für 2015

Verbindungen

- 11 Nützliche Informationen**
Neue Datenanalyseverfahren zur Verbesserung des Anlagenservice
- 16 Perfekte Rahmenbedingungen**
Das virtuelle Emulator-Framework vereinfacht das Testen von Prozessleitsystemen
- 22 Besser bauen**
Technologie für intelligentere Gebäude
- 27 Ein Servicewerkzeug wird erwachsen**
ABB ServicePort™ versorgt eine Vielzahl von Kunden weltweit mit fortschrittlichen Dienstleistungen
- 32 Erweiterte Rolle**
ABB 800xA Simulator ist über den gesamten Lebenszyklus eines Automatisierungssystems hinweg einsetzbar

Energie

- 37 Intelligent schalten**
Intelligente Schaltanlagen für die Primär- und Sekundärverteilung
- 42 Spitzen vermeiden**
Integrierte Optimierungsalgorithmen senken Heizkosten
- 48 Nah am Wind**
Eine effektive Bedienoberfläche für den Windparkbetrieb
- 53 Cooler Kondensator**
Leistungsfaktorverbesserung mit dem neuen QCap von ABB

ABB in Kürze

- 60 ABB in Kürze**

Pionierleistungen

- 63 Aus den ASEA-Archiven**
Rückblick auf über ein Jahrhundert in gedruckter Form

Innovation



Claes Ryttoft

Liebe Leserin, lieber Leser,

das Titelbild dieser Ausgabe der ABB Review zeigt den neuen ABB-Zweiarmroboter YuMi. Vielleicht fragen Sie sich, ob die Ingenieure von ABB zu viele Science-Fiction-Filme gesehen haben, doch es gibt einen guten Grund, einen Roboter mit zwei Armen zu konstruieren: Menschen können ein Objekt mit einer Hand festhalten und mit der anderen Hand bearbeiten. Wir machen dies bei unzähligen Aufgaben – vom Kartoffelschälen bis zum Benutzen unseres Smartphones. Es gibt zahllose Montage- und Handhabungsaufgaben, bei denen dieser Roboter ähnliche Vorteile bietet.

Fortschrittliche Roboter sind aber nur ein Beispiel für die gemeinsame Entwicklung von Software und Hardware und die wachsende Bedeutung solcher Produkte in der Industrie. Weitere Artikel in diesem Heft befassen sich damit, wie die stetig zunehmende Datenflut von den zahllosen Sensoren in einer Anlage genutzt werden kann, um die Produktivität zu steigern, und wie dadurch die Automatisierungspyramide neu definiert wird. Außerdem gehen wir der Frage nach, wie der Testaufwand in der Automatisierung durch Emulation reduziert werden kann und wie Servicewerkzeuge zur Steigerung der Produktivität beitragen können.

Doch nicht nur im Bereich der industriellen Automatisierungssysteme sind Verbesserungen in Effizienz und Produktivität zu erwarten. Ein Artikel über Gebäudeautomatisierung stellt einige der beeindruckenden Innovationen aus diesem Bereich vor. Ein weiteres Thema ist die intelligenter Planung bei der Erzeugung von Prozesswärme zur Reduzierung von Verbrauchsspitzen.

Nicht alle intelligenten Lösungen haben Software in ihrem Kern. Der neue ABB-Kondensator QCap zeichnet sich durch verschiedene konstruktive Merkmale aus, die für eine höhere Zuverlässigkeit, längere Lebensdauer und einen sicheren Ausfall sorgen.

Im letzten Jahr feierte die ABB Review das 100-jährige Jubiläum einer ihrer Vorgängerschriften, der BBC Mitteilungen. In dieser Ausgabe werfen wir einen Blick auf das zweite Vorgängermagazin, das ASEA Journal (dessen Ursprünge sogar auf das Jahr 1909 zurückgehen), und zeigen einige frühe Schätze aus den Archiven. Doch Geschichte ist nicht nur zu Jubiläen ein Thema. In der ABB Review erscheinen regelmäßig Artikel, die den Blick in die Vergangenheit nutzen, um gegenwärtige und zukünftige Entwicklungen zu erläutern. Insgesamt 22 solcher Artikel sind seit 2007 erschienen. Diese und andere veröffentlichte Artikel (zurück bis in das Jahr 1996) sind über unsere Webseite www.abb.com/abbreview abrufbar. Dort können Sie sich auch für unseren E-Mail-Service anmelden, der Sie über Neuerscheinungen informiert. Neben der gedruckten Ausgabe und der PDF-Version gibt es die ABB Review auch als Tablet-App, die ebenfalls über die oben genannte Webseite abgerufen werden kann.

Eine interessante Lektüre wünscht Ihnen



Claes Ryttoft
Chief Technology Officer &
Group Senior Vice President
ABB Group



Innovations-Highlights

Bedeutende ABB-Innovationen für 2015

Innovation tritt in vielen Formen auf – von radikal neuen Konzepten, die auf praktische Probleme angewendet werden, bis hin zur Nutzung vorhandener Technologien auf neuartige Weise. ABB ist stets bemüht, durch Innovation ihr Produktangebot zu erweitern und Technologien zu

entwickeln, um die sich verändernden Bedürfnisse ihrer Kunden noch besser zu erfüllen. Auf den folgenden Seiten präsentieren wir die innovativen Highlights für 2015, von denen einige in dieser und in kommenden Ausgaben der ABB Review näher behandelt werden.

YuMi® – zusammen in die Zukunft der Automatisierung

Der neue ABB-Zweiarmroboter YuMi ist der erste wirklich kollaborative Zweiarm-Roboter der Welt, der für eine neue Ära der industriellen Automatisierung konzipiert wurde. Der eigensichere Roboter kann ohne Schutzgitter Seite an Seite mit menschlichen Kollegen in einer produktiveren Arbeitsumgebung eingesetzt werden.

Zu den besonderen Merkmalen von YuMi gehören seine Steuersoftware, seine Präzision und sein innovatives Design. Leichte Materialien, energieabsorbierende Schutzpolster und nicht vorhandene Quetschpunkte sorgen zusätzlich für Sicherheit.

Der für die Kleinteilmontage konzipierte Zweiarm-Roboter ist wie geschaffen für die sich ständig verändernden Produktionsanforderungen im Bereich der Verbraucherelektronik, kann aber auch in jedem anderen Prozess mit

ähnlich filigranen Anforderungen eingesetzt werden.

YuMi ist Teil eines Gesamtsystems mit anpassbaren Händen, flexibler Teilezuführung, Kameraführung und modernster Steuersoftware. Seine kompakte Größe minimiert den Platzbedarf im Produktionsbereich und ermöglicht eine Installation an Arbeitsstationen, die bisher nur von Menschen besetzt waren. Zu seinen weiteren Merkmalen gehören eine integrierte Robotersteuerung und zwei 7-achsige Arme sowie eine ausreichende Handhabungskapazität, Geschwindigkeit und ein ausreichender Schutz für den Einsatz in den meisten Kleinteilmontageumgebungen. Der Name YuMi leitet sich ab von „you“ und „me“ und steht für die Partner-



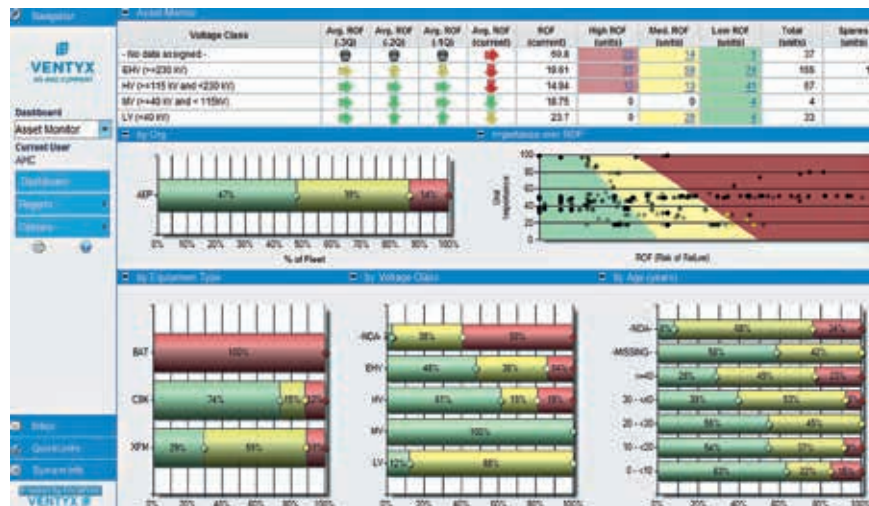
schaft von Mensch und Roboter. Weitere Details werden nach der Markteinführung auf der Hannover Messe im April 2015 bekannt gegeben.

Ein längerer Artikel über YuMi erscheint in einer kommenden Ausgabe der ABB Review.

Maximale Zuverlässigkeit mit kleinem Budget

Die Instandhaltungsbudgets von Unternehmen sind nie groß genug, um sämtliche Probleme von alten elektrischen Anlagen abzudecken. ABB Asset Health Center™ (AHC) bietet den Schlüssel für den Wechsel von einer zeitorientierten Instandhaltung zu einem zustandsorientierten Asset-Management von Hochspannungsanlagen. Die von ABB-Experten entwickelten Algorithmen wandeln analytische Daten in nutzbare Informationen für die Priorisierung von Instandhaltungsmaßnahmen zur Verbesserung der Anlagenzuverlässigkeit um.

Ob gelegentliche Beobachtungen, Daten von jährlichen Öl-in-Gas-Analysen (DGA), ausgeklügelte Überwachungssysteme oder strukturierte



Inspektionen durch Anlagenexperten – AHC nimmt alle verfügbaren Daten und liefert nutzbare Informationen, die die Wertschöpfung jedes in die Instandhaltung investierten Euros erhöhen.

AHC meldet ungewöhnliches Betriebsmittelverhalten rechtzeitig und liefert sofort ein Bild zum Zustand des Betriebsmittels, lange bevor das Tor

zur Schaltanlage geöffnet wird. So können zum richtigen Zeitpunkt die richtigen Leute mit der richtigen Ausrüstung entsandt werden, um die richtigen Maßnahmen vorzunehmen. Die flexiblen Leistungsmodelle von AHC können auch in andere Asset-Management-Lösungen integriert werden, um die Zuverlässigkeit von Betriebsmitteln zu gewährleisten.

Neue Version: System 800xA v6

Seit seiner Einführung im Jahr 2004 trägt das Extended Automation System 800xA von ABB durch die Konsolidierung von Prozessen, elektrischen Anlagen, Safety-Lösungen und Telekommunikation in eine Automatisierungsplattform zur Steigerung der Produktivität bei.

Die neue Version von System 800xA wurde speziell darauf ausgelegt, Upgrades von älteren Leitsystemen zu unterstützen, die auf nicht mehr unterstützten Betriebssystemen wie Windows XP® laufen. Gleichzeitig hilft sie Kunden dabei, die mit der Instandhaltung des Automatisierungssystems verbundenen Betriebskosten zu reduzieren. Neben der Übernahme und Implementierung von Technologien wie der Virtualisierung beinhaltet System 800xA v6 ein innovatives Installations-Tool, das die Leistungsfähigkeit der Multicore-



Technologie heutiger Server und Arbeitsplatzrechner nutzt, um die notwendige Automatisierungsinfrastruktur zu reduzieren. So kann die Zahl der Maschinen um bis zu 50 % reduziert werden, was wiederum die Kapital- und Lebenszykluskosten verringert.

Weitere Neuerungen der Version 6 sind:

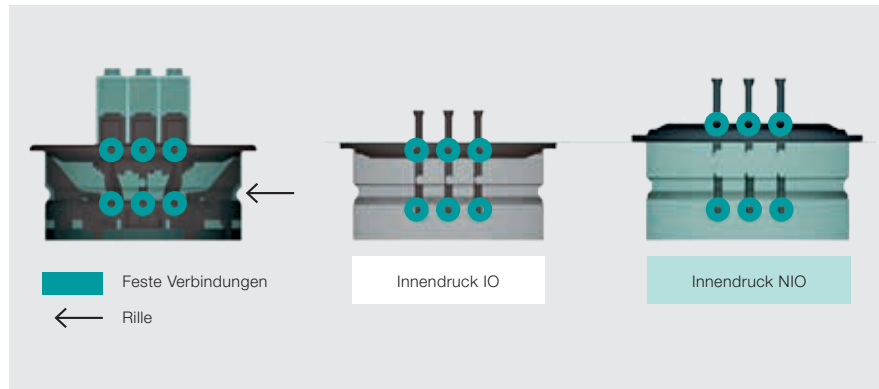
- Drahtlose Router zum sicheren Einsatz von mobilen Clients

- Neue, sicherere Möglichkeiten zur Bereitstellung dringend benötigter Daten von der Steuerungsebene
- Eine höhere Bedienereffizienz mit verbesserten Trenddarstellungen und Alarmlisten, einem integrierten Rufsystem und einer KNX-Schnittstelle zur engeren Anbindung der physischen Bedienerumgebung an die Gesamtlösung.

Blindleistung beherrschen

Auch wenn es Kondensatoren bereits seit über 250 Jahren gibt und sie in zahllosen Anwendungen unverzichtbar geworden sind, ist ihre Entwicklung noch nicht am Ende. Der neue ABB-Niederspannungskondensator QCap setzt neue Maßstäbe in puncto Zuverlässigkeit, Qualität und Sicherheit.

Eine der größten Herausforderungen bei der Konstruktion von Leistungskondensatoren ist Wärme. Zwar sind die elektrischen Verluste in einem Kondensator insgesamt gering, doch die niedrige Wärmeleitfähigkeit der verwendeten Materialien kann zu einem Temperaturanstieg und zur Leistungsminderung des Kondensators führen. Das Design des QCap ist auf besonders geringe Verluste



ausgelegt, was seine Lebensdauer und Zuverlässigkeit erhöht.

Darüber hinaus ist der QCap selbstheilend: Bei einem elektrischen Fehler brennt der entstehende Lichtbogen ein Loch in das Material, was die fehlerhafte Stelle isoliert. Dabei reduziert sich die Kapazität um etwa 1 ppm, während ein zerstörerisches Ausbreiten des Fehlers verhindert wird.

Bei jedem Selbstheilungsvorgang wird eine kleine Menge Gas freigesetzt, die sich mit zunehmendem Alter des Kondensators ansammelt. Übersteigt der Gasdruck einen bestimmten Schwellenwert, wird der Deckel des Gehäuses hochgedrückt. Dadurch reißen Verbindungsdrähte im Innern des Kondensators, und der Kondensator wird sicher vom Netz getrennt.

Mehr über den QCap lesen Sie auf den Seiten 53–59 dieses Hefts.

PASS-Hybrid-technologie für 420 kV

Für viele gibt es im Hochspannungsbereich entweder luftisolierte Schaltanlagen (AIS) oder die kompakteren, aber teureren gasisolierten Schaltanlagen (GIS). Dieses Bild hat sich mit der Einführung der ABB PASS-Technologie (Plug And Switch System) vor 20 Jahren grundlegend geändert. PASS verbindet die Vorteile von AIS und GIS in einer „gemischten“ Schaltanlage (Mixed Technology Switchgear, MTS), die sich gegenüber AIS trotz höherer Grundkosten durch niedrigere Betriebskosten auszeichnet.

Im Jahr 2013 gab ABB die Einführung der Hochspannungs-Hybridschaltanlage PASS MOS für 420 kV bekannt. Damit deckt die PASS-Familie nun Spannungen von 72,5 bis 420 kV mit Ausschaltströmen von 31,5 bis 63 kA ab.



Die Sonderlösung PASS MOH stellt ein komplettes Hochspannungs-Schaltfeld in „H“-Konfiguration in einer einzelnen transportablen Einheit bereit. Das 420-kV-PASS-Hybridmodul bietet sämtliche Vorteile der PASS-Familie, und jedes PASS-Modul entspricht einem kompletten Schaltfeld. Die vormontierte und werksgеprüfte PASS MOS 420kV ist leicht zu transportieren

und zu installieren, ohne dass aktive Teile montiert werden müssen. Zum Transport werden die Isolatoren (3,6 m, 350 kg) im Werk in eine kompakte Position gedreht und vor Ort wieder in ihre richtige Lage gebracht – ein einzigartiges Merkmal der PASS-Technologie.

Spannungsregler für Verteilnetze

Die Verteilnetze, die den Strom von Photovoltaikanlagen und Windturbinen aufnehmen müssen, sind für einen bestimmten Energiefluss ausgelegt. Allerdings kann die erzeugte Leistung die Auslegungsgrenze der Netze um ein Vielfaches übersteigen. In vielen Fällen ist das Problem nicht die Übertragung der Leistung an sich, sondern die Einhaltung des zulässigen Spannungsbereichs.

Während konventionelle Lösungen den Ausbau des Netzes vorsehen, kann das Problem mithilfe eines Längsspannungsreglers (LVR) vielfach wesentlich günstiger gelöst werden. Ein LVR ist in der Lage, die Spannung innerhalb eines bestimmten Bereichs automatisch auf einen gewünschten Wert zu regeln.



ABB hat einen neuen LVR für Niederspannungs-Verteilnetze auf den Markt gebracht. Er ist für 250 kVA, 125 kVA oder 63 kVA ausgelegt und ermöglicht Spannungsanpassungen von $\pm 6\%$ in Schritten von $1,2\%$. Der LVR kann in einer Verteilkabine montiert und irgendwo entlang eines Versorgungsstranges oder am Ausgang eines

Verteiltransformators installiert werden. Ein typischer Standort wäre in der Nähe einer dachmontierten Photovoltaikanlage. Ein entsprechender LVR für Anwendungen im Mittelspannungsnetz wurde gerade entwickelt. Dieser besitzt einen Regelbereich von $\pm 10\%$ und ist für Leistungen bis 8 MVA und Spannungen bis 24 kV ausgelegt.

DS1: transientenfreies, diodenbasiertes Schalten von Kondensatoren

Mit dem DS1, dem ersten Kondensatorschalter auf Halbleiterbasis, der ein synchronisiertes Schalten erlaubt, setzt ABB einen neuen Meilenstein in puncto Innovation und Leistungsfähigkeit. Der vollständig trockenluft-isolierte Mittelspannungs-Innenraum-schalter ist in der Lage, Kondensatorbänke ein- und auszuschalten, ohne transiente Spannungen oder Einschaltüberströme zu verursachen, und eliminiert die Wahrscheinlichkeit von Rückzündungen.

Ermöglicht wird dies durch die eingebettete Steuereinheit, die ein optimales, exakt netzsynchrones Schalten erlaubt. Das Gerät verbindet die Kondensatoren beim Nulldurchgang der Spannung und trennt sie im stromlosen Zustand –



mit einer Präzision von wenigen Mikrosekunden.

Dank des DS1 ist das Schalten von Kondensatorbänken keine heikle Angelegenheit mehr, da jegliche Nebenwirkungen auf das Verteilnetz und die Kondensatoren vermieden werden. Dies verlängert die Lebensdauer der Komponenten und beseitigt die Notwendigkeit zusätzlicher Ausrüstung wie Einschalt-drosseln.

Der neue Kondensatorschalter ist in der Lage, bis zu 50.000 Schaltvorgänge bei einer Schaltfrequenz von mehr als einer Schaltung pro Sekunde vorzunehmen. Dabei ist der DS1 für bis zu 17,5 kV und 630 A ausgelegt.

Industriekunden profitieren von den Fähigkeiten des DS1 bei der Leistungsfaktorkorrektur, und Energieversorgungsunternehmen unterstützt er bei der Blindleistungskompensation.

Etwas Neues unter der Sonne

Der Betrieb einer Photovoltaikanlage am oberen Ende des Niederspannungsbereichs – laut IEC-Norm 1.500 VDC – senkt zwar Ausrüstungs- und Arbeitskosten, kann aber auch problematisch sein. So kann eine Abschaltung aufgrund sogenannter kritischer Ströme, die sich nicht unterbrechen lassen, schwierig sein. Der neue ABB-Hybridleistungsschalter T7D PV-E funktioniert nicht nur problemlos bei Spannungen bis 1.500 VDC, sondern beseitigt auch das Problem kritischer Ströme.

Der T7D PV-E löst das Problem kritischer Ströme durch den Einsatz von Leistungselektronik zur Unterbre-

chung niedriger Ströme. Da sich die Leistungselektronik nicht im Hauptstrompfad befindet, sind die Leistungsverluste so gering wie in normalen elektromechanischen Schaltern, womit keine Kühlung erforderlich ist. Sobald höhere Ströme fließen, wird die Leistungselektronik nicht mehr benötigt und abgeschaltet. Da trotz des Bemessungsstroms von 1.600 A sehr kleine Komponenten verwendet werden, ist die Elektroneinheit äußerst kompakt.

Die Elektronik wird durch eine Energy-Harvesting-Einheit gespeist, die die Energie des Kontaktlichtbogens nutzt. Außerdem „schläft“ die Elektronik (und ist isoliert), wenn der Schalter in geschlossener oder geöffneter Stellung ruht.



Grundlagen für die Stromnetze von morgen

Grid4EU, die größte von der EU geförderte Smart-Grid-Initiative, unterstützt die Klima- und Energieziele der EU für 2020 mit großflächigen Tests fortschrittlicher Smart-Grid-Lösungen. ABB arbeitet mit dreien der sechs beteiligten europäischen Energieverteiler zusammen daran, neue und innovative Lösungen für großflächige Verteilnetze zu entwickeln und deren Skalierbarkeit und Reproduzierbarkeit zu testen.

Das erste Demonstrationsprojekt – Demo 1 – findet in Zusammenarbeit mit RWE in Reken (Deutschland) statt. Hier überwacht vollständig integrierte Netzautomatisierungstechnik mithilfe eines dezentralen Softwaresystems den Netzzustand und rekonfiguriert die Netztopologie, um die Auswirkungen von Störungen zu minimieren, Überlastungen zu vermeiden und Netzverluste zu reduzieren.



Schwerpunkt von Demo 2 in Zusammenarbeit mit Vattenfall in Uppsala (Schweden) ist die Überwachung und Steuerung des Niederspannungsnetzes auf der Grundlage vorhandener AMM-Technologie (Advanced Metering Management) für die nordischen Länder. ABB lieferte Messausrüstung in Ortsnetzstationen und Visualisierungstools für das Alarm- und Ereignismanagement sowie die statistische Auswertung.

Demo 5 in Zusammenarbeit mit CEZ Distribuce in Vrchlabi (Tschechische Republik) befasst sich mit dem Entwurf, der Implementierung und dem Test einer Automatisierung in Mittel- und Nieder-

spannungsnetzen mit ferngesteuerten Geräten, einer schnellen Kommunikationsinfrastruktur und lokalen SCADA-Systemen zur Unterstützung eines automatisierten Betriebs und Inselbetriebs.

Das Grid4EU-Programm treibt die Entwicklung kostengünstiger und skalierbarer Lösungen für die Überwachung und Steuerung in Teilen von Verteilnetzen voran, die diese Möglichkeit bislang nicht hatten. Eine solche weitreichende Managementfähigkeit ist unabdingbar für die sichere Integration einer zunehmenden Zahl dezentraler regenerativer Ressourcen zur Reduzierung der CO₂-Emissionen ohne Gefährdung der Netzuverlässigkeit.

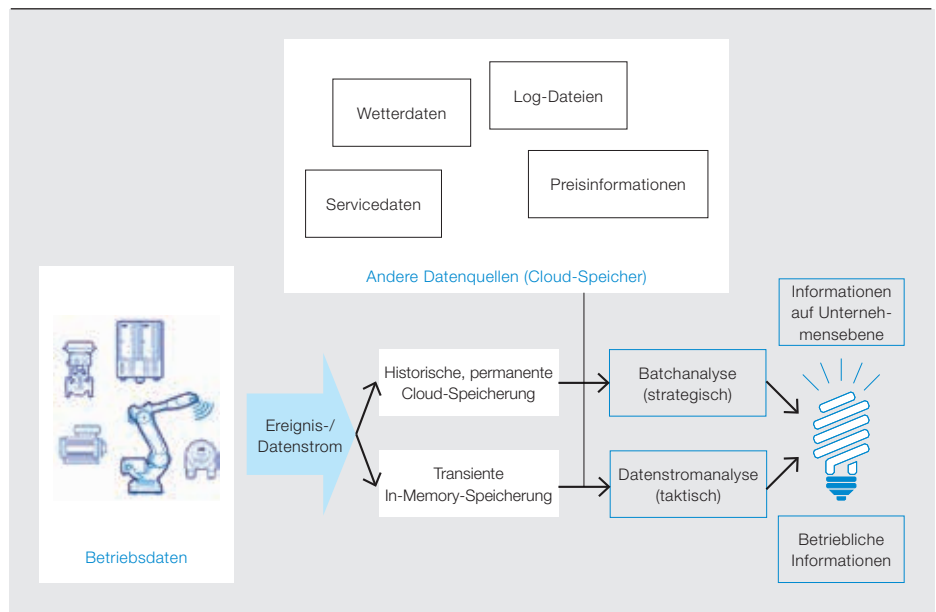


Nützliche Informationen

Neue Datenanalyseverfahren zur Verbesserung des Anlagenservice

CHRISTOPHER GANZ, ROLAND WEISS, ALF ISAKSSON – Daten stehen überall auf der Tagesordnung. Das gilt besonders in der Industrie. Begriffe wie das Internet der Dinge, Industrie 4.0, Industrial Internet und ähnliche Themen tauchen weltweit immer wieder in technischen Publikationen auf. Bei der Digitalisierung der industriellen Welt geht es darum, die Daten von vielen Sensoren zu erfassen und zu analysieren, um die für den Betrieb, die Instandhaltung und das Management einer Anlage verantwortlichen Personen zu unterstützen. In der intelligenten Bewältigung dieser Datenflut liegt der Schlüssel zu einer höheren Anlageneffizienz. ABB hat neue Verfahren zur intelligenten Verarbeitung von Anlageninformationen entwickelt, die bedeutende positive Auswirkungen auf angebotene Serviceleistungen haben können.

1 In einer Industrieumgebung können viele Datenquellen zur Verbesserung der Effizienz genutzt werden.



In vielen Industrieumgebungen werden riesige Datenmengen verfügbar. Doch nur wenn diese Daten in entsprechende Maßnahmen umgesetzt werden, können Effizienzsteigerungen erzielt werden.

Datenflüsse als Herzblut einer Industrieanlage – ist dies das Bild der Zukunft? Zum Teil schon, wobei schon jetzt intelligente Geräte in Anlagen miteinander kommunizieren. In einem typischen Regelkreis, in dem Sensordaten vom Regler in Echtzeit analysiert und an den Aktuator zurückgeführt werden, sind alle beteiligten Geräte intelligent und tauschen auf die eine oder andere Weise Informationen aus.

Geht es in der Zukunft also nur darum, etwas bereits Vorhandenes produktiver einzusetzen? Auch hier gilt: Zum Teil ja, wobei bereits verfügbare Technologien neue Möglichkeiten der Informationsverarbeitung bieten, die erhebliche Auswirkungen auf Serviceangebote haben können.

Erstens ist die Speicherung großer Datenmengen dank der Cloudspeicherlösungen mehrerer großer Anbieter erschwinglich geworden. Im industriellen

Bereich ermöglicht dies eine umfassendere Analyse des Produkt- und Systemverhaltens als jemals zuvor. So können Daten von mehreren Quellen über einen längeren Zeitraum gespeichert und zur Verbesserung des Betriebs und der Instandhaltung in Industrieanlagen – z. B. durch Reduzierung der Ausfallzeiten von Betriebsmitteln oder durch effizienteren Einsatz von Servicepersonal – genutzt werden. Je nach Art der Datenverträge mit den Kunden können Vergleichswerte ausgetauscht werden, um Leistungsdefizite aufzuzeigen.

Für nicht echtzeitkritische Teile des Systems kann dies schon jetzt geschehen, doch die Suche nach Algorithmen zur Bestimmung der relevantesten Erkenntnisse hat erst begonnen.

Ein zweiter Aspekt ist, dass die traditionelle Automatisierungspyramide mit ihrer vorwiegend hierarchischen Systemarchitektur neu geordnet wird. Es gibt immer mehr intelligente und flexiblere Sensoren und Controller einem vermaschten Netz, das mit dem Industrial Internet verbunden ist [1]. Außerdem müssen sämtliche Informationen sofort und überall verfügbar sein. Produktionsleiter möchten in der

Lage sein, Leistungskennzahlen (KPIs) in Echtzeit zu prüfen und diese Informationen in allen möglichen Formaten – von großen, fest installierten Bildschirmen bis hin zu mobilen Geräten wie Smartphones und Tablets darstellen zu lassen. Isolierte Teilsysteme werden nur noch in besonderen Fällen existieren und müssen mit einer reduzierten Funktionalität auskommen, da sie nicht in der Lage sind, am Daten- und Service-Ökosystem teilzunehmen.

Flexibilität

Flexibilität ist ein Schlüsselaspekt in der neuen Welt der maximalen Datennutzung. Eine bedeutende Triebfeder für flexible Systeme ist der Bedarf zur Individualisierung von Produkten. So werden

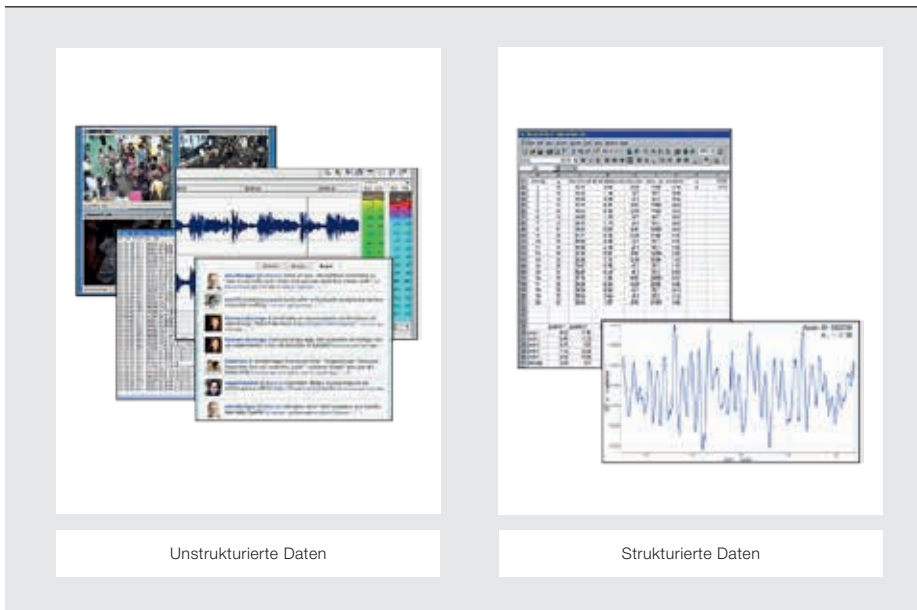
Bereits verfügbare Technologien bieten neue Möglichkeiten der Informationsverarbeitung, die erhebliche Auswirkungen auf Serviceangebote haben können.

z.B. selten zwei Autos mit derselben Konfiguration innerhalb eines Produktionszyklus geordnet. Dies gilt auch für kleinere, erheblich günstigere Produkte wie die Apple Watch. Daher müssen die Produktionsanlagen der Zukunft in der

Titelbild

In vielen Industrieumgebungen stehen riesige Datenmengen zur Verfügung. Nur wenn diese Daten in entsprechende Maßnahmen umgesetzt werden, können Effizienzsteigerungen erzielt werden.

2 Die Strukturierung der Daten ist ein wichtiger Schritt bei der Umsetzung der Daten in effizienzsteigernde Maßnahmen.



Lage sein, Produkte mit hoher Variabilität zu fertigen und in kurzer Zeit rekonfigurierbar sein. Außerdem werden die Zykluszeiten von Produkten kürzer – einige Monate für kleinere Konsumgüter und nur wenige Jahre für komplexere Güter wie Autos. Solche Zykluszeiten erfordern Produktionssysteme, die mit minimalem Engineeringaufwand in vorhandene Anlagen integriert werden können. Und zu guter Letzt werden als Ausgangspunkt für das virtuelle Engineering frühe Simulationsmodelle benötigt, die auf historischen Daten und Echtzeitdaten aus virtuellen und realen Geräten basieren.

Moderne Analyseplattformen wie Google Cloud Dataflow [2], Amazon Kinesis [3] oder Spark [4] können die Grundlage für ein solches erweitertes Angebot bieten.

Die Hauptrolle der Anbieter von Automatisierungslösungen ist natürlich die Ent-

Die Speicherung großer Datenmengen ist dank der Cloudlösungen mehrerer großer Anbieter erschwinglich geworden, was im industriellen Bereich eine umfassendere Analyse des Produkt- und Systemverhaltens ermöglicht.

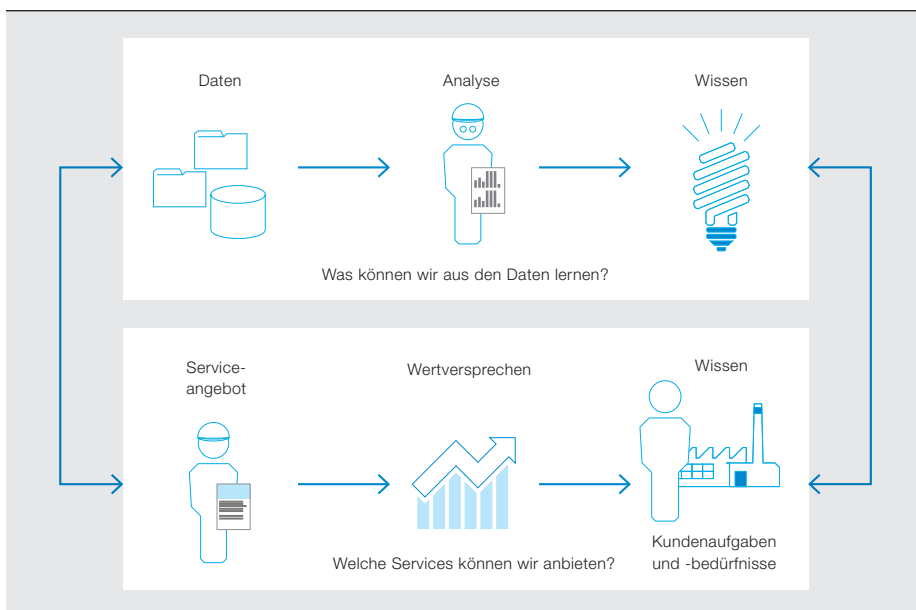
Zugängliche Datenplattformen

Daten werden nicht mehr in Informationssilos eingeschlossen sein, sondern in Cloudplattformen für fortschrittliche Analysen zur Verfügung stehen. Die Analysen werden sowohl auf Daten zugreifen, die über lange Zeiträume erfasst wurden, als auch auf hochfrequente Datenströme, die die Analyse-Engines nahezu in Echtzeit erreichen. Ein großer Vorteil dabei ist, dass diese Dienste den Bedürfnissen der Kunden entsprechend skaliert werden können – eine vorsorgliche oder übermäßige Bereitstellung ist nicht erforderlich.

wicklung von Anwendungen, die auf diesen Plattformen aufbauen. Diese Anwendungen können intern oder extern eingesetzt werden. Zu den internen Anwendungen gehört z. B. die automatische Analyse von Kundenrückmeldungen (z. B. Serviceanfragen oder Ausfallmeldungen), die zur Verbesserung interner Prozesse und zur Optimierung von Produkten beitragen. Externe Anwendungen geben Kunden Zugang zu erweiterten Informationen, z. B. betriebliche KPIs, die eine Überwachung der Anlagenproduktivität ermöglichen.

Daten werden nicht mehr in Informationssilos eingeschlossen sein, sondern in Cloudplattformen für erweiterte Analysen zur Verfügung stehen.

3 Datenbasierte Remote-Services steigern die Leistungsfähigkeit der Anlagen und die betriebliche Effizienz.



Geräte- und Anlagenebene vs. Flottenebene

Wie bereits erwähnt, ist die Datenanalyse nicht neu. Jedoch konzentrieren sich viele Überwachungs- und Diagnoselösungen auf einzelne Geräte – z. B. um einen ausgefallenen Sensor zu erkennen oder Schwingungen von rotierenden Maschinen wie Motoren und Generatoren zu analysieren. In einigen Fällen erstreckt sich dies auf ganze Anlagen oder zumindest Anlagenabschnitte, z. B. zur Überwachung eines kompletten Wellenstrangs mit Antrieb, Motor, Getriebe und Last (z. B. einen Kompressor) oder zur Leckageerkennung in einer Pipeline oder einem Wasserversorgungsnetz mithilfe von Durchflusssensoren, Drucksensoren und Massemessungen.

Die höhere Verfügbarkeit von Daten ermöglicht Vergleiche zwischen mehreren Anlagen im Rahmen sogenannter Flottenanalysen. Eine Flotte kann Geräte innerhalb eines Unternehmens, z. B. alle Elektromotoren eines bestimmten Typs, umfassen. Hier hat ein Anbieter wie ABB potenziell Zugang zu einer wesentlich größeren Flotte in Form der gesamten installierten Basis des betreffenden Motors. Eine Flotte kann aber auch die kompletten Anlagen eines bestimmten

Typs innerhalb eines Konzerns umfassen – z. B. alle Schiffe einer Reederei oder alle Papiermaschinen eines Papierherstellers.

Homogene vs. heterogene Daten

Bisher beschränkte sich die Datenanalyse hauptsächlich auf die Signalanalyse von herkömmlichen numerischen Pro-

Im industriellen Umfeld gibt es viele textbasierte Datenquellen, die ebenfalls nach nützlichen Informationen durchsucht werden können.

zessdaten, die von Sensoren bereitgestellt werden. Mittlerweile gibt es zahlreiche weitere Datenquellen, die nur darauf warten, angezapft zu werden. Suchmaschinen werden z. B. intensiv genutzt, um Daten im Internet zu finden. Doch es gibt viele textbasierte Datenquellen im industriellen Umfeld, die ebenfalls nach nützlichen Informationen durchsucht werden können – z. B. Serviceberichte, Bedienerprotokolle und Alarmlisten. Weitere Quellen sind Bilder oder Videodateien. Da die Nutzung der Daten kontext- und anwendungsabhängig ist, sind die zu suchenden Merkmale nicht offensichtlich, was von Fall zu Fall berücksichtigt werden muss. Eine Herausforderung

Die traditionelle Automatisierungspyramide mit ihrer vorwiegend hierarchischen Systemarchitektur wird neu geordnet. Es gibt immer mehr intelligente und flexiblere Sensoren und Controller in einem vermaschten Netz, das mit dem Industrial Internet verbunden ist.

ist die zeitliche Synchronisation der Daten aus all diesen Quellen, um eine Verschmelzung der Informationen zu ermöglichen → 1–2.

Edge- vs. Cloud-Computing

Eine weitere interessante Herausforderung besteht darin, festzulegen, wo die Datenanalyse stattfinden soll. Bei den bisherigen Ausführungen wurde weitgehend davon ausgegangen, dass die relevanten Daten zentral gespeichert werden, z. B. in der Cloud. Da die Geräte jedoch immer intelligenter werden, steht auch immer mehr Rechenleistung dort zur Verfügung, wo die Daten erzeugt werden. Die Verarbeitung der Daten in der Nähe der Quelle wird manchmal auch als Edge-Computing [5] oder Fog-Computing [6] bezeichnet. Dass nicht alle Daten an einen Prozessdatenspeicher (Historian) gesendet werden, ist bereits der Fall. Bei der Regelung der Walzendrehzahl in einem Walzwerk mithilfe eines Mittelspannungs-Frequenzumrichters werden z. B. nur die Drehzahl und das Drehmoment auf Leitsystemebene erfasst, während die Stromstärke typischerweise nur im Umrichter verfügbar ist.

Mit intelligenten Sensoren und Aktuatoren ist es möglich, dass nur bereits analysierte Informationen im Cloudspeicher zur Verfügung gestellt werden. Wichtig hierbei ist abzuwägen, welche Signale lokal verarbeitet und welche Informationen genau an den zentralen Speicher übermittelt werden sollen, da es am äußersten Rand („Edge“) des Netzwerks normalerweise keinen Prozessdatenspeicher gibt und die lokalen Daten somit nicht für eine spätere Analyse zur Verfügung stehen. Ein wichtiger Faktor bei dieser Erwägung ist die Tatsache, dass die Datenspeicherkosten sinken. Damit sinkt auch die Notwendigkeit der Daten-

komprimierung im Historian und die damit verbundene Gefahr, dass Informationen, die später nützlich sein könnten, zerstört werden.

Neue Einblicke in erweiterte Serviceangebote

Keine der bisher beschriebenen Technologien und Trends bieten einen direkten Mehrwert für den Kunden. Die Datenerfassung und -analyse mag zwar das Wissen erweitern und Vorhersagen ermöglichen, doch solange niemand entsprechend handelt, wird sich dies nicht auf die Leistungsfähigkeit der Anlage auswirken. Nur wenn das Wissen in entsprechende Maßnahmen umgesetzt wird und mögliche Probleme gelöst werden, hat die Analyse von größeren Datenmengen einen Nutzen. Oder anders ausgedrückt: Zu wissen, was falsch läuft, ist nur ein Teil des Ganzen – es zu beheben, ist ein anderer.

Serviceexperten den Fernzugang zu Daten und Analysen zu ermöglichen, schließt den Kreis der kontinuierlichen Verbesserung. Die unmittelbare Verfügbarkeit der Unterstützung durch Geräte- oder Prozessexperten ist entscheidend für eine schnelle Behebung unerwünschter Situationen. Die Kopplung des Fernzugriffs mit den neuen verfügbaren Technologien ermöglicht eine frühere Erkennung und bessere Diagnose und erleichtert somit einen schnelleren Service – was wiederum zu einer besseren Planung und einer Steigerung der Anlagen- und Betriebseffizienz führt → 3.

Christopher Ganz

ABB Technology Ltd.
Zürich, Schweiz
christopher.ganz@ch.abb.com

Roland Weiss

ABB Corporate Research
Ladenburg, Deutschland
roland.weiss@de.abb.com

Alf Isaksson

ABB Corporate Research
Västerås, Schweden
alf.isaksson@se.abb.com

Literaturhinweise

- [1] M. W. Krueger et al.: „Eine neue Ära: ABB arbeitet mit führenden Industrieinitiativen an der Einleitung einer neuen industriellen Revolution“. *ABB Review* 4/2014. S. 70–75.
- [2] E. McNulty (8. August 2014): „What Is Google Cloud Dataflow“. Verfügbar unter <http://dataconomy.com/google-cloud-dataflow/>
- [3] Amazon Kinesis Documentation (2015). Verfügbar unter <http://aws.amazon.com/documentation/kinesis/>
- [4] Apache Spark (2015). Verfügbar unter <https://spark.apache.org/>
- [5] H. H. Pang, K.-L. Tan: „Authenticating query results in edge computing“. *Proceedings of the 20th IEEE International Conference on Data Engineering (ICDE)*. Boston, MA, 2004. S. 560–571
- [6] F. Bonomi et al.: „Fog computing and its role in the internet of things“. *Proceedings of the First Edition of the MCC Workshop on Mobile Cloud Computing*. Helsinki, Finnland, 2012. S. 13–16



Perfekte Rahmenbedingungen

Das virtuelle Emulator-Framework vereinfacht das Testen von Prozessleitsystemen

MARIO HOERNICKE, RIKARD HANSSON – Beim Testen von Prozessleitsystemen wird zum Schluss häufig eine Softwaresimulation des Prozesses verwendet, um die Reaktion des Systems zu testen. Allerdings konzentriert sich diese Simulation normalerweise auf den funktionalen Teil des Prozessleitsystems, d. h. die zentralen Steuerungsanwendungen. Verteilte Steuerungsfunktionen in Subsystemen oder Feldgeräten werden häufig vernach-

lässigt. Das virtuelle Emulator-Framework (VEF) von ABB integriert Subsystem-Emulatoren und konfiguriert diese automatisch, was Funktionstests erleichtert. Die Emulatornetzwerke, die durch die virtualisierungsbasierte Technologie des VEF konfiguriert werden können, erscheinen und verhalten sich so wie das reale Automatisierungssystem, die Subsysteme und Netzwerke.



Um die Komplexität der Emulation bei Integrations-tests und der Werksabnahme zu bewältigen, hat ABB das virtuelle Emulator-Framework entwickelt.

Traditionelle Prozessleitsysteme (PLS) bestanden für gewöhnlich aus einem einzigen Subsystem, der verteilten Steuerung, die mit Sensoren und Aktuatoren interagierte und Prozesszustände bzw. Alarme und Ereignisse auf einer Bedienstation anzeigte. Ein modernes PLS hingegen ist ein äußerst leistungsfähiges Produkt, das neben den noch immer vorherrschenden Steuerungen auch Feldbusse, intelligente Geräte und andere Subsysteme umfasst, um eine flexiblere und intelligentere Funktionalität bereitzustellen.

Einer der am weitesten verbreiteten Feldbusse in modernen PLS ist der Founda-

tion Fieldbus (FF) [1]. Der FF verteilt Steuerungsfunktionen zur Ausführung in Feldgeräten. In einigen Fällen kommen kaskadierte Kreise zum Einsatz, bei denen sich die innere Kaskade in den Feldgeräten und die äußere Kaskade in den Controllern der Steuerung befinden. Mit anderen Worten, der FF kann eine Einheit verkörpern, die alles in allem komplexer ist als die Steuerungen.

Ein weiteres wichtiges Beispiel eines mit der Steuerung verbundenen Subsystems ist die elektrische Stromversorgung. Die Norm IEC 61850 beschreibt z. B. einen Feldbus für die Automatisierung von Schaltanlagen. Die dabei verwendeten IEDs (Intelligent Electronic Devices) sind vergleichbar mit den Controllern einer traditionellen Steuerung.

Doch die höhere Funktionalität, die diese Subsysteme mit sich bringen, hat ihren Preis: Für jedes Subsystem, das in das

PLS integriert wird, sind verschiedene Engineering-Methoden erforderlich, und es müssen hochkomplexe Schnittstellen erstellt werden.

Zu dieser steigenden Komplexität – und dem damit verbundenen größeren Engineering-Aufwand – kommt der Wunsch der Kunden nach einer kürzeren Entwicklungszeit. Bedenkt man den zunehmenden Fachkräftemangel, wird deutlich, vor welcher großen Aufgabe die heutige PLS-Engineering-Branche steht. Trotzdem müssen die Ingenieure eine akzeptable Qualität sicherstellen, weshalb effiziente und umfassende Tests unabdingbar sind.

Herausforderungen beim Testen von PLS

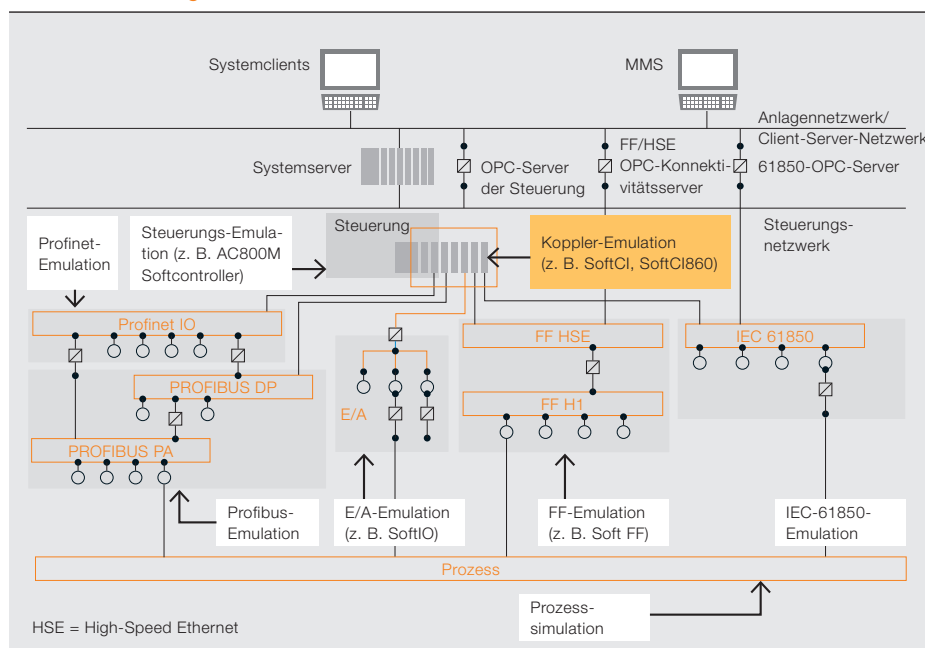
Je komplexer die Automatisierung, desto besser müssen die Tests sein. Wie bei den meisten Softwareprojekten werden während der gesamten Entwicklungs-

Titelbild

Das virtuelle Emulator-Framework von ABB vereinfacht das Testen von Prozessleitsystemen erheblich, indem es verteilte Steuerelemente in die Simulation einbezieht. Das Bild zeigt einen Teil einer Öl- und Gasanlage in Hammerfest, Norwegen.

Ein modernes PLS ist ein äußerst leistungsfähiges Produkt, das Feldbusse, intelligente Geräte und andere Subsysteme umfasst, um eine flexiblere und intelligenteren Funktionalität bereitzustellen.

1 Die virtuelle „Hardware-in-the-Loop“-Testumgebung kann einen Großteil der Automatisierungshardware ersetzen.



phase eines PLS Tests durchgeführt. Es gibt jedoch zwei Tests am Ende des Engineering-Prozesses, die besonders wichtig sind: die Werksabnahmeprüfung (engl. Factory Acceptance Test, FAT), bei der die PLS-Ingenieure kritische Komponenten in Zusammenarbeit und im Beisein des Kunden testen, um die Ergebnisse des Engineerings zu bestätigen

Das VEF ist in der Lage, mit wenigen Mausklicks ganze Emulationsnetzwerke zu planen und bereitzustellen.

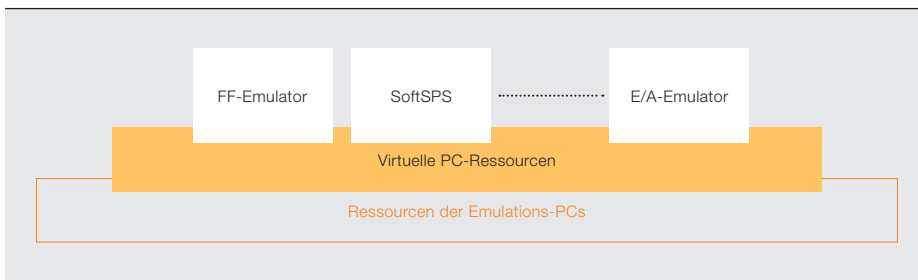
(„Ist dies das richtige Produkt?“); und der Integrationstest, bei dem die gesamte PLS-Funktionalität einschließlich z. B. Controllerparametern oder Subsystemschnittstellen geprüft wird. Der Integrationstest wird vor dem FAT durchgeführt, um die Engineering-Ergebnisse gegenüber den Spezifikationen zu prüfen („Ist dieses Produkt richtig?“). Bei beiden Testphasen muss die Steuerungshardware in der Testwerkstatt aufgebaut werden, d. h. Server, Feldgeräte usw. müssen vorhanden, verkabelt, konfiguriert und administriert sein. Dies ist eine komplexe und zeitaufwendige Aufgabe.

Ein wichtiger Aspekt des Integrationstests ist die Prüfung der Verbindungen zwischen den Steuerungsfunktionen und den Subsystemen (z. B. FF oder IEC 61850). Da die Feldkomponenten in der Regel direkt auf die Baustelle geliefert werden, um Transport- und Bereitstellungskosten zu sparen, sind diese Tests häufig nicht möglich [2]. Im Rahmen jüngster Initiativen wurden Nachbildungen der Automatisierungssystem-Hardware entwickelt, um die fehlende Hardware beim Integrationstest und FAT zu ersetzen → 1.

Um die Automatisierungssystem-Emulatoren zu stimulieren und Reaktionen auf bestimmte Prozesszustände hervorzurufen, wird häufig eine Prozesssimulation verwendet. Für den Integrationstest und FAT sind schlanke Simulationsmodelle normalerweise genau genug, doch wenn für die Anlage eine Simulation zur Bedienschulung oder eine virtuelle Inbetriebnahme erforderlich ist, können für die beiden Tests Modelle mit hoher Wiedergabetreue verwendet werden. Die Verbindung zwischen dem PLS und dem Prozesssimulationsmodell sowie die Orchestrierung der Simulationsumgebung und übergeordneten Simulationsfunktionalität kann mithilfe von Software wie Extended Automation System 800xA Simulator [3] erfolgen.

Obwohl die Anlage durch Prozesssimulation und Emulation der Automatisierungs- und Subsysteme vollständig imitiert und getestet werden kann, hat sich

2 Template für eine virtuelle Maschine mit installierten Emulatoren



3 Parameter für die Emulator-Integration

Parameter	Verwendung
Anzahl der Ethernet-Schnittstellen	Jeder Emulator benötigt eine bestimmte Anzahl von Ethernet-Schnittstellen für jede Instanz, in der er ausgeführt wird. Das VEF nutzt dies zur Konfiguration der virtuellen Hardware.
Anzahl der gleichzeitig ausführbaren Emulatorinstanzen	Je nach Implementierung des Emulators kann eine bestimmte Anzahl von Instanzen auf einem PC oder einer VM ausgeführt werden. Anhand dieser Zahl wird berechnet, wie viele VMs erforderlich sind.
Anzahl der gleichzeitig ausführbaren Subsysteminstanzen pro Emulatorinstanz	Einige Emulatoren können innerhalb einer Emulatorinstanz eine Reihe von Subsysteminstanzen emulieren. Das VEF benötigt diese Zahl ebenfalls zur Erzeugung der Emulatorinstanzen und Zuordnung der Subsysteminstanzen.
Erforderlicher RAM pro Emulatorinstanz	Gibt an, ob eine Emulatorinstanz in einer bestimmten PC-Umgebung ausgeführt werden kann, und wird zur Konfiguration des RAMs der VMs verwendet.
Objektyp des emulierten Subsystems	Jedes Subsystem (bzw. jedes emulierte Objekt) besitzt einen Objektyp. Dieser wird zur Identifizierung des erforderlichen Emulationstools verwendet.

die Emulation im Rahmen des Integrations- und FAT noch nicht durchgesetzt. Laut Untersuchungen liegt dies am immensen Konfigurierungsaufwand für die einzelnen Werkzeuge verbunden mit dem hohen Administrationsaufwand für die Emulations-PCs und der Notwendigkeit zur Beherrschung einer Vielzahl von Emulationswerkzeugen.

Um diese Komplexität zu bewältigen, hat ABB das virtuelle Emulator-Framework (VEF) entwickelt.

Das virtuelle Emulator-Framework

Das VEF ist in der Lage, mit wenigen Mausklicks ganze Emulationsnetzwerke für das betreffende Automatisierungssystem zu planen und bereitzustellen. Da die automatische Erstellung der Emulationsnetzwerke durch Virtualisierung erfolgt, kann auch die virtuelle Hardware entsprechend der Topologie des Automatisierungssystems und des PLS automatisch erstellt und konfiguriert werden.

Integration von Emulatoren in das VEF

Für die automatische Erzeugung von Emulationsnetzwerken müssen die Emulationswerkzeuge eng in das VEF integriert sein. Konzeptionell nutzt das VEF eine Infrastruktur aus virtuellen Maschinen (VMs) zur

Integration der Emulatoren und automatischen Generierung der virtuellen Geräte und virtuellen Netzwerke für die Emulation. Die Emulatoren werden auf einem Muster (Template) einer VM installiert. Dabei erfolgt die Installation auf gleiche Weise wie auf einem physischen PC → 2.

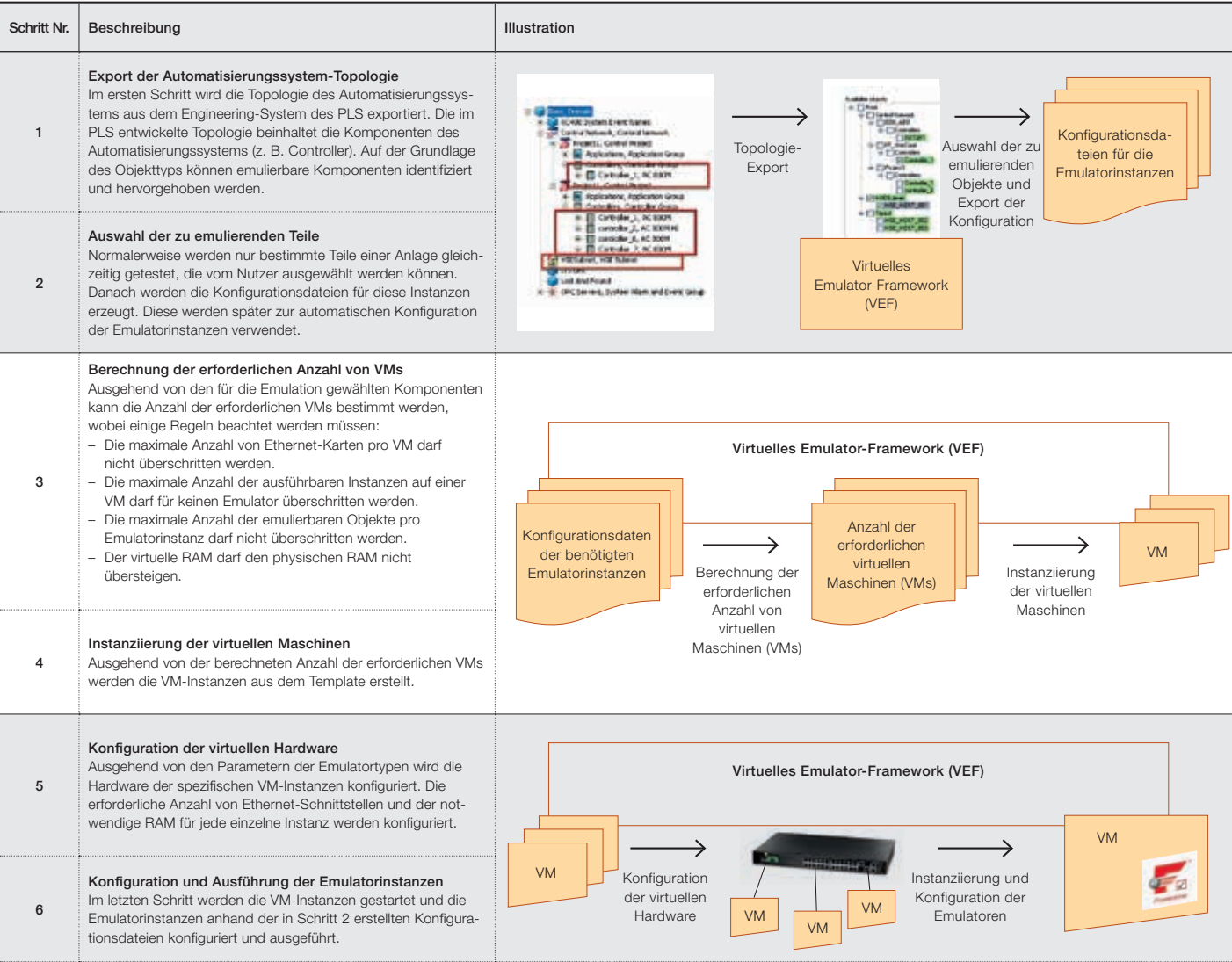
Die virtuelle Infrastruktur hat den Vorteil, dass das Template problemlos vervielfältigt werden kann. So kann ohne Nutzerinteraktion und ohne Bereitstellung eines neuen physischen PCs eine Vielzahl von Instanzen erzeugt werden.

Da die Emulatoren abhängig von ihrer Implementierung und Art des emulierten Subsystems unterschiedliche Fähigkeiten besitzen, müssen dem VEF für jeden Emulatortyp einige Parameter bereitgestellt werden. Das VEF nutzt diese Parameter zur Planung der virtuellen Netzwerktopologie und der virtuellen Hardware für jeden Emulatortyp → 3.

Neben den typspezifischen Parametern, die für jeden Emulatortyp nur einmal spezifiziert werden müssen, werden die IP-Adressen für die zu emulierenden Objekte benötigt. Dieser Parameter ist instanzenspezifisch und muss daher für jede Instanz eines emulierbaren Objekts separat konfiguriert werden.

Der Nutzer kann die Konfiguration der gewählten Subsysteme und des Automatisierungssystems überwachen und korrigieren. Das Netzwerk erscheint und verhält sich wie die reale Automatisierungs- und Subsystemhardware.

4 Algorithmus zur Erstellung des virtuellen Emulationsnetzwerks



Das VEF konfiguriert die virtuellen Netzwerke automatisch und richtet automatisch die Kommunikation zwischen den Emulatorinstanzen und dem Anlagenetzwerk ein.

Das VEF nutzt diese Informationen zur automatischen Konfiguration der virtuellen Netzwerke und zur automatischen Einrichtung der Kommunikation zwischen den Emulatorinstanzen und dem Anlagenetzwerk.

Algorithmus zur Generierung eines virtuellen Emulatornetzwerks
Ausgehend vom VM-Template ist das VEF in der Lage, einen mehrstufigen Algorithmus anzuwenden, um die erforderlichen VMs zu erzeugen, die virtuelle Hardware gemäß den Anforderungen der Emulatorinstanzen zu konfigurieren, die Netzwerkschnittstellen zu konfigurieren und die Emulatorinstanzen mit der instanzenspezifischen Konfiguration auszuführen → 4.

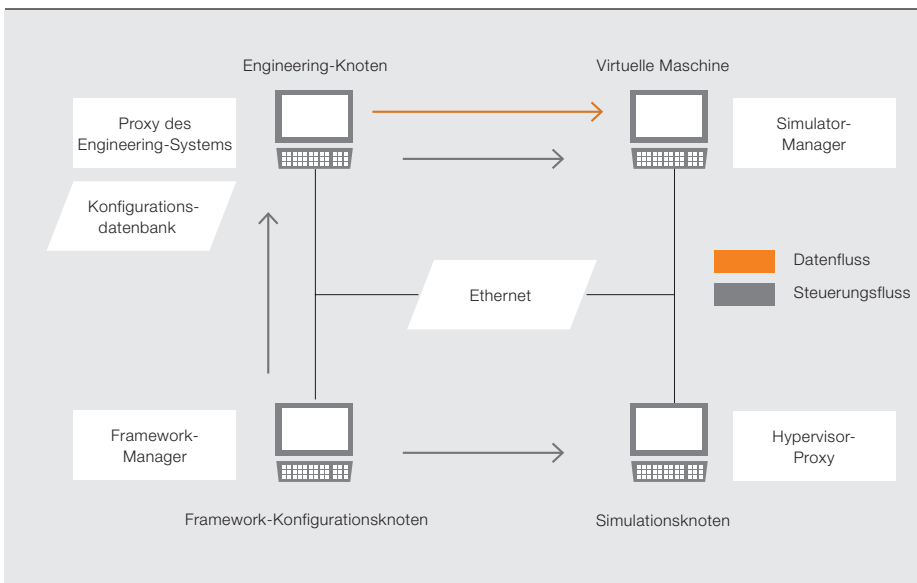
Nach erfolgreicher Ausführung des Algorithmus kann der Nutzer die Konfiguration der gewählten Subsysteme und des Automatisierungssystems überwachen und korrigieren. Das Netzwerk erscheint und verhält sich wie die reale Automatisierungs- und Subsystemhardware.

Systemarchitektur des VEF
Zur Evaluierung des neuen Algorithmus wurde ein Prototyp für das PLS System

5 Systemarchitektur: Knoten des virtuellen Emulator-Frameworks

Knotentyp	Verwendung	Ausführungsort
Konfigurations-knoten	Der Konfigurationsknoten dient zur Auswahl der zu emulierenden Teile.	Ein PC im System 800xA-Netzwerk; nicht notwendigerweise ein System 800xA-Knoten
Zugangsknoten für Engineering-System	Dieser Knotentyp besteht aus einem einzelnen Dienst zur Anbindung an das Engineering-System von System 800xA. Er dient zum Export der Automatisierungssystem-Topologie und der Konfigurationsdateien für die Emulatorinstanzen.	Ein System 800xA-Knoten, der die erforderlichen Engineering-Tools für den Export der Konfiguration beinhaltet und Zugriff auf das Aspect-Verzeichnis besitzt.
Orchestrierungs-knoten für den Hypervisor	Eine Orchestrierung des Hypervisors, der die VMs steuert, ist ebenfalls erforderlich. Dieser Knoten stellt die Verbindung zum Hypervisor (z. B. VMware vSphere) zum Starten, Stoppen, Erstellen usw. der VMs her.	Dieser Knoten muss auf einem PC mit Zugang zum Hypervisor (z. B. PC mit installiertem vSphere-Client) installiert und ausgeführt werden. Er muss sich in denselben Netzwerken wie die anderen Knoten befinden.
Knoten für virtuelle Maschinen	Der VM-Knoten konfiguriert die Emulatorinstanzen und startet und stoppt die Emulatorinstanzen in den VMs.	Dieser Knoten ist im VM-Template installiert und wird automatisch auf jeder VM-Instanz ausgeführt.

6 Kommunikationsstruktur des virtuellen Emulator-Frameworks



800xA entwickelt. In den Prototyp wurden zwei Emulatoren, der AC 800M Soft-Controller [4] und SoftFF [2] – einschließlich SoftCI [5] –, integriert.

Da System 800xA eine verteilte Systemarchitektur besitzt und der Schwerpunkt auf großen Systememulationen lag, ist die Architektur des VEF ebenfalls verteilter Natur. Als Basis für die Kommunikation zwischen den verschiedenen Knoten innerhalb des VEF und System 800xA wurde TCP/IP gewählt.

Das VEF besteht aus vier Knotentypen, die auf demselben physischen PC, in VMs oder verteilt installiert werden können – genau wie in System 800xA → 5–6. Mit Ausnahme des Konfigurations-Knotens besteht das VEF nur aus MS-Windows-Diensten, die keine Nutzerinteraktion erfordern.

Als Grundlage für den Prototyp wurde die VMware-Plattform gewählt. Die Evaluierung des Prototyps erfolgte mithilfe von VMware Workstation für kleine Emulationsnetzwerke, die auf einem einzigen PC implementiert werden können, und mithilfe von VMware vSphere Hypervisor für große virtuelle Emulationsnetzwerke auf Basis der VMware ESXi-Plattform. Beide Szenarien lieferten positive Testergebnisse.

Schneller FAT

Das VEF wurde entwickelt, um eine effiziente Vorbereitung von Integrationstests und FAT mit geringem manuellen Eingriff zu ermöglichen, was erfolgreich gelungen ist.

Das VEF erfordert nur zwei Nutzerinteraktionen zur Erstellung eines kompletten Emulationsnetzwerks: Die Auswahl der zu emulierenden Objekte und die Konfiguration der privaten Cloud-/Virtualisie-

rungs-PCs. Die Beschaffung, Bereitstellung und Konfiguration spezieller Emulations-PC-Hardware ist damit nicht mehr nötig.

Dank Virtualisierung wird auch die Konfiguration der erforderlichen Hardware-Schnittstellen für die Emulatorinstanzen überflüssig. Die Konfiguration kann nun automatisch gemäß den aus den Engineering-Werkzeugen exportierten Daten erfolgen.

Der Prototyp zeigt, dass die Implementierung dieser Lösung für ein komplexes PLS machbar ist. Damit stellt das VEF eine skalierbare Lösung für die effiziente Konfiguration und Bereitstellung heterogener Emulationsnetzwerke für Prozessleitsysteme dar.

Mario Hoernicke

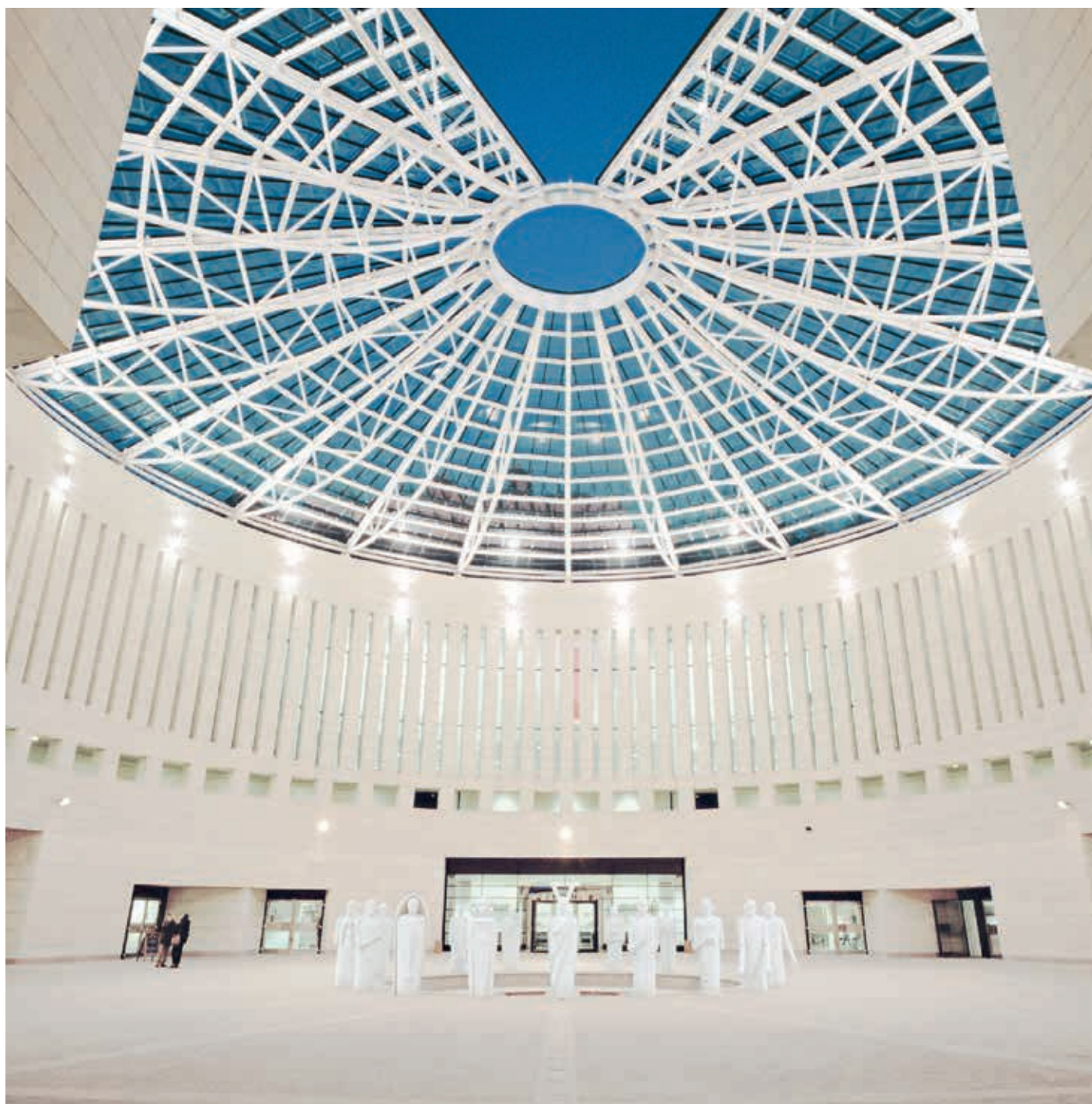
ABB Corporate Research
Ladenburg, Deutschland
mario.hoernicke@de.abb.com

Rikard Hansson

ABB Process Automation, Simulator Solutions
Oslo, Norwegen
rikard.hansson@no.abb.com

Literaturhinweise

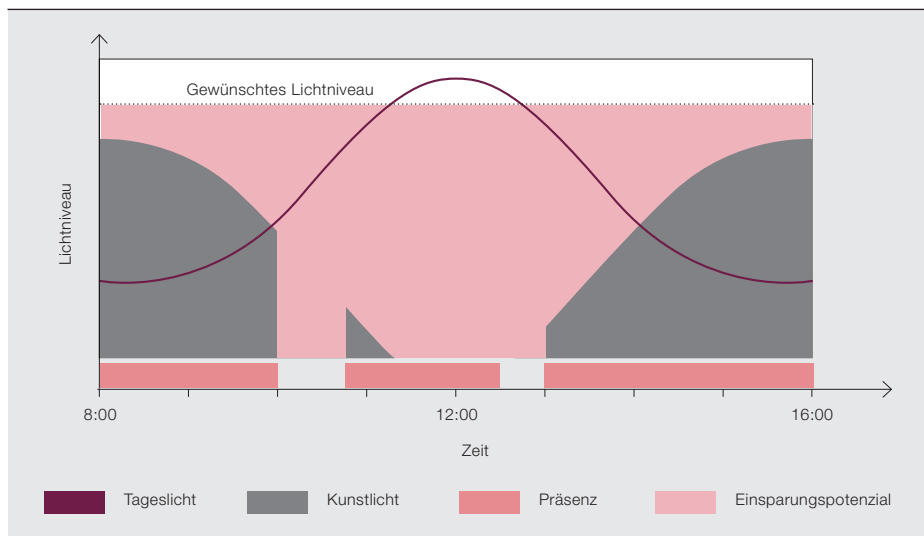
- [1] H. Sato: „The Recent Movement of Foundation Fieldbus Engineering“. SICE Annual Conference, Fukui, 2003. S. 1134–1137
- [2] M. Hoernicke et al.: „Feldbusprüfung ohne Feld: Soft FF senkt den Inbetriebnahmeaufwand durch Simulation von Foundation Fieldbus“. *ABB Technik* 1/2012. S. 47–52
- [3] „System 800xA Simulator – Improve safety and productivity through simulation“. Verfügbar unter: <http://www.abb.com/product/seitp334/a5beb9cb235cd859c125734700336e07.aspx> (aufgerufen 22.01.2015)
- [4] „System 800xA system guide summary“. Verfügbar unter: <http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3BSE069079&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch> (aufgerufen 22.01.2015)
- [5] M. Hoernicke, T. Harvei: „Virtuelle Helfer: Emulation von Schnittstellen zwischen Steuerung und Subsystemen mithilfe von SoftCI“. *ABB Review* 2/2013. S. 58–63



Besser bauen

Technologie für
intelligentere Gebäude

THOMAS RODENBUSCH-MOHR, ANTHONY BYATT – Stetige Fortschritte in der IT, rasche Urbanisierung, Klimaveränderungen und die Zunahme alternativer Energietechnologien sind vier bedeutende Trends, die eine rasante Entwicklung der Gebäudeautomatisierung vorantreiben. Während intelligente Gebäude und Wohnungen bis vor vergleichsweise kurzer Zeit noch Stoff von Science-Fiction-Geschichten waren, sind sie mittlerweile Realität und in der Lage, den Menschen die Energieeffizienz, den Komfort und die Sicherheit zu bieten, die sie suchen. Die KNX-Produktpalette von ABB hilft dabei, das intelligente Gebäude Wirklichkeit werden zu lassen.



bereits einen Wert im zweistelligen Milliardenbereich und soll bis zum Jahr 2018 einen Umsatz von 50 Mrd. USD erreichen [2].

sende Automatisierung solcher Gebäude können die Auswirkungen dieses Desinteresses umgangen werden.

Verbunden per KNX

„Um etwas zu regeln, muss man es messen“, lautet ein altes Sprichwort, das besonders auf die Energienutzung in Gebäuden zutrifft. Um eine Energieoptimierung zu erzielen, müssen zunächst

Die Welt befindet sich in einem bisher nie dagewesenen Wandel, der im Jahr 2008 einen bedeutenden Meilenstein überschritten hat: Zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit lebten mehr Menschen in Städten als auf dem Land. Dieser Trend der Urbanisierung nimmt weiter zu. Im 20. Jahrhundert wuchs die Stadtbevölkerung um mehr als das Zehnfache, und laut Prognosen der Vereinten Nationen werden zwei von drei Menschen, die in den kommenden 30 Jahren geboren werden, in Städten leben [1]. Diese rasche Urbanisierung ist eine bedeutende Triebfeder für die Entwicklung auf dem Gebiet der Gebäudeautomatisierung. Der Klimawandel, die Energiepolitik und die Zunahme von alternativen Energietechnologien sind weitere Treiber. Das Ergebnis dieser Entwicklung sind sogenannte intelligente Gebäude oder „Smart Homes“.

Intelligente Gebäude – einst ein futuristisches Konzept – sind mittlerweile Realität und entwickeln sich zu einem bedeutenden Geschäft. So hat z.B. Google, eines der größten Datenunternehmen der Welt, vor Kurzem für über drei Milliarden US-Dollar das Unternehmen Nest Labs, einen Spezialisten für Raumtemperaturregelung, erworben. Das weltweite Gebäudeautomatisierungsgeschäft hat

Die Gebäudeautomatisierung kann viele Vorteile bieten. Dazu gehören Energieeffizienz, Flexibilität, Komfort und Sicherheit. Die beiden letztgenannten sind in der Regel für Privathäuser am wichtigsten, während für Gewerbegebäude häufig die Energieeffizienz und Flexibilität im Vordergrund stehen.

Energie sparen durch Automatisierung

Gebäude – sowohl Wohngebäude als auch Gewerbegebäude – sind für einen erheblichen Teil des weltweiten Energieverbrauchs verantwortlich. Zum Glück lassen sich durch die Integration einer kontinuierlichen Überwachung der Energienutzung in das Automatisierungssystem eines Gebäudes relativ leicht Einsparungen von 20 % oder mehr erzielen. Experten auf diesem Gebiet sehen ein besonders großes Einsparungspotenzial bei Gewerbegebäuden, da die Nutzer dieser Gebäude dem Management von Systemen wie Heizung und Beleuchtung häufig gleichgültig gegenüberstehen und somit wenig motiviert sind, einzugreifen, um Energie zu sparen. Durch eine umfas-

KNX-basierte Installationen ermöglichen drastische Einsparungen im Energieverbrauch und liegen mit typischen Amortisationszeiten von drei bis fünf Jahren weit unter anderen Energiesparmaßnahmen.

die Energieflüsse in einem Gebäude verstanden werden. Genau dies kann mit den i-bus® KNX-Geräten von ABB erreicht werden.

Entwicklerin und Eigentümerin der KNX-Technologie ist die KNX Association. KNX ist ein weltweiter Standard für sämt-

Titelbild

Das Museum für moderne und zeitgenössische Kunst von Trient und Rovereto in Italien erzielt mithilfe der ABB i-bus KNX-Technologie erhebliche Energieeinsparungen.

Im Jahr 2008 lebten zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit mehr Menschen in Städten als auf dem Land.

2 Dank der ABB i-bus KNX-Technologie konnte diese nach einem Brand wieder aufgebaute Schule ihre Energiekosten um fast ein Drittel reduzieren.



liche Anwendungen der Haus- und Gebäudesteuerung. Die Technologie kommt in verschiedensten Anwendung zum Einsatz, die von der Beleuchtungs- und Jalousiesteuerung über verschiedene Sicherheitssysteme, Heizung, Lüftung, Klima, Überwachung, Alarmierung, Wassersteuerung, Energiemanagement und Verbrauchsmessung bis hin zu Haushaltsgeräten und Audiosystemen reichen.

ABB hat eine Reihe von Geräten für die intelligente Gebäudeautomatisierung entwickelt, die über den KNX-Bus miteinander verbunden werden können. Das ABB i-bus KNX Energiemodul misst zum Beispiel den Stromverbrauch verschiedener Geräte direkt am Einsatzort und überträgt die Messwerte an ein Visualisierungssystem.

Dieses und andere ABB i-bus KNX-Geräte wie Lichtregler, Schaltaktoren, Dimmaktoren, Jalousien-/Rolladenaktoren, Fan-Coil-Aktoren und -Regler, Gateways usw. stellen die notwendigen Muskeln und das Nervensystem für eine feingranulare Überwachung, Steuerung und Betätigung im gesamten Gebäude dar.

Solche Installationen ermöglichen drastische Einsparungen im Energieverbrauch und liegen mit typischen Amortisationszeiten von drei bis fünf Jahren weit unter anderen Energiesparmaßnahmen wie Isolierung oder Wärmeschutzverglasung.

Darüber hinaus ermöglicht die ABB i-bus KNX-Technologie ein schnelles Umkonfigurieren des Gebäudes, wenn sich die Anforderungen ändern oder die Raumordnung verändert werden muss.

Das Potenzial für Energieeinsparungen in intelligenten Gebäuden lässt sich gut am Beispiel Heizung und Beleuchtung veranschaulichen.

Die Beleuchtung ist normalerweise der größte Einzelverbraucher in Gewerbegebäuden. Mithilfe einer Konstantlichtregelung können die Beleuchtungskosten allerdings erheblich gesenkt werden. Bei einer solchen Regelung misst ein Lichtsensor das natürliche Lichtniveau, das vom Regler ggf. um die notwendige Menge Kunstlicht ergänzt wird, um das gewünschte Beleuchtungsniveau (und nicht mehr) zu erreichen → 1.

Darüber hinaus kann ein Präsenzmelder verwendet werden, um die Beleuchtung (und Heizung) in nicht besetzten Räumen zu minimieren. Durch solche Konzepte kann der Energieverbrauch gegenüber einer manuellen Lichtregelung um 30 bis 40 % reduziert werden. Ähnliche Einsparungen lassen sich durch die automatische Steuerung von Jalousien oder Rollläden zur Reduzierung der Heiz- und Kühlkosten erzielen.



Gesetze und Vorschriften

In vielen Ländern ist die Minimierung des energetischen Fußabdrucks von Gebäuden nicht mehr nur eine Option. Gebäudeautomatisierungssysteme werden immer mehr zu einem Schlüsselement für das Erreichen verschiedener nationaler und übernationaler Energieziele und finden als solche zunehmend Eingang in die Gesetzgebung. In Deutschland gibt es z. B. neue Gesetze zur Energieeinsparung auf Grundlage der DIN V 18599, die die Gebäudeautomatisierung explizit einschließt. Außerdem besteht in einigen Ländern beim An- oder Verkauf von Immobilien die Pflicht zur Bewertung der Gesamtenergieeffizienz und Ausstellung eines Energieausweises.

Weitere Normen wie die DIN EN 15232, die sich mit der Energieeffizienz von Gebäuden und dem Einfluss der Automatisierung befasst, stellen eine gute Richtschnur für Architekten und Planer dar.

Die sich rasch entwickelnden Vorschriften, verbunden mit einem anhaltenden Boom im Gebäudeautomatisierungssektor, stellen einen fruchtbaren Boden für die i-bus KNX-Technologie von ABB dar, die bereits an vielen Standorten eine hohe Energieeffizienz ermöglicht hat.

Kosten senken

ABB betreibt ihr eigenes Nachhaltigkeitsprogramm zur Optimierung der

Energieeffizienz und ökologischen Qualität kompletter Industriestandorte. So konnten die ABB-Standorte in Deutschland ihren Energieverbrauch gegenüber 2007 z. B. um 35.000 MWh senken. Mittlerweile wird die Initiative von anderen ABB-Standorten in Europa kopiert. Am ABB-Standort im dänischen Odense wurde z. B. ein dreistöckiges Gebäude mit 645 KNX-Komponenten zur Regelung der Heizung und Kühlung sowie einer konstanten Beleuchtung ausgestattet. In den größeren Büros konnte so eine Reduzierung des Stromverbrauchs von 13 % erreicht werden.

Im Museum für moderne und zeitgenössische Kunst von Trient und Rovereto in Italien reduzierte ein KNX-System im ersten Betriebsjahr den jährlichen Stromverbrauch um 456 MWh oder 28 %, was einer Ersparnis von 100.000 USD entspricht. In einer Schule in Neckargemünd (Deutschland) ermöglichte eine KNX-Installation mit 525 Komponenten eine Reduzierung der Energiekosten um fast ein Drittel → 2.

Intelligent und komfortabel

In Wohngebäuden spielen Komfort und Sicherheit eine mindestens ebenso wichtige Rolle wie die Energieeffizienz in Gewerbegebäuden. Schlafräume sollten kühl, die Wohnräume hingegen angenehm warm sein. Die Beleuchtung sollte stets angemessen sein, Jalousien und

ABB hat eine Reihe von KNX-kompatiblen Geräten entwickelt, die über das KNX-Netzwerk mit dem Gebäudeautomatisierungssystem verbunden werden.

Intelligente Gebäude – einst ein futuristisches Konzept – sind mittlerweile Realität und entwickeln sich zu einem bedeutenden Geschäft.



Rollläden sollten sich dem Wetter oder der Tageszeit entsprechend öffnen und schließen, Sicherheitskameras sollten komfortabel, unauffällig und leicht zu bedienen sein, usw. Das ABB-Unternehmen Busch-Jaeger bietet eine ganze Palette von ABB i-bus KNX-Produkten, die dabei helfen, diese Vision eines Smart Home zu realisieren.

Da die meisten ABB-Produkte nicht auf den Haushaltsmarkt ausgerichtet sind, ist es ungewöhnlich, sie in Privathäusern zu sehen. Daher wurde besondere Sorgfalt auf das optische Design und die Funktionalität der Geräte von Busch-Jaeger verwendet. Busch-priOn® ist z. B. eine ergonomisch gestaltete zentrale Steuereinheit zur Überwachung und Steuerung ganzer Wohnbereiche: Lichtszenen, Timer, Jalousien und Heizung – alle Funktionen können intuitiv über einen Drehregler und ein Display gesteuert werden → 3. Das Busch-ComfortPanel® vereint die Funktionen einer Haussteuerung mit denen eines Informations- und Entertainmentcenters – Dimmen und Schalten der Beleuchtung, Jalousiesteuerung, Temperaturregelung, Sicherheitskamera, Abspielen von Musik und Videos usw. – in einer Einheit → 4–5. Die integrierten Audio- und Videoplayer werden ergänzt durch eine Internetverbindung, die die Steuerung des gesamten Systems aus der Ferne per Smartphone- und Tablet-Apps ermöglicht.

Smart Homes im Smart Grid

In der Zukunft werden Smart Homes Bestandteil des Smart Grids sein, d. h. ABB i-bus KNX-Geräte werden in der Lage sein, mit dem Versorgungsunternehmen zu kommunizieren und z. B. den aktuellen Stromtarif anzuzeigen. Haushaltsgeräte könnten dann so programmiert werden, dass sie sich abhängig vom Tarif ein- oder ausschalten. Oder es könnte Strom von einer hauseigenen Photovoltaikanlage oder einer E-Auto-Batterie ins Netz zurückgespeist werden. ABB bietet bereits Produkte, die dies automatisch können.

Globale Treiber

In den nächsten Jahrzehnten wird die Technisierung von Gebäuden weiter zunehmen: Beton, der in der Lage ist, CO₂ aufzunehmen; Wände, die mit Photovoltaikfolien bespannt sind; automatisierte Mini-Farmen auf Dächern, die den Bewohnern frisches Obst und Gemüse liefern; Solaranlagen, die emissionsfrei Strom und warmes Wasser produzieren; Regenwassernutzung, evtl. in Verbindung mit isolierender Dachbegrünung, als Teil eines stadtweiten, intelligenten Wasser-, Abwasser- und Bewässerungssystems – all dies muss durch intelligente Technik miteinander verbunden, überwacht und gesteuert werden.

Damit stehen Städte und ihre Gebäude am Anfang einer dramatischen Entwicklung. Mit zunehmender Urbanisierung der Welt und wachsender Bevölkerungs-

dichte wird intelligente Gebäudetechnik eine immer wichtigere Rolle spielen, wenn es darum geht, die Bedürfnisse der Gesellschaft mit der Notwendigkeit zur Energieeinsparung, Reduzierung der Treibhausgase und der Unterbringung von Milliarden von Menschen mit dem notwendigen Maß an Energieeffizienz, Komfort und Sicherheit in Einklang zu bringen.

Thomas Rodenbusch-Mohr

ABB Stotz-Kontakt GmbH
Heidelberg, Deutschland
thomas.rodenbusch-mohr@de.abb.com

Anthony Byatt

Redaktioneller Berater
Louth Village, Irland

Literaturhinweise

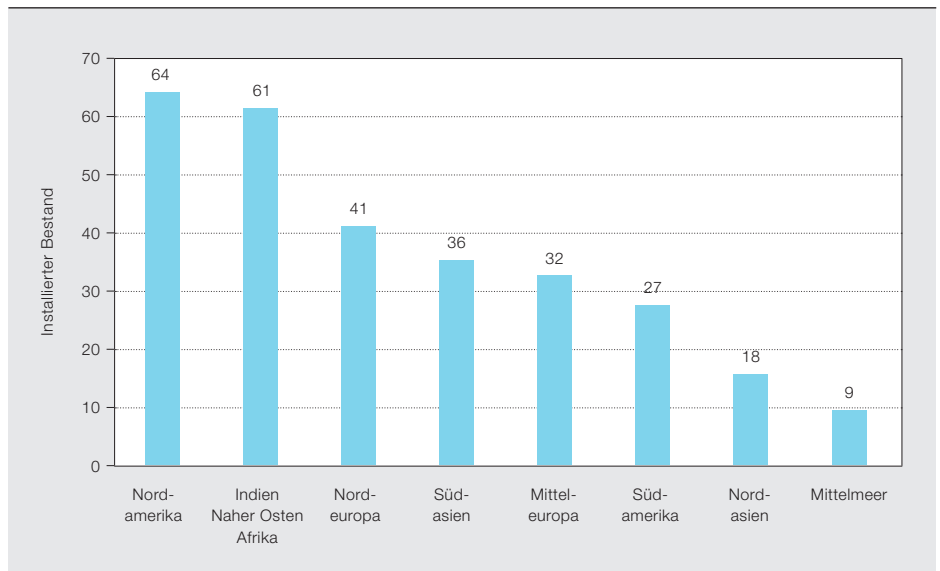
- [1] Editorial staff: „Street-Savvy – meeting the biggest challenges starts with the city“. *Scientific American*, September 2011. S. 26-29
- [2] PRNewswire (7. Februar 2013): „Building Automation & Controls Market worth \$ 49.5 Billion - Global Forecast by 2018“. Online verfügbar unter: <http://www.prnewswire.com/news-releases/building-automation--controls-market-worth-495-billion---global-forecast-by-2018-190161681.html>



Ein Servicewerkzeug wird erwachsen

ABB ServicePort™ versorgt eine Vielzahl von Kunden weltweit mit fortschrittlichen Dienstleistungen

PATRIK BOO – Als die ABB ServicePort™ Service Delivery Platform im Jahr 2012 als Werkzeug zur Unterstützung von ABB-Ingenieuren bei der Bereitstellung von Serviceleistungen eingeführt wurde, hofften die Entwickler, dass das neue Werkzeug von den Ingenieuren und vor allem von den Kunden positiv aufgenommen würde. Mittlerweile wird ServicePort an mehr als 200 Standorten von Hunderten Kunden und ABB-Mitarbeitern erfolgreich genutzt – Tendenz steigend.



Ganz gleich, ob ein Unternehmen Öl raffiniert, Abwasser recycelt, Verpackungen produziert, Minerale abbaut oder sich mit irgendeiner Form der industriellen Verarbeitung befasst – Wiederholbarkeit und reibungslose Prozesse sind für einen erfolgreichen Betrieb von entscheidender Bedeutung. Angesichts des intensiven globalen Wettbewerbs sind Unternehmen von heute gut beraten, Produktionsunterbrechungen so weit wie möglich zu reduzieren.

Die meisten Anlagenmanager sind bemüht, Probleme frühzeitig zu erkennen bzw. zu verhindern, bevor sie sich negativ auswirken. Doch ein vorausschauender Service zur Sicherung einer maximalen Verfügbarkeit ist nicht immer einfach umzusetzen.

Menschen mit Erfahrung im Bereich der Prozessdiagnostik zu finden, stellt sowohl in Industrie- als auch in Schwellenländern eine Herausforderung dar. Ganze Expertenteams in Schwellenländern zu entsenden, ist offensichtlich

schwierig. Doch auch in Industrieländern ist es in Zeiten zunehmenden Fachkräftemangels nicht leicht, das notwendige Fachwissen zu finden und zu halten. Daher müssen Unternehmen ihre Suche erweitern, um gewappnet zu sein, wenn Probleme auftreten.

Um Zugang zu dem für die Sicherung der Produktion notwendigen Servicewissen zu erhalten, wenden sich viele Kunden an externe Anbieter. Dies kann Zeit und Kosten sparen und gleichzeitig die zur Behandlung bestimmter Probleme erforderliche Hilfe sichern. Nachdem sich der Anlagenbetreiber entschlossen hat, mit einem externen Anbieter zusammenzuarbeiten, besteht die Herausforderung darin, ein Unternehmen zu finden, das über die richtige Erfahrung und Technologie verfügt, um den Bedürfnissen der Ausrüstung, des Prozesses und der Branche des Kunden gerecht zu werden.

ABB wird häufig gebeten, die Serviceingenieure einer Anlage zu unterstützen. Dies hat vor allem zwei Gründe: Zum einen verfügt ABB über umfangreiche Erfahrung auf dem Gebiet der Prozessautomatisierung und zum anderen besitzt ABB die notwendigen Werkzeuge, um dieses Know-how schnell und effektiv bereitzustellen.

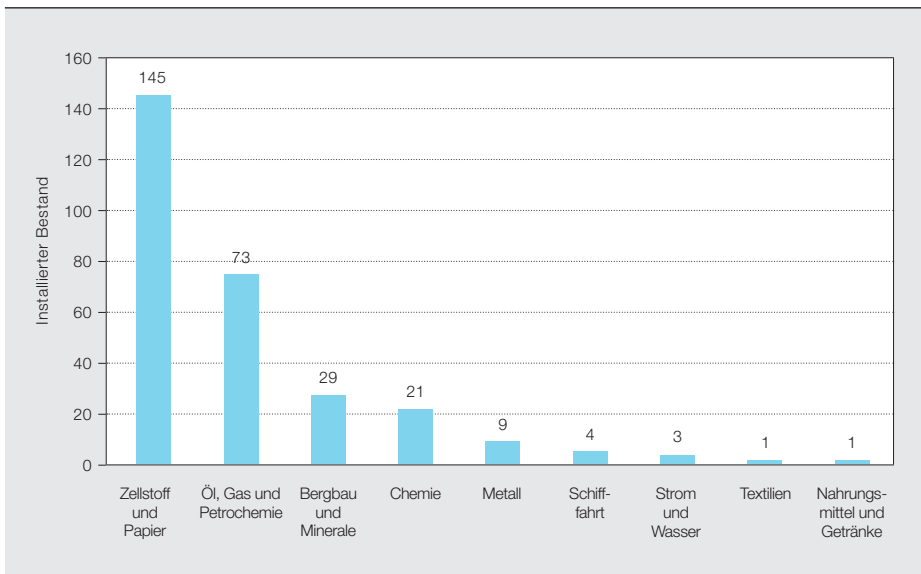
Als weltweit führendes Unternehmen in der Prozessautomatisierung beschäftigt ABB eine Vielzahl von Experten mit umfangreichem Wissen, Erfahrung und Fähigkeiten im Hinblick auf Kundenprozesse und -ausrüstung. Da die Nachfrage nach fortschrittlichen Dienstleistungen (sog. Advanced Services) in den letzten Jahren gestiegen ist, hat sich für ABB die Frage gestellt, wie sich solche Advanced Services am besten für eine größere Zahl von Kunden – z. B. an entlegenen Standorten – bereitstellen lassen.

ServicePort bietet ABB-Ingenieuren die notwendigen Hilfsmittel für eine schnelle Diagnose und Behandlung von Problemen.

Um diesen Bedarf zu decken, hat ABB ServicePort entwickelt. Dieser bringt erstklassiges Know-how über eine sichere, speziell für die Bereitstellung von Advanced Services ausgelegte Remote-Verbindung direkt in die Betriebe von Kunden in aller Welt. ServicePort bietet ABB-Ingenieuren die notwendigen Hilfsmittel für eine schnelle Diagnose der Kundenausrüstung und Behandlung von Problemen. Ganz gleich, wo sich die Industrieanlage befindet – wenn Prozesswissen benötigt wird, bietet ServicePort direkten Zugriff auf das umfangreiche Wissen und die Fähigkeiten von ABB.

Titelbild

Die ABB ServicePort Service Delivery Platform unterstützt die sichere, remotefähige Ausführung von fortschrittlichen Dienstleistungen durch ABB-Experten.



Ganz gleich, wo sich die Industrieanlage befindet – wenn Prozesswissen benötigt wird, bietet ServicePort direkten Zugriff auf das Wissen und die Fähigkeiten von ABB.

ABB hat das Konzept des ServicePort nicht nur in die Realität umgesetzt, sondern es auch zu einem wachsenden Erfolg geführt.

Der Anfang

ServicePort begann als vielversprechende Idee, um Unternehmen in der Prozessindustrie hochwertiges ABB-Fachwissen auf schnelle und flexible Weise direkt zur Verfügung zu stellen. Während der erste Prototyp im Jahr 2008 dazu genutzt wurde, einem Kunden fortschrittliche Dienstleistungen bereitzustellen, entwickelte sich das Konzept 2011 zu dem robusten Design, das nun unter dem Namen ServicePort bekannt ist. Als Plattform zur Bereitstellung von Serviceleistungen ermöglicht ServicePort die schnelle und konsistente Erfassung von Daten aus Leitsystemen mit anschließender Analyse, sodass der Kunde bzw. das ABB-Servicepersonal fundierte Empfehlungen für Verbesserungsmaßnahmen ableiten kann.

Zunächst waren die Kunden zurückhaltend hinsichtlich der Installation von ServicePort, weil sie aufgrund der Remote-Anbindung ein potenzielles Sicherheitsrisiko fürchteten. Doch ServicePort ist auf ein Höchstmaß an Sicherheit ausgelegt und schützt die Kundendaten bei jedem Schritt, sodass die Kunden mittlerweile Vertrauen gewonnen haben.

Als die Kunden erkannten, dass sie durch die sichere Bereitstellung aus der Ferne die benötigte Prozessanalyse und Fehlerbehebung auf höherer Ebene zu geringeren Kosten bekommen konnten,

entschieden sich immer mehr Betriebe für ServicePort. Mittlerweile ist ServicePort zu einer schnellen Möglichkeit für Industriekunden geworden, sich mit ABB Advanced Services zu verbinden.

Nach nur zwei Jahren sind mittlerweile weltweit über 200 ServicePorts an Kundenstandorten in Indien, dem Nahen Osten, Afrika, Nord- und Mitteleuropa, dem Mittelmeerraum sowie Nord- und Südamerika im Einsatz – und man geht davon aus, dass seine Nutzung weiter zunehmen wird → 1. Ausgehend von den Verkaufszahlen der Jahre 2013 und 2014 ist eine jährliche Wachstumsrate für Advanced Services, die durch ServicePort bereitgestellt werden, von 41 % zu erwarten.

Nach seiner Einführung wurde ServicePort zunächst vornehmlich in der Zellstoff- und Papierindustrie eingesetzt, fand aber dann schnell seinen Weg in viele andere Industrien. Heute wird der Service in den Bereichen Chemie, Nahrungsmittel, Gas, Schifffahrt, Metalle, Minerale, Bergbau, Öl, Papier, Energie, Textilien und Wasser eingesetzt → 2.

Die steigende Nachfrage hat ihre Gründe. Als remotefähige Serviceplattform bietet ServicePort Kunden und ABB-Experten die Möglichkeit, wichtige Leistungskennzahlen (Key Performance Indicators, KPIs) abzurufen, zusammenzufassen und zu überwachen, die sich auf die Leistungsfähigkeit der Ausrüstung und des Prozesses auswirken. Damit sind die Ingenieure in der Lage, entspre-

chende Maßnahmen zur Problemlösung und Steigerung der Leistungsfähigkeit zu treffen. Kunden und ABB-Mitarbeiter haben lokal oder aus der Ferne Zugang zu übersichtlichen, regelmäßig aktualisierten Darstellungen der KPIs.

Durch automatische Erfassung, Analyse und Überwachung ausgewählter KPIs hilft ServicePort Ingenieuren dabei, fundiertere Entscheidungen zu treffen und so die Verfügbarkeit, Prozessleistung und Produktqualität der Betriebe zu verbessern und gleichzeitig den Rohstoffbedarf und die Energiekosten zu senken → 3. Aufgrund ihrer hohen Effektivität können die automatisierten Servicetools zur Erfassung und Analyse der Daten auch von weniger erfahrenen Ingenieuren genutzt werden. Dies erweitert die Fähigkeit von ABB zur Unterstützung globaler Kunden.

Performance Service Channels

Um sicherzustellen, dass die spezifischen Bedürfnisse eines Unternehmens erfüllt werden, hat ABB einen Weg entwickelt, mit dem ServicePort genau die Advanced Services bereitzustellen, die ein Betrieb gewählt hat. Wie bei einem Smartphone bietet ServicePort verschiedene „Apps“ in Form sogenannter Performance Service Channels, die spezifische ABB Advanced Services bereitstellen.

Es gibt drei Kategorien von Channels:

- Equipment Performance Services
 - überwachen die Nutzung und Leistung von ABB-Produkten, z. B. von Leitsystemen und Antrieben.

Alle durch ServicePort bereitgestellten ABB Advanced Services nutzen eine wirksame dreiteilige Methodik, um Leistungslücken zu schließen und eine höhere Leistungsfähigkeit sicherzustellen.

3 ServicePort liefert Kunden und ABB-Mitarbeitern übersichtliche Darstellungen von Leistungskennzahlen für fundierte Entscheidungen.



- Process Performance Services – unterstützen die Diagnose und Optimierung von Produktions- oder Geschäftsprozessen, z. B. die Leistung von Regelkreisen und die Cybersicherheit.
- Industry Performance Services – unterstützen die Diagnose und Optimierung von branchenspezifischen Anlagen oder Prozessen, z. B. im Bergbau oder in der Zellstoff- und Papierindustrie.

Die zurzeit verfügbaren Performance Service Channels sind:

- Equipment (ABB Extended Automation System 800xA, ABB Harmony)
- Process (Cybersicherheit, Regelkreisleistung)
- Industry (ABB-Schachtförderanlagen, ABB-Qualitätsleitsysteme)

Neue Performance Service Channels werden kontinuierlich entwickelt. Um die individuellen Bedürfnisse der Betriebe noch besser erfüllen zu können, wurden auch die Installationsoptionen des ServicePort erweitert. Während ServicePort zunächst nur als einzelne Hardware-Station zur Aufstellung vor Ort erhältlich war, können Kunden nun zwischen Arbeitsplatz-, gestellmontierten, mobilen, Mini- oder virtuellen Optionen wählen → 4.

Umfassende Analyse

Alle durch ServicePort bereitgestellten ABB Advanced Services nutzen eine wirksame dreiteilige Methodik (Diagnose, Implementierung, Erhaltung), um Leis-

tungslücken zu schließen und eine höhere Leistungsfähigkeit sicherzustellen.

ABB Advanced Services werden nach dem in ihrer Bereitstellung enthaltenen Engineering unterschieden. Dieses reicht von der Automatisierung der Datenerfassung und Analyse über den Entwurf wiederholbarer Prozesse bis hin zur Einrichtung einer sicheren, remotefähigen Interaktion zwischen den vom Kunden gewünschten Tools, Prozessen und Experten.

Ein Beispiel für die vom ServicePort unterstützten ABB Advanced Services ist der System Performance Service. Mithilfe dieses Service können ABB-Leitsystemkunden ein automatisiertes Check-up ihres Leitsystems durchführen lassen, das eine Bezugsgröße (Benchmark) für die Systemleistung und Konfiguration liefert. Mithilfe der umfassenden diagnostischen Analyse können der Betrieb eines Leitsystems beurteilt und Verbesserungen implementiert werden. ServicePort und der System Performance Service helfen so dabei, Möglichkeiten zur Verbesserung der Systemleistung zu identifizieren, zu klassifizieren und zu priorisieren.

Fallbeispiele

Ein ABB-Kunde, der im Nahen Osten in einer großen Erdgasaufbereitungsanlage das größte Prozessleitsystem vom Typ ABB Harmony der Welt betreibt, nutzte den ABB Harmony and Loop Performance Service zur Identifizierung und Behebung potenzieller Prozessprobleme.



Die Anlage war auf einen unterbrechungsfreien Betrieb und eine bestmögliche Leistungsfähigkeit der Prozessleitsysteme angewiesen, um die Verarbeitung großer Produktvolumen sicherzustellen. Doch Produktionserweiterungen und Upgrades hatten zu einer ungleichmäßigen Leistung in den acht Aufbereitungslinien der Anlage geführt.

Der Kunde wünschte sich eine Überwachungsmethode zur Identifizierung vorhandener und potenzieller Prozessprobleme und eine Standardmethode zur

genutzt, um die System- und Prozessleistung zu überwachen und System- und Prozessprobleme zu diagnostizieren und zu beseitigen.

Ein anderer Kunde in den USA produziert in einer großen Chemieranlage zahlreiche Chemikalien für Konsumgüter, die präzise verarbeitet werden müssen, um die notwendige Qualität, Effizienz und Sicherheit zu gewährleisten. In diesem komplexen Betriebsablauf muss das Leitsystem optimal arbeiten, wobei die Systemeinstellungen und -parameter nach optimierten Methoden und Branchenstandards konfiguriert werden müssen. Da die Chemikalien bei unsachgemäßer Verwendung problematisch oder gar gefährlich sein können, ist eine kor-

rekte Verarbeitung und Verfolgung jeder einzelnen Chemikalie entscheidend. Um die erforderliche Genauigkeit zu gewährleisten, müssen die Einstellungen des Leitsystems häufig überwacht und mit den optimierten Verfahrensweisen und Standards von ABB verglichen werden. Darüber hinaus muss die Systemsoftware kontinuierlich mit neuen Releases aktualisiert werden.

Um sicherzustellen, dass die Systemkonfiguration und die Systemparameter genau überwacht werden, entschieden

sich die Anlagenmanager, vorbeugend tätig zu werden und in ABB System 800xA Performance Services zu investieren, die über ServicePort bereitgestellt werden. Die Mitarbeiter des Kunden begannen sofort damit, den Channel täglich zu nutzen, um die Systemsoftware zu überwachen. Dadurch waren sie in der Lage, fundiertere Entscheidungen hinsichtlich Konfigurationsänderungen zu treffen.

Anlagenmanager nutzen den System 800xA Performance Service, um sicherzustellen, dass die Systemsoftware kontinuierlich mit den neuesten Releases aktualisiert wird. Das ABB-Team bietet Remote- und Vor-Ort-Services, um den Kunden bei der Pflege der Software-Updates zu unterstützen. Kunden- und ABB-Mitarbeiter nutzen den ServicePort Explorer in der Anlage, um Daten und Trends anzuzeigen, Probleme zu behandeln oder Daten außerhalb der Anlage aufzurufen.

Nach nur zwei Monaten der Nutzung hatte sich der ABB System 800xA Performance Service als so wirksam erwiesen, dass der Kunde ABB bat, weitere Services zur Sicherung der Produktqualität bereitzustellen.

Zunehmende Verbreitung

Während ServicePort an immer mehr Kundenstandorten eingesetzt wird, erhalten seine Nutzer mit ihm ein Werkzeug, das ihnen die notwendigen Services bereitstellt, um während des gesamten Lebenszyklus der Prozessautomatisierung die gewünschte Leistungsfähigkeit sicherzustellen.

ServicePort bietet verschiedene Performance Service Channels, die spezifische ABB Advanced Services bereitstellen.

Beseitigung dieser Probleme. Der durch den ServicePort bereitgestellte ABB Harmony and Loop Performance Service lieferte die notwendige Datenerfassung, Analyse und Fehlerbeseitigungsmethodik.

Die Softwaretools des Performance Service fanden schnell einen fehlerhaften Bridge-Controller. Durch Überwachung der CPU-Nutzung stellte der Kunde fest, dass ein Controller außerhalb des normalen Bereichs lag, erkannte die Ursache und löste das Problem. Im Betrieb werden die Performance Services weiterhin

Patrik Boo

ABB Process Automation Service
Westerville, OH, USA
patrik.boo@us.abb.com

Erweiterte Rolle

ABB 800xA Simulator ist über den gesamten Lebenszyklus eines Automatisierungssystems hinweg einsetzbar

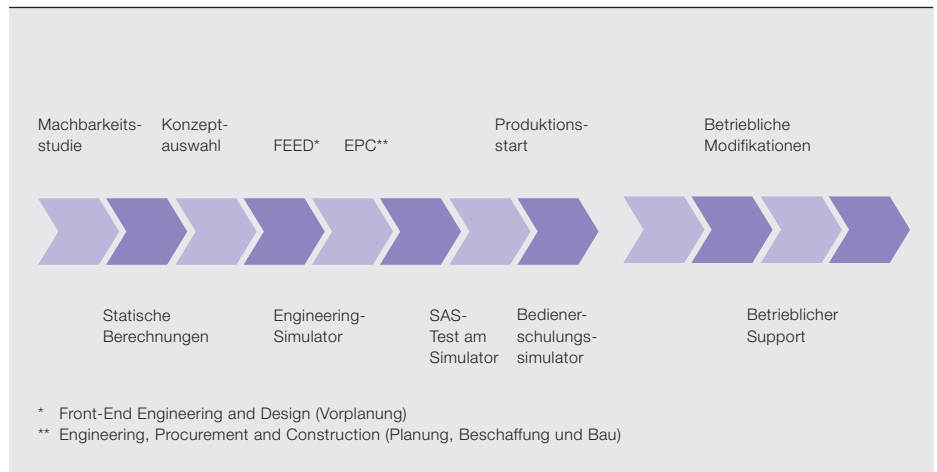
LARS LEDUNG, RIKARD HANSSON, ELISE THORUD – Aufgrund der Kombination aus strengen Sicherheitsanforderungen und komplexen Prozessen in Industrieanlagen werden in den letzten Jahren vermehrt Simulatorlösungen eingesetzt. Nachdem Simulatoren in der Öl- und Gasindustrie und in der Kernenergie bereits seit Jahrzehnten eingesetzt werden, finden sie nun auch in anderen Bereichen wie der konventionellen Stromerzeugung oder der Bergbau- und Mineralindustrie verstärkt Anwendung [1]. ABB 800xA Simulator trägt nicht nur zur Verbesserung der Sicherheit und Produktivität in automatisierten industriellen Prozessen bei, sondern kann nun über den gesamten Lebenszyklus des Automatisierungssystems hinweg nutzbringend eingesetzt werden. So bietet er dem Bedienpersonal die Möglichkeit, Prozesse in einer sicheren und realistischen Umgebung zu erlernen, und erlaubt Ingenieuren das Testen von Modifikationen am Leitsystem, bevor diese in die reale Anlagenumgebung übertragen werden.

Titelbild

ABB 800xA Simulator spielt eine wichtige Rolle bei der Entwicklung und dem Betrieb von Ormen Lange, einem der größten und technisch fortschrittlichsten Erdgasprojekte Europas.







Da Simulatoren mittlerweile über den gesamten Lebenszyklus eines Automatisierungssystems hinweg zum Einsatz kommen, wird auch die Bezeichnung „Lebenszyklus-Simulator“ verwendet.

Die erste Verwendungsmöglichkeit des Simulators in Verbindung mit dem ABB Extended Automation System 800xA besteht beim Engineering, Design und Testen des Systems. Danach kann er zur Überprüfung – und ggf. Modifizierung – der Steuerlogik vor der Inbetriebnahme eingesetzt werden. Anschließend wird

Stimulierte Simulation

Es gibt zwei Arten von Prozesssimulatoren. Bei stimulierten Simulatoren sind das Leitsystem und seine Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS) identisch mit dem realen Leitsystem, und nur der Prozess und die Instrumentierung sind modelliert. Bei emulierten Simulatoren sind sowohl das Leitsystem und die Instrumentierung als auch der Prozess selbst modelliert. Das Erscheinungsbild und die Bedienung („Look & Feel“) eines emulierten Simulators kann dem realen System ähneln, was für einige Schulungssituationen ausreichend sein kann. Im Hinblick auf den gesamten

Da Simulatoren über den gesamten Lebenszyklus eines Automatisierungssystems hinweg zum Einsatz kommen, wird auch die Bezeichnung „Lebenszyklus-Simulator“ verwendet.

der 800xA Simulator Teil eines Bediener-schulungssimulators, mit dem sich das Bedienpersonal an einer identischen Leitsystem-Bedienoberfläche mit der Anlage vertraut machen und die Bedienung des Sicherheitssystems, das An- und Abfahren der Anlage, die Reaktion auf Störungen sowie Not- und Sicherheitsmaßnahmen erlernen kann. Und zu guter Letzt können Modifikationen und Optimierungen der Anlage am Simulator untersucht werden, bevor teure Installationen vorgenommen werden.

Lebenszyklus allerdings kommt nur der stimulierte Simulator in Frage, da ein identisches Leitsystem benötigt wird. Außerdem sind einige Teile von System 800xA zu komplex für eine korrekte Emulation (z.B. Abläufe und das fortschrittliche Alarmmanagement).

Mithilfe von 800xA Simulator kann ein Simulatorsystem erstellt werden, das die gleiche Darstellung und Logik wie das Sicherheits- und Automatisierungssystem (SAS) der Anlage besitzt. Die System

2 Lebenszykluskonzept von 800xA Simulator

Lebenszyklusphase	Nutzung	Vorteile
Planung und Design	Design- und Engineering-Simulator	Verbessertes und verifiziertes Design durch dynamisches Simulatormodell
Engineering	Testsimulator für das Sicherheits- und Automatisierungssystem (SAS)	Integration des Modells in das SAS; Verifizierung der Prozesssteuerungs- und Bediendialoge
Virtuelle Inbetriebnahme	Testen des Anlagendesigns und der SAS-Funktionalität in realen Szenarien	Validierung der Anlage; verkürzte Inbetriebnahmezeit
Produktionsstart	Bedienerschulungs-simulator	Vorbereitung des Bedienpersonals durch Schulung vor dem Anfahren der Anlage
Betrieb	Schulung neuer Bediener, Gefahrenschulung, neue Betriebsstrategien	Gut geschultes Bedienpersonal, das mit Prozessstörungen umgehen kann; Verifizierung von SAS-Veränderungen und Schulung des Personals vor Umsetzung in der Anlage

800xA-Konfiguration der Anlage kann zu Test- und Schulungszwecken in eine identische Bedienerschulungsumgebung kopiert werden, wobei die Bedienerinteraktion mit dem Leitsystem der der laufenden Anlage gleicht.

800xA Simulator stellt den SAS-Teil eines stimulierten Simulatorsystems dar. In Verbindung mit einem anlagenspezifischen dynamischen Prozessmodell wird es zu einem leistungsstarken Lebenszyklus-Simulatorsystem.

Das Konzept des Lebenszyklus-Simulators besteht darin, dem Kunden die Möglichkeit zu geben, über den gesamten Lebenszyklus des Automatisierungssystems hinweg von der Investition zu profitieren [2]. Daher kann der Simulator problemlos den Veränderungen des Anlagenlebenszyklus von Anfang bis Ende angepasst werden → 1–2.

Lebenszykluskonzept

800xA Simulator unterstützt jede Phase des Lebenszyklus des Anlagensystems angefangen von der Design- und Engineeringphase. Hier wird parallel zum Prozessdesign ein dynamisches Prozessmodell entwickelt und zur Verifizierung genutzt. Dadurch werden die Qualität des Designs bestätigt, größere Nacharbeiten in der Bauphase vermieden und die Regelungs- und Sicherheitsphilosophie getestet.

Die Entwicklung des SAS erfolgt in der Engineeringphase. Der Simulator wird nacheinander um die Prozesssteile aktualisiert, die für das Testen der Steuerungs- und Bediendialoge und zur Integration in das Modell bereit sind. Die Regelungsstrategie wird ebenfalls verifiziert. Das

realistische Testen mithilfe des Simulators reduziert die Inbetriebnahmezeit und erhöht die Sicherheit in der Inbetriebnahmephase. An diesem Punkt wird das Testen fortgesetzt, nachdem das reale Leitsystem zur Inbetriebnahme an den Kunden geliefert wurde.

In der nächsten Phase wird der Simulator für eine Vielzahl von realistischen Schulungsszenarien vor dem Anfahren der Anlage genutzt, um die Sicherheit zu erhöhen und die Zahl ungeplanter Abschaltungen zu reduzieren. So können Gefahren- und kritische Situationen wiederholt in einer sicheren Umgebung durchgespielt werden. Ohne die Möglichkeiten des Simulators ist diese Art von Schulung sehr teuer oder gar unmöglich. Die Schulungen können die Gewöhnung an die Anlage, Betriebs- und Wartungsverfahren, das An- und Abfahren der Anlage, Bedienung des SAS, die Reaktion auf Störungen und Notsituationen sowie Sicherheitsverfahren beinhalten.

Die Schulungen können für neues Bedienpersonal oder Personal in neuen Prozessbereichen durchgeführt werden. Darüber hinaus kann der Simulator im Rahmen eines Zertifizierungsprogramms für Produktionspersonal oder Techniker in neuen Prozessbereichen oder an neuen Produktionslinien eingesetzt werden. Gleiches gilt für die Rezertifizierung, um sicherzustellen, dass das Bedienpersonal seine Fähigkeiten beibehält und verbessert.

Mit dem Simulator können die Auswirkungen von Aktualisierungen der Steuerlogik und Bibliotheken untersucht werden, auch wenn der Prozess „in Produktion“ ist. Außerdem kann er zur Verifizie-

3 800xA Simulator für Ormen Lange



800xA Simulator nutzt die Prozessgrafiken und die Steuerlogik des SAS der Anlage, um eine identische Bedienumgebung und Prozesssteuerung bereitzustellen.

In einer Umfrage zum Einsatz von Schulungssimulatoren bewerteten über 90 % der Befragten den Einsatz des Simulators in ihrer Anlage als erfolgreich oder sehr erfolgreich.

rung von Veränderungen an neuen oder modifizierten Prozessbereichen und zur entsprechenden Schulung des Bedienpersonals eingesetzt werden. Das Testen von Updates der System 800xA-Software und der Leitsystem-Firmware ist ebenfalls möglich.

Die Optimierung des Prozesses und Leitsystems kann ebenfalls simuliert werden. Dazu können mit dem Simulator bestimmte Szenarien ausgeführt und Verbesserungen an der laufenden Anlage vorgenommen werden. Gegebenenfalls können Engineering-Analysen vom Typ „Was-wäre-wenn“ durchgeführt werden, um das Design der Einheit zu verbessern.

Aufgrund der sich überlappenden Engineering- und Schulungsaktivitäten benötigen Kunden häufig mehr als ein Simulatorsystem. Dies kann z. B. vor dem Anfahren der Anlage und in Modifikationsphasen der Fall sein. Für diese Fälle können zusätzliche Simulatoren gekauft oder geleast werden.

Das Projekt Ormen Lange

800xA Simulator spielt eine wichtige Rolle bei der Entwicklung und dem Betrieb von Ormen Lange, einem der größten und technisch fortschrittlichsten Erdgasprojekte Europas → 3. Die Simulatoren trugen maßgeblich dazu bei, dass die Produktion im Jahr 2007 drei Wochen früher als geplant anlaufen konnte, und spielen nun eine zentrale Rolle bei der kontinuierlichen Verbesserung und Erweiterung des Feldes.

Das Gasfeld befindet sich im Europäischen Nordmeer, 120 km vor der norwegischen Küste. Die Lagerstätte liegt etwa 3.000 m unter dem Meeresboden und verfügt über rund 400 Mrd. m³ förderbare Gasreserven. Die Bohrlochköpfe befinden sich auf dem Meeresboden in Tiefen zwischen 800 und 1.100 m und sind die zurzeit größten der Welt. Das geförderte Gas wird durch zwei Mehrphasen-Pipelines zu einer Onshore-Verarbeitungsanlage in Nyhamna (Norwegen) transportiert, wo es getrocknet und verdichtet wird.

Die Gasverarbeitungsanlage wird von ABB Prozessleit-, Sicherheits- und Informationsmanagementsystemen überwacht und gesteuert. Gleiches gilt für die Anlagen unter Wasser und den Gasfluss durch die Pipeline.

800xA Simulator nutzt die Prozessgrafiken und die Steuerlogik des SAS der Anlage, um eine identische Bedienumgebung und Prozesssteuerung bereitzustellen. Das dynamische Prozessmodell stammt von Kongsberg Oil & Gas Technologies.

Von Beginn an wurde beim Projekt Ormen Lange besonderer Wert darauf gelegt, dass die Schulung des Bedienpersonals und die letzten Tests der Steuerlogik parallel zum Bau der On- und Offshore-Produktionsanlagen erfolgten. Jeder der vielen Prozessabschnitte wurde vor Abschluss der Bauarbeiten im Simulator analysiert und getestet. Dazu wurden ein Engineering- und zwei Schulungssimulatoren parallel eingesetzt.

Das Projekt Ormen Lange wird kontinuierlich weiterentwickelt und erweitert. 800xA Simulator spielt hierbei eine wichtige Rolle, indem er das Design, das Engineering, die Korrektur und das Testen neuer Prozesse und Teilsysteme vor ihrer Integration in das Anlagenleitsystem ermöglicht.

Im Jahr 2011 lieferte ABB einen vierten 800xA Simulator für das bahnbrechende Unterwasser-Kompressionsprojekt von Ormen Lange. Mit diesem Pilotprojekt im Maßstab 1:1 soll festgestellt werden, ob sich durch Komprimierung des Gases unter statt über Wasser ein stabiler Gasfluss aufrechterhalten lässt, wenn der natürliche Lagerstättendruck nachlässt.

Hierbei handelt es sich um das größte Entwicklungs- und Qualifizierungsprojekt für eine Unterwasser-Komprimierung,

das bisher in Angriff genommen wurde. Das Leitsystem für das Projekt wird in 800xA Simulator entwickelt und getestet und soll im Jahr 2015 voll funktionsfähig sein.

Kundenerfahrungen und Nutzen

Ormen Lange ist nicht das einzige Projekt, das positive Ergebnisse aus der aktiven Nutzung von Simulatorsystemen zu berichten hat. Eine von der Hochschule Oslo und Akershus durchgeführte Umfrage zum Einsatz von Schulungssimulatoren bei großen Ölunternehmen auf dem Norwegischen Schelf ergab unter anderem, dass:

- 97 % der Befragten anlagenspezifische, d. h. keine generischen Simulatorsysteme, nutzen,
- 89 % der Befragten die Simulatorsysteme auch für Engineeringzwecke einsetzen,
- über 90 % der Befragten den Einsatz des Simulators in ihrer Anlage als erfolgreich oder sehr erfolgreich bewerten. Keiner der Befragten bezeichnete den Einsatz als nicht erfolgreich.

Zu den weiteren bemerkenswerten Ergebnissen der Studie zählen eine geschätzte Steigerung der Bedienereffizienz um 31 % und eine Reduzierung der Inbetriebnahmezeit um 18 Tage für neue Anlagen und um 2,2 Tage nach Modifikationen. Außerdem helfen Simulatorschulungen dabei, im Schnitt drei ungeplante Abschaltungen im Jahr zu verhindern. Die durchschnittlichen Gesamteinsparungen pro Anlage wurden laut Studie auf 15,3 Mio. USD im Jahr geschätzt.

Lars Ledung

Rikard Hansson

Elise Thorud

ABB Process Automation, Simulator Solutions
Oslo, Norwegen

lars.ledung@no.abb.com

rikard.hansson@no.abb.com

elise.thorud@no.abb.com

Literaturhinweise

- [1] ARC Operator Training Simulation Global Market Research Study 2012–2017
- [2] T. Fiske: „Uses and Benefits of Dynamic Simulation for Operator Training Systems“. ARC Insights. 9. August 2007
- [3] T. Komulainen et al.: „Economic benefits of training simulators“. World Oil, Dezember 2012. S. R61–65.



Intelligent schalten

Intelligente Schaltanlagen für die Primär- und Sekundärverteilung

VINCENZO BALZANO, MARTIN CELKO – Mittelspannungs-Verteilnetze befinden sich im Umbruch. Die Zeiten, in denen sie lediglich Strom mit konsistenter Qualität von entfernten Erzeugern verteilten und grundlegende Schalt- und Schutzaufgaben übernahmen, gehören der Vergangenheit an. Heute sorgen lokale Erzeuger mit schwankendem Energieangebot wie Wind und Sonne für einen wesentlich komplexeren Energiefluss, der von der Technik bewältigt werden muss. Hinzu kommen höhere Erwartungen seitens der Betreiber und Verbraucher an die Qualität und Zuverlässigkeit. Dies zwingt die Versorgungsunternehmen dazu, ihre häufig alternden Netze sicherer, intelligenter, effizienter, zuverlässiger und umweltfreundlicher zu gestalten – und zwar so, dass sie sich gleichzeitig leicht anpassen, installieren und betreiben lassen. Dies ist der Grund, warum Mittelspannungs-Verteilnetze zunehmend „intelligent“ werden. Um der Nachfrage nach intelligenten Schaltanlagen nachzukommen, hat ABB das UniGear Digital-Konzept für die Primärverteilung und die Produkte SafeRing, SafePlus und UniSec für die Sekundärverteilung entwickelt.



Die Energiewirtschaft macht zurzeit viele Veränderungen durch. Neben Kenngrößen für die Versorgungszuverlässigkeit wie SAIDI (durchschnittliche Unterbrechungsdauer pro Kunde) und SAIFI (Unterbrechungshäufigkeit pro Kunde) führen viele Länder weitere Regularien ein, um die Netzeffizienz zu sichern. Hinzu kommt eine zunehmend gemischte und komplexere Erzeuger- und Verbraucherlandschaft, in der schwankende Energiequellen wie Sonne und Wind um ihren Zugang zum Netz ringen und neue Großverbraucher wie Rechenzentren hohe Anforderungen an die Stromanbieter stellen.

All dies passiert mit einer Infrastruktur, die sich seit ihren Anfängen zu Beginn des 20. Jahrhunderts nur wenig verändert hat. Diese Situation hat zur Entstehung des sogenannten intelligenten Netzes oder „Smart Grid“ geführt. Auf der Verteilungsebene bietet das Smart Grid eine intelligente Möglichkeit, die Effizienz und Zuverlässigkeit des Netzes zu stützen, und liefert eine solide Grundlage für die Automatisierung, Fernüberwachung und -steuerung von Schaltvorgängen. Doch eine intelligente Verteilung benötigt

intelligente Produkte, sowohl auf der Ebene der Primär- als auch der Sekundärverteilung.

ABB UniGear Digital

ABB UniGear Digital ist nicht nur die nächste Version eines bewährten Produkts, sondern ein neues Konzept für Mittelspannungs-(MS-)Schaltanlagen. Es verbindet vielfach bewährtes Schaltanlagen-design mit einer innovativen Lösung für Schutz, Steuerung, Messung und digitale Kommunikation. Es basiert auf einer optimierten Integration von Strom- und Spannungssensoren in eine MS-Schaltanlage in Kombination mit neuesten intelligenten elektronischen Geräten (IEDs) und digitaler Kommunikation gemäß IEC 61850. Umgesetzt wurde das Konzept in der ABB UniGear ZS1, einer luftisolierten MS-Schaltanlage (AIS) für die Primärverteilung.

Die Schaltanlage wird rund um die Welt lokal gefertigt, und bisher wurden über 200.000 UniGear-Schaltfelder in über 100 Ländern installiert. Die UniGear ZS1 kommt in anspruchsvollen Umgebungen wie Offshore-Plattformen, Container- und Kreuzfahrtschiffen oder Bergwerken ebenso zum Einsatz wie in gewöhnlichen Anwendungen wie Umspannwerken, Kraftwerken, Chemieanlagen usw.

Geringere Kosten und einfachere Einrichtung

Beim UniGear Digital-Konzept gilt „one size fits all“, d. h. es müssen keine primärtechnischen MS-Komponenten wie Messwandler ausgetauscht werden, wenn sich die Last ändert. Dies spart Zeit und Geld bei der Projektplanung und -ausführung.

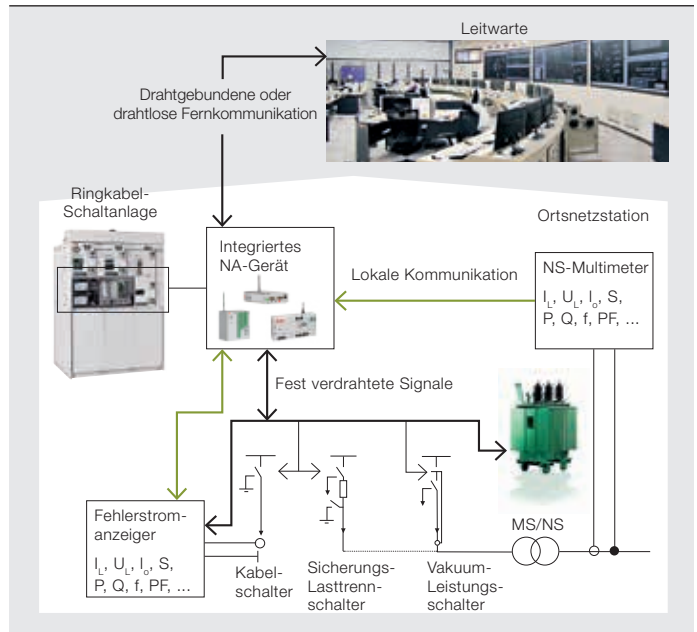
Das Smart Grid bietet eine intelligente Möglichkeit, die Effizienz und Zuverlässigkeit des Netzes zu stützen.

Auch die Energieverluste im Betrieb sind bei UniGear Digital niedriger als bei vergleichbaren Geräten: Messwandlerverluste werden beseitigt, wodurch über die Lebensdauer einer typischen Unterstation von 30 Jahren rund 250 MWh eingespart werden können. Dies entspricht einer Reduktion des CO₂-Ausstoßes von etwa 150 t.

Die UniGear Digital besitzt weniger aktive Teile, was die Ausfallhäufigkeit und den Aufwand bei der Fehlerbehebung reduziert, was wiederum die Kosten senkt. Außerdem benötigt die UniGear Digital weniger Platz in der Unterstation, was besonders in Gegenden, in denen Grund und Boden teuer oder knapp ist, immense Kosten sparen kann.

Titelbild

Ein höheres Maß an Automatisierung und Kommunikation in Schaltanlagen gibt zentralen Leitstellen die Möglichkeit, den Netzbetrieb zu optimieren. Die intelligenten Schaltanlagen von ABB unterstützen diese Optimierung auf der Ebene der Primär- und Sekundärverteilung.



Auch die Einrichtung ist einfacher. Dank des rationalisierten Setups kann in vielen Fällen auf die Definition von Details wie Relaisparametern, Strom- und Spannungswandlerdaten verzichtet werden. Strom- und Spannungswandlerdaten müssen nicht berechnet, überprüft und freigegeben werden, und kurzfristige Änderungen können in der IED-Logik realisiert werden. IEDs eignen sich perfekt für Schutz-, Steuerungs-, Mess- und Überwachungsaufgaben in der Energieverteilung. Dies gilt für Strahlen- und Ringnetze ebenso wie für Maschennetze.

Die Anwendung der IEC 61850, der internationalen Norm für die Automatisierung von Energieversorgungssystemen, vereinfacht die Dinge zusätzlich. Schutz- und Steuer-IEDs übertragen Verriegelungs-, Blockier- und Auslösesignale zwischen Schaltfeldern per horizontaler GOOSE-Kommunikation. Das in der IEC 61850 definierte GOOSE-Protokoll (Generic Object-Oriented Substation Events) ist ein Netzwerkprotokoll, bei dem jedes Datenformat (Zustand, Wert) in einen Datensatz gruppiert und übertragen wird. Die GOOSE-Kommunikation wird in Schaltanlagen immer populärer, da sie Einfachheit, Funktionalität, Flexibilität, einfache Skalierbarkeit, eine verbesserte Diagnostik und eine schnellere Performance bietet.

Der Prozessbus gemäß IEC 61850-9-2 LE wird von IEDs auch zur Übertragung von Abtastwerten (Sampled Measured

UniGear Digital verbindet bewährtes Schaltanlagen-design mit einer innovativen Lösung für Schutz, Steuerung, Messung und digitale Kommunikation.

Values, SMVs) genutzt. UniGear Digital nutzt ihn z. B. zum Austausch von Spannungswerten der Sammelschienen.

Produkte für die Sekundärverteilung

Zwei Elemente sind unabdingbar für die Realisierung des Smart Grids auf der Ebene der Sekundärverteilung: die Automatisierung der Schaltanlagen selbst und die Fähigkeit zur Kommunikation mit dem entfernten SCADA-System (Supervisory Control and Data Acquisition). ABB bietet verschiedene Produkte, die dies ermöglichen, wie die gasisolierten Ringkabel-Schaltanlagen SafeRing und SafePlus sowie die luftisolierten Schaltanlagen vom Typ UniSec.

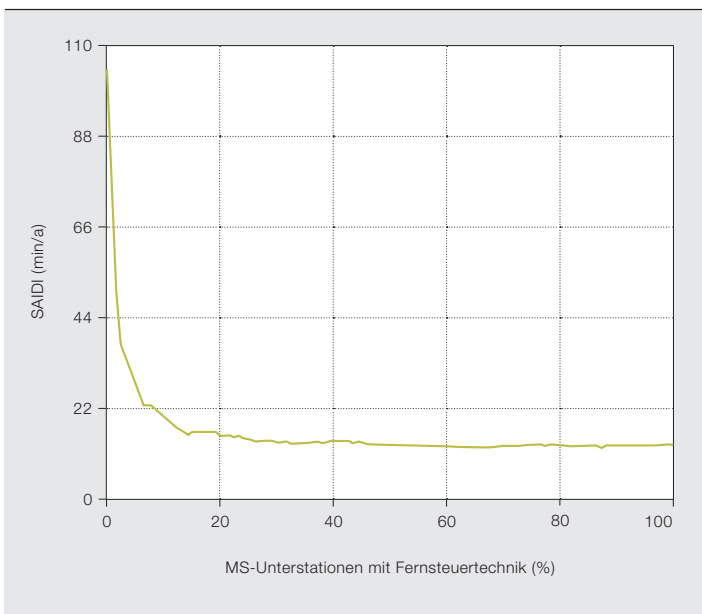
Die gasisolierten Schaltanlagen (GIS) SafeRing und SafePlus wurden besonders im Hinblick auf Flexibilität und Kom-

4 Typische Merkmale verschiedener Automatisierungsstufen

Merkmal	Automatisierungsstufe:			
	Überwachung	Steuerung	Messung	Schutz
Stellungsüberwachung der MS-Netzschalter	x	x	x	x
Fehlerüberwachung im MS-Netz (einschl. Fehlerrichtung)	x	x	x	x
Fehlerüberwachung an den Transformatorabgängen	x	x	x	x
Steuerung der Schaltstellungen von MS-Netzschaltern	–	x	x	x
Messung analoger Werte im MS-Netz	–	–	x	x
Schutzfunktionen (einschl. autom. Wiedereinschalten)	–	–	–	x
Rücksetzbefehl für MS-Netzfehleranzeige	o	o	o	o
Messung analoger Werte im NS-Netz	o	o	o	o
Notabschaltbefehl für Transformatorabgänge	o	o	o	o
Kundenspezifische Signale (NS-Netzfehler, Wassereintritt usw.)	x	x	x	x

x - verfügbar o - optional – – nicht verfügbar/zutreffend

5 Nichtverfügbarkeit (SAIDI) eines Netzes in Abhängigkeit von der Anzahl der MS-Unterstationen mit Fernsteuertechnik



paktheit entwickelt → 1. Beide bestehen aus einem vollständig gekapselten System mit einem Edelstahlbehälter, in dem alle aktiven Teile untergebracht sind.

Dieses praktisch wartungsfreie System sichert ein hohes Maß an Zuverlässigkeit und Personensicherheit.

Die AIS vom Typ UniSec basieren auf einem äußerst flexiblen, modularen Konzept, das problemlos an die speziellen Bedürfnisse jeder Anwendung angepasst werden kann → 2. UniSec-Schaltanlagen kommen vorwiegend in Unterstationen der Sekundärverteilung zum Einsatz, in denen normale Umgebungsbedingungen vorherrschen, keine Platzeinschränkungen bestehen und komplexe Konfigurationen und Zubehör – z. B. MS-Messwandler oder Überspannungsableiter – erforderlich sind.

Stationsautomatisierung in der Sekundärverteilung

Um eine Automatisierung zu ermöglichen, werden MS-Schaltanlagen mit einem fortschrittlichen Netzautomatisierungs-(NA-)gerät ausgerüstet. Dieses Gerät erfasst die in der Unterstation verfügbaren Daten, setzt sie in ein Standard-

Kommunikationsprotokoll um und überträgt sie zur Auswertung an die entfernte Leitwarte → 3.

Dieser höhere Grad der Automatisierung und Kommunikation in Schaltanlagen bietet der entfernten Netzleitstelle die Möglichkeit, verschiedene Anpassungen im Netzbetrieb vorzunehmen, um:

Dank des rationalisierten Setups kann in vielen Fällen auf die Definition von Details wie Relaisparametern, Strom- und Spannungswandlerdaten verzichtet werden.

- jederzeit eine hohe Versorgungsqualität zu gewährleisten,
- Übertragungsverluste zu reduzieren,
- die Netzstabilität zu verbessern,
- Ausfälle zu vermeiden (bzw. zu verkürzen),
- die Überlastung von Netzkomponenten zu vermeiden,
- die Instandhaltungsplanung zu verbessern,
- die Effizienz von Vor-Ort-Personal zu erhöhen,
- das Management von Betriebsmitteln zu optimieren.

Der italienische Energieversorger Acea Distribution hat sich das Ziel gesetzt, die Stromverteilung in den MS- und NS-Netzen intelligenter zu gestalten und Rom in eine „smartere“ Stadt zu verwandeln. Ausgangspunkt ist eines von acht Pilotprojekten in Italien, die von der italienischen Behörde für Strom und Gas genehmigt und teilfinanziert werden. ABB steht Acea bei diesem Vorhaben als Lieferant und als Partner im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung zur Seite.

In der Versuchsphase stellte ABB Schaltanlagen vom Typ UniSec, Strom- und Spannungssensoren sowie IEDs für Ortsnetzstationen bereit. Die dabei verwendete Logik basiert auf dem IEC-61850-Protokoll. Die Kommunikation zwischen den Schaltanlagen und mit dem Leitsystem erfolgt per GOOSE über ein privates drahtloses Netzwerk.

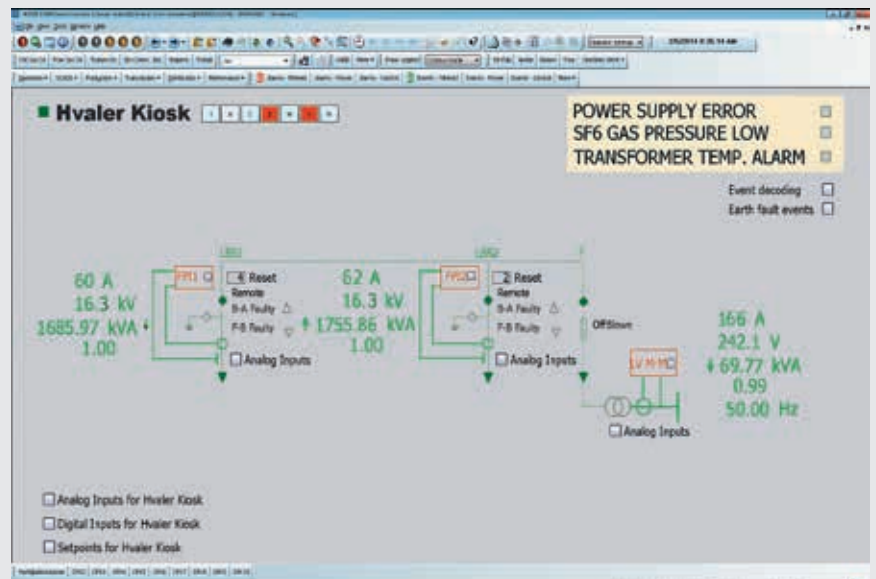
Das System wird in einem neuen Teil des elektrischen Verteilnetzes in Rom installiert und ermöglicht Acea eine erhebliche Minderung der Anzahl und Dauer der Serviceunterbrechungen bei gleichzeitiger Reduzierung der Wiederversorgungszeiten und Strafen.

Die Energieverluste im Betrieb sind bei UniGear Digital niedriger als bei vergleichbaren Geräten.

Für sekundäre Schaltanlagen von ABB sind verschiedene Stufen der Fernautomatisierung verfügbar, von denen der Kunde die für seine Bedürfnisse am besten geeignete wählen kann → 4. Jede Stufe ist mit einem vordefinierten IED-Standardpaket verbunden, das in einigen Fällen sogar in die MS-Schaltanlage integriert werden kann, sodass kein zusätzlicher Platz für die Installation benötigt wird. Eine Individualisierung dieser Standardpakete ist ebenfalls möglich. Sämtliche Standardpakete beinhalten:

- Reservestromversorgung für IEDs (24 V DC-Batterien)
- Drahtgebundene oder drahtlose (GSM/GPRS) Kommunikationsschnittstellen
- Vorkonfigurierte Signale gemäß Fernwirkprotokoll IEC 60870-5-104

Alle in der Schaltanlage bzw. der Station installierten IEDs sind gemäß Spezifikation des Standardpakets ab Werk vorkon-



In Norwegen dient die Inselkommune Hvaler in der Provinz Østfold als „Versuchslabor“ für intelligente MS- und NS-Verteilnetztechnik. Das Projekt mit dem Namen DeVID (Demonstration and Verification of Intelligent Distribution networks) ist Teil des Norwegian Smart Grid Centre.

Mit seinem Mix aus ganzjährig bewohnten Häusern, Ferienwohnungen und Gewerbebetrieben bietet der Archipel gute Möglichkeiten zur Untersuchung verschiedener Stromnutzungsprofile.

Hvaler umfasst 3.000 Häuser und 4.300 Wohnungen. Die Bevölkerung steigt jährlich von 4.000 Menschen im Winter auf 30.000 im Sommer, was die gesamte Infrastruktur einschließlich des Stromnetzes vor eine besondere Herausforderung stellt.

Als eines von mehreren an DeVID beteiligten Unternehmen stellt ABB eine Kompaktstation (CSS) mit einer SafeRing 24-kV-Schaltanlage bereit, die es dem lokalen Energieversorger Fredrikstad Energi ermöglicht, Fehler schnell zu lokalisieren sowie die Versorgungsqualität und Last in diesem Teil des Netzes zu überwachen. Die CSS wird mithilfe von Network Manager SCADA aus dem Software-Portfolio des ABB-Unternehmens Ventyx überwacht. Die Kommunikation zwischen SCADA und der CSS erfolgt per GSM. Die beiden Lasttrennschalter in der Ringkabel-Schaltanlage können vom SCADA-System aus gesteuert werden, und es werden ca. 200 Messparameter überwacht.

figuriert. Die Details des Kommunikationssystems (IP-Adressen, Name des Zugangspunkts, PIN der SIM-Karte usw.) und die MS-Netzparameter (Fehler-Ansprechstrom, Fehlerstrom-Ansprechzeit usw.) werden normalerweise vor Ort konfiguriert.

Effektivität der Netzautomatisierung

Zur schnellen Evaluierung der Effektivität einer bestimmten NA-Lösung nutzt ABB ein ABC-Berechnungstool (Activity-Based Costing), das in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Aachen entwickelt wurde. Mithilfe dieses Tools lassen sich z. B. die Auswirkungen der Installation einer SafeRing-Anlage und eines standardmäßigen NA-Pakets auf den SAIDI-Wert berechnen → 5.

Intelligente Schaltanlagen zeigen bereits eine große Wirkung → 6–7, auch wenn das Smart Grid noch in den Kinderschuhen

steckt. Erneuerbare Energiequellen, dezentrale Erzeugung und ein zunehmend komplexes Netz mit anspruchsvollen Verbrauchern sind nur einige der Faktoren, die die zukünftige Produktentwicklung im Bereich der intelligenten Schaltanlagen vorantreiben werden.

Dieser Artikel ist bereits 2014 im ABB Review Special Report Medium-voltage products erschienen.

Vincenzo Balzano

ABB Power Products
Dalmine, Italien
vincenzo.balzano@it.abb.com

Martin Celko

ABB Power Products, Medium Voltage Products
Brünn, Tschechische Republik
martin.celko@cz.abb.com



Spitzen vermeiden

Integrierte Optimierungsalgorithmen senken Heizkosten

HOLGER KRÖHLER, ANDREAS SCHADER, REINHARD BAUER, SILKE KLOSE, SUBANATARAJAN SUBBIAH – Viele Industrieprozesse benötigen große Wärmemengen, die mit Strom erzeugt werden. Dies kann besonders dann teuer werden, wenn es zu Verbrauchsspitzen kommt. Die integrierten Leistungsoptimierungsalgorithmen des neuen Thyristor-Leistungsstellers DCT880 von ABB helfen dabei, solche Verbrauchsspitzen und damit Kosten zu reduzieren. Dies erfolgt vollautomatisch, ohne dass Produktionsprozess oder -planung beeinträchtigt werden. Das Herzstück ist

ein Optimierungspaket, das auf dem DCT880 läuft, ohne dass zusätzliche Überwachungssysteme wie speicherprogrammierbare Steuerungen erforderlich sind. Der Schlüssel zur Optimierung ist ein Mikrozeit-Energieplanungsalgorithmus, der die Zeiträume, in denen Energie verbraucht wird, um so kleine Einheiten verschiebt, dass der Heizprozess nicht beeinträchtigt wird. Durch geschickten Einsatz dieser Veränderungen können Verbrauchsspitzen in vielen Fällen jedoch deutlich reduziert werden.



Ein erheblicher Kostenfaktor bei allen Heizanwendungen ist die Energie. Beim elektrischen Heizen fallen neben den reinen Energiekosten häufig zusätzliche Kosten für Leistungsspitzen an. Solche Zusatzkosten sind bei größeren Kunden recht gängig, da sie helfen, das Stromnetz und die Stromproduktion stabil zu halten. Diese „Bestrafungsstrategie“ wird mit zunehmender Anbindung regenerativer Erzeugungsquellen an das Netz immer gängiger.

Eine Möglichkeit, den Spitzenstromverbrauch zu senken, besteht darin, energieintensive Prozessaufgaben gleichmäßig über den Tag zu verteilen. Dies würde allerdings keine Spitzen verhindern, die über eine kürzere Zeitspanne auftreten. Der DCT880 bietet eine andere Lösung: Er verteilt die Last so, dass Leistungsspitzen weitestgehend reduziert werden → 1. Auf diese Weise ermöglicht der DCT880 eine kostenoptimierte thyristorbasierte Regelung von ohmschen, induktiven und Infrarot-Heizelementen zum Glühen, Trocknen, Schmelzen oder Heizen in der Glas-, Kunststoff- oder Metallindustrie.

Titelbild

Spitzen stellen in mehrerlei Hinsicht eine Herausforderung dar. Während eine Bergspitze einfach da ist und überwunden werden muss, helfen die ausgeklügelten Leistungsoptimierungsalgorithmen des DCT880 dabei, teure Verbrauchsspitzen von vornherein zu vermeiden.

Foto: Michelle Kiener

Allgemeine Konfiguration

Viele industrielle Heizanwendungen umfassen zahlreiche Heizelemente am selben Standort. Diese können einen unterschiedlichen Energieverbrauch haben; einige arbeiten vielleicht gekoppelt; und alle können von einem übergeordneten Leitsystem oder unabhängig voneinander durch lokale PID-Regler geregelt werden.

Unabhängig von der tatsächlichen Konfiguration sind alle Systeme auf eine hohe Stromversorgungsqualität angewiesen. Dies kann durch z. B. durch Ganzwellensteuerung erreicht werden. Hierbei wird das betreffende Gerät durch das Durchlassen bzw. Sperren ganzer Sinusschwingungen der Netzspannung entweder vollständig ein- oder ausgeschaltet → 2. Der DCT880 nutzt dieses Verfahren zur Leistungsoptimierung. Darüber hinaus bietet der DCT880 noch weitere Regelverfahren wie die Halbwellensteuerung, sanftes An- und Abfahren sowie Phasenanschnittsteuerung → 3.

Eine Heizanwendung wird häufig in Zyklen von 2 bis 20 s Länge unterteilt, wobei jeder Zyklus unabhängig geregelt wird. Direkt vor Beginn eines neuen Zyklus werden Sensormessungen vorgenom-

men, und für jedes Heizgerät wird die im nächsten Zyklus zu verteilende Energiemenge berechnet.

Ist die Betriebsleistung des Heizgeräts bekannt, lässt sich leicht die Länge des nächsten Zyklus berechnen. Der gesamte Heizprozess ist so langsam, dass es nicht darauf ankommt, wann innerhalb des Zyklus genau die Energie verteilt (d. h. das Heizgerät eingeschaltet) wird.

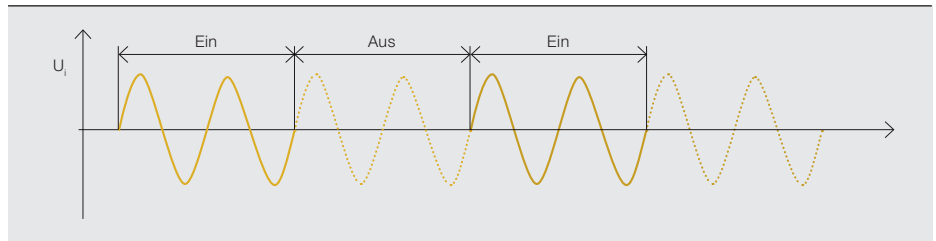
Je nach Art der Last kann jeder DCT880 bis zu drei voneinander unabhängige Lasten regeln. Dabei sind verschiedene Lastkonfigurationen wie mehrfach einphasig,

Die Herausforderung beim DCT880 bestand darin, hochwertige diskrete Optimierungsroutinen in eine Einheit mit relativ wenig Rechenleistung zu integrieren.

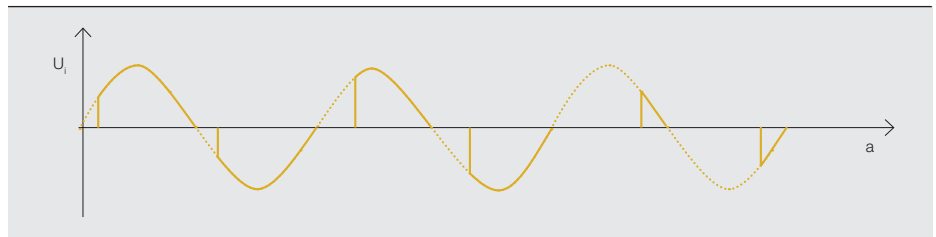
Dreieck, Stern, Multitap, offenes Dreieck usw. möglich. Sollen mehr als drei Lasten geregelt werden, fungiert ein (standardmäßiger) DCT880 als Master, der für die Leistungsoptimierungsberechnungen zuständig ist. Jeder DCT880 kann durch Setzen eines Softwareschalters als Master konfiguriert werden. In jedem System kann es aber nur einen Master geben → 4.

Beim elektrischen Heizen fallen neben den reinen Energiekosten häufig zusätzliche Kosten für Leistungsspitzen an.

2 Ganzwellensteuerung



3 Phasenanschnittsteuerung



Nachdem ein DCT880 die Informationen über den Energiebedarf seiner Last für den nächsten Zyklus erhalten hat, leitet dieser die Information an den Master weiter.

Hat der Master diese Information von allen Slave-DCT880 erhalten, führt er den Optimierungsschritt aus, d.h. er berechnet, wann jedes Heizgerät ein- und ausgeschaltet werden soll, ohne den Heizprozess negativ zu beeinflussen. Die Ergebnisse werden dann an die Slave-DCT880 weitergeleitet, die ihre Lasten im nächsten Zyklus entsprechend regeln.

Wie erfolgt die Optimierung?

Das Diagramm in → 5 zeigt, welchen bedeutenden Unterschied die Leistungsoptimierung ausmacht. Sobald die Optimierung des DCT880 aktiv ist, verschwindet die Volatilität der Kurve und die Kurve wird viel glatter, ohne jemals 50 % der installierten Leistung zu übersteigen. Wie ist das möglich?

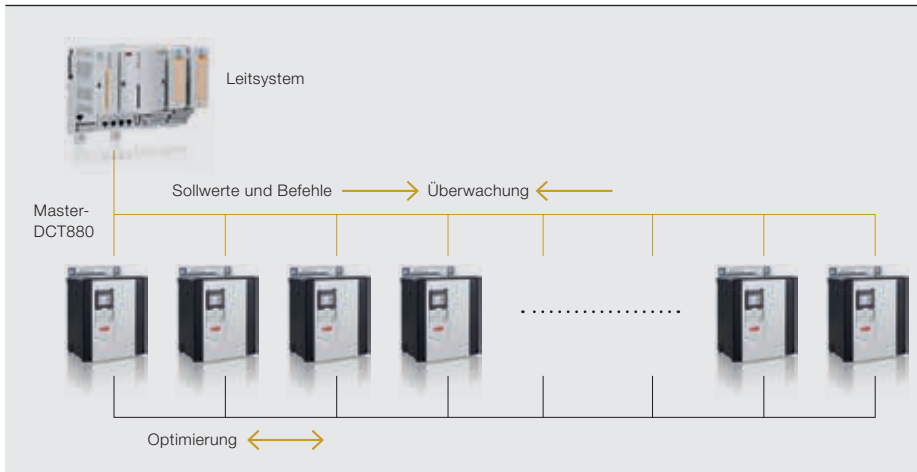
Das Prinzip ist in → 6 dargestellt. In → 6a sind acht Verbraucher mit einer Betriebsleistung von 100 kW und 200 kW zu sehen, die jeweils für 30 bis 70 % der Zykluszeit von 1 s eingeschaltet sind. → 6b zeigt, dass der akkumulierte Stromverbrauch ungleichmäßig ist und eine Spitze nach 300 ms aufweist.

→ 7 zeigt die gleiche Situation, aber mit einer mathematisch optimalen Lösung. Die Zeiträume, in denen die Verbraucher eingeschaltet sind, sind perfekt über den Zyklus verteilt → 7a. Im Gesamtverbrauch gibt es keine Spitzen → 7b.

Ein besonderes Merkmal der Leistungsoptimierung des DCT880 ist die Behandlung von Situationen mit mittlerer Last. In → 8a arbeiten alle Geräte mit einer Nutzung von 60 % der Zykluszeit, so dass unabhängig von der gewählten

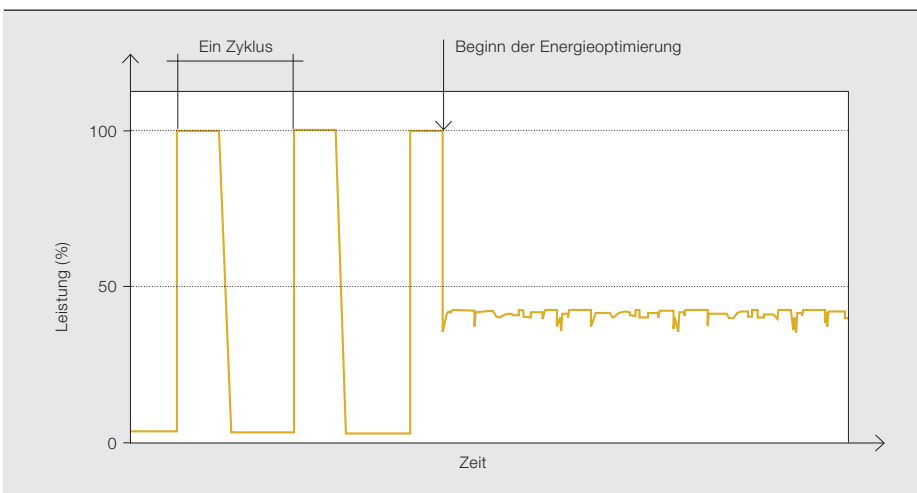
Um Kosten zu sparen, sollte die Lösung auf einem DCT880 ohne zusätzliche Ausrüstung lauffähig sein. Außerdem sollte sie kurze Zykluszeiten unterstützen und verschiedene Arten von Eingaben erlauben.

Schaltstrategie irgendwo eine Spitze auftreten muss → 8b. Das Problem kann durch Aufteilung, d.h. durch zweifaches Ein- und Ausschalten eines Verbrauchers während des Zyklus gelöst werden → 9. Aufteilung (Splitting) ist die einzige Möglichkeit, diese perfekte Lösung zu erreichen.



Der DCT880 verteilt die Lasten, um Verbrauchsspitzen zu reduzieren.

5 Energieverbrauch (relativ zur Summe der Leistung aller Heizelemente) einer Anlage mit 14 Verbrauchern ohne (linke Hälfte des Diagramms) und mit Leistungsoptimierung (rechte Hälfte)



Algorithmen-Engineering

Aus mathematischer Sicht fällt das zugrunde liegende Problem in den Bereich der diskreten mathematischen Optimierung. Hierbei handelt es sich um ein gut erforschtes Gebiet, in dem bereits eine Vielzahl von Werkzeugen für die Entwicklung von Algorithmen – ein Bereich, in dem ABB über umfangreiche Erfahrung verfügt – zur Verfügung steht.

Die mathematische Optimierung wird häufig auf speziellen Hochleistungscomputern durchgeführt. Die Herausforderung bei der Leistungsoptimierung mit dem DCT880 bestand darin, hochwertige diskrete Optimierungsroutinen in eine Einheit mit relativ wenig Rechenleistung zu integrieren. Hierzu wurde die Methodik des Algorithmen-Engineering angewandt: In einem Zyklus aus Entwurf, Analyse, Implementierung und experimenteller Evaluierung wurden maßgeschneiderte, praktikable und äußerst effiziente Algorithmen entwickelt, die perfekt zu

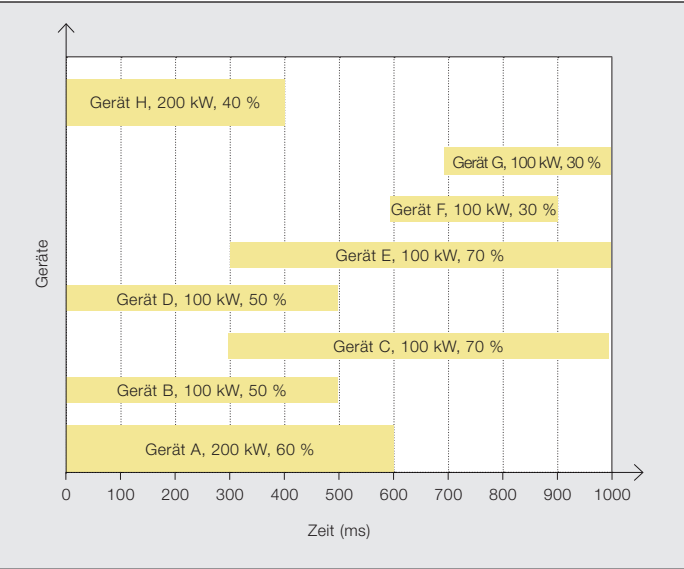
den verfügbaren Möglichkeiten passen. Jeder Algorithmus wurde mit Daten einer realen Anlage getestet.

Algorithmen-Engineering ist ein iterativer Ansatz. Nachdem ein neuer Algorithmus evaluiert ist, kann er je nach beobachteter Übereinstimmung mit den Vorgaben als Grundlage für die Weiterentwicklung verwendet, verworfen oder überarbeitet werden. So kann eine Reihe von Lösungsalgorithmen mit zunehmender Qualität erreicht werden.

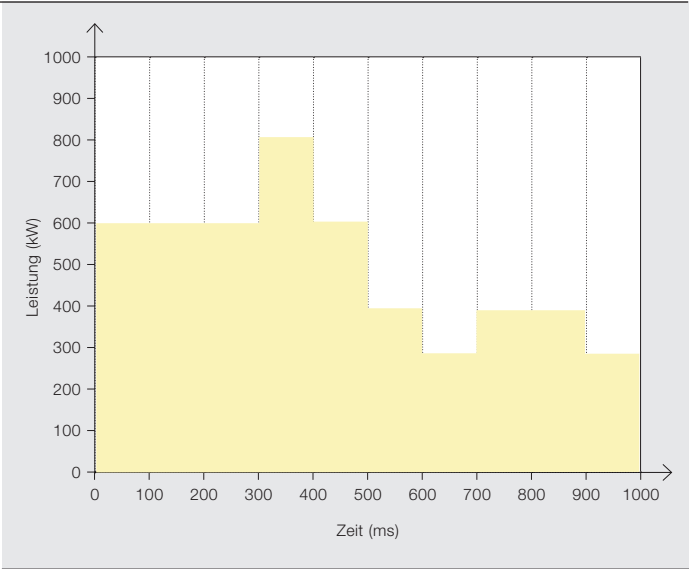
Doch das Erreichen einer zufriedenstellenden Qualität ist nur die halbe Miete. Der nächste Schritt besteht darin, das Arbeiten mit den Algorithmen einfach zu gestalten. Auch hier werden die bestehenden Algorithmen in einem iterativen Verfahren verbessert.

Die Qualität der Lösung darf sich nicht verschlechtern, gleichzeitig sollten neue Algorithmen einfacher und leichter zu

6 Nichtoptimierter Energieverbrauch

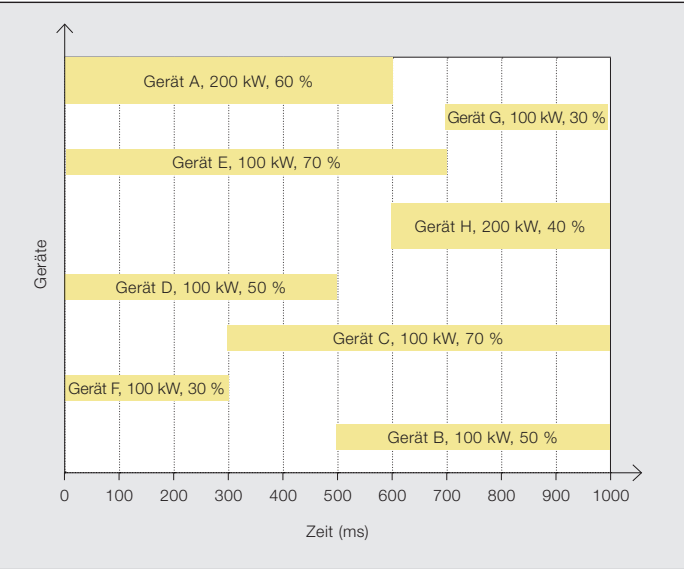


6a Acht Verbraucher, verteilt über einen Zyklus von 1 s

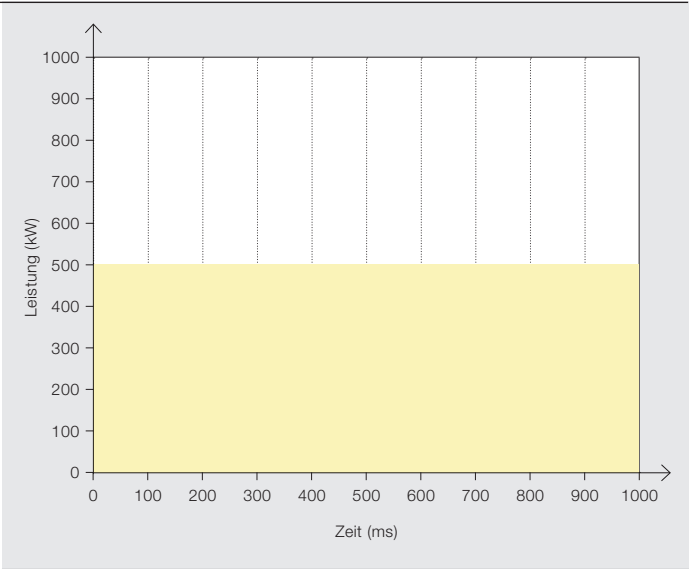


6b Verbrauchsspitzen nach 300 ms

7 Optimierte Lösung

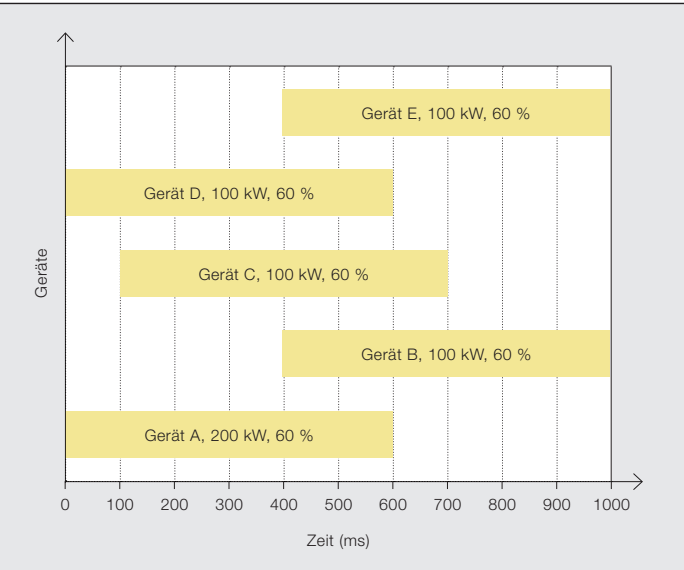


7a Verteilung der Verbraucher über den Zyklus

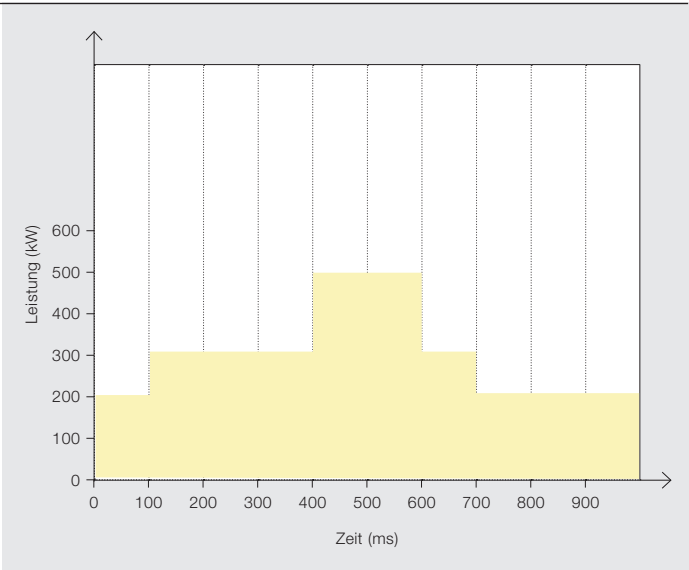


7b Optimale Verteilung der Verbraucher ohne Leistungsspitzen

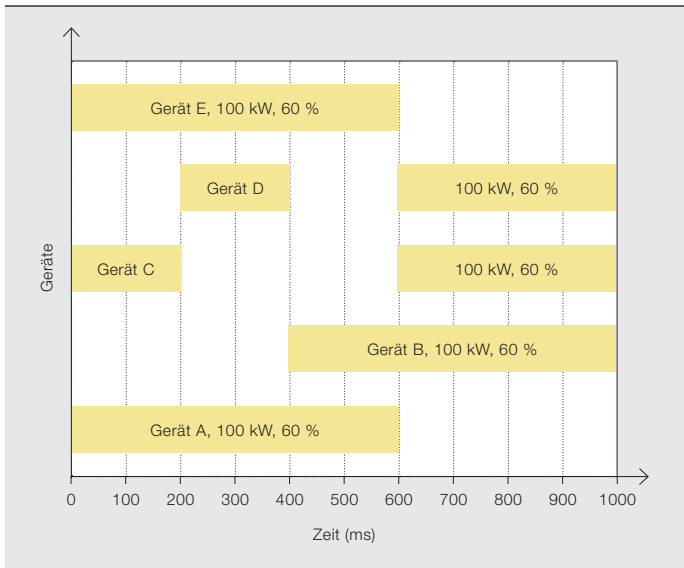
8 Situation bei mittlerer Last



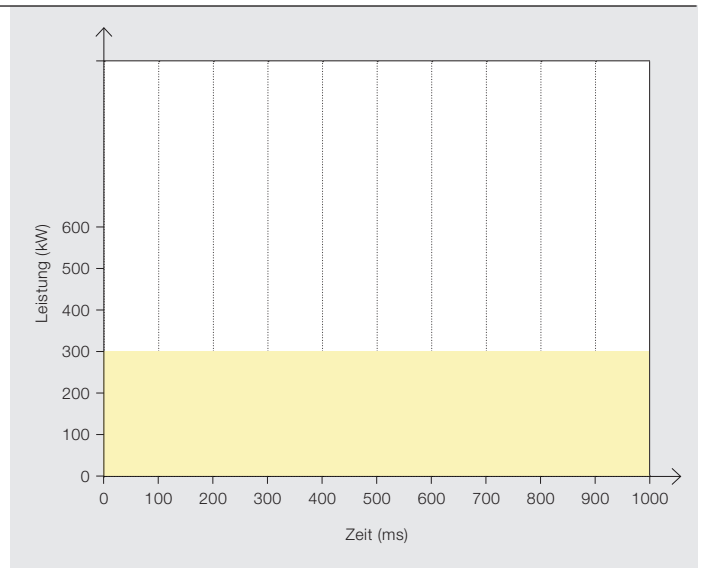
8a Verbraucher belegen einen großen Teil des Zyklus.



8b Eine Spitze ist unvermeidlich bei mittlerer Last.



9a Während des Zyklus können einige Verbraucher zweimal ein- und ausgeschaltet werden.



9b Eine perfekte Lösung lässt sich nur durch Aufteilung der Last erreichen.

In einem Zyklus aus Entwurf, Analyse, Implementierung und experimenteller Evaluierung wurden maßgeschneiderte und äußerst effiziente Algorithmen entwickelt.

pflegen sein als ihre Vorgänger. Auf diese Weise lassen sich die beiden häufig gegensätzlichen Ziele der Lösungsqualität und der Pflegbarkeit erfüllen.

Algorithmen für die reale Welt

Um eine Lösung zu entwickeln, die sich in einer realen Umgebung erfolgreich behaupten kann, müssen viele zusätzliche Anforderungen erfüllt werden. So kann aufgrund technischer Einschränkungen eine Mindestbetriebsdauer für ein Heizgerät gelten, oder die Anzahl von Schaltvorgängen innerhalb eines Zyklus kann begrenzt sein. Auch kann eine eingeschränkte Netzanbindung einen Lastabwurf erforderlich machen: Wenn der Leistungsbedarf aller Heizgeräte die Leistung übersteigt, die von der Netzanbindung bereitgestellt werden kann, sollten einige Geräte eine Notabschaltung vornehmen.

Um die Kosten für den Kunden zu senken, sollte die Lösung ferner auf einem DCT880 ohne zusätzliche Ausrüstung lauffähig sein. Außerdem sollte sie schnell genug sein, um kurze Zykluszeiten zu unterstützen, und verschiedene Arten von Eingaben erlauben.

Da die Lösung trotz all dieser Randbedingungen weiterhin leicht handhabbar und pflegbar sein sollte, wurde eine Lösung entwickelt, die ohne viele Tuningparameter und Optionen auskommt, die nur von Experten verstanden werden.

Vorteile der neuen Lösung

Die DCT880-Optimierungslösung hilft dem Kunden, Prozessenergiekosten zu reduzieren, und trägt außerdem zur Verbesserung der Netzstabilität und Versorgungsqualität bei. Sie ist leicht anwendbar, da sie ohne schwer verständliche Tuningparameter auskommt. Das heißt, Inbetriebnahme und Wartung können ohne die Hilfe von Spezialisten erfolgen.

Ein weiterer bedeutender Vorteil der Lösung ist ihre Architektur: Die Optimierung läuft vollständig getrennt vom Rest der Anlage, d. h. alle Einheiten melden ihre Sollwerte an den Master und erhalten optimierte Befehle zurück. Damit kann die Optimierung in jede Umgebung integriert werden – ganz gleich, ob speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) vorhanden sind oder ob jeder DCT880 lokal von einem separaten Controller gesteuert wird.

Vor allem aber wird der Produktionsprozess durch die Optimierungsroutine nicht beeinträchtigt, sodass eine Anpassung der Betriebsplanung nicht erforderlich ist.

Auf dem Markt

Die Entwicklung des DCT880 – der auf der bewährten und zuverlässigen ABB DCS-Gleichstromrichtertechnologie sowie den neuen Regelungsplattformen der Frequenzumrichter ACS880 und ACS580 basiert – begann im Frühjahr 2013. Die Markteinführung des Produkts und der Leistungsoptimierungsalgorithmen fand Ende 2014 statt.

Holger Kröhler

Andreas Schader

ABB Discrete Automation and Motion

Ladenburg, Deutschland

holger.kroehler@de.abb.com

andreas.schader@de.abb.com

Reinhard Bauer

Silke Klose

Subanatarajan Subbiah

ABB Corporate Research

Ladenburg, Deutschland

reinhard.bauer@de.abb.com

silke.klose@de.abb.com

subanatarajan.subbiah@de.abb.com



Nah am Wind

Eine effektive Bedienoberfläche
für den Windparkbetrieb

MARIA RALPH, SUSANNE TIMSJÖ, ADRIAN TIMBUS, STEFANO DOGA – Der Betrieb eines Windparks erfordert häufig eine Interaktion mit anlagenfernen Leitwarten. Da jede Windenergieanlage eine Vielzahl von Informationen zu den Betriebsbedingungen und zur Stromerzeugung liefert, stellt dies eine große Herausforderung dar. Bedenkt man die große Zahl von Anlagen in einigen Windparks, wird deutlich, dass hier viel größere Datenmengen bewältigt werden müssen als z. B. in Wasser-

oder Wärmekraftwerken. Außerdem muss das anlagenferne Bedienpersonal in der Lage sein, Situationen auf einfache und effektive Weise zu beurteilen, die richtigen Informationen abzurufen und schnell und angemessen zu reagieren. Dabei spielt das Design der Bedienoberfläche, die dem Personal alle notwendigen Informationen bereitstellt und die Entfernung zur Anlage überbrückt, eine wichtige Rolle. Hier kommt die Windparkautomatisierung von ABB ins Spiel.



Im Vergleich zu ähnlichen Anlagen wie Wasserkraftwerken muss das Bedienpersonal in Windparks eine relativ große Datenmenge bewältigen.

Windparks werden häufig von anlagenfernen Leitwarten aus überwacht und gesteuert. Wie in jeder Leitwarte ist es wichtig, dass das Bedienpersonal schnell auf die richtigen Informationen zugreifen kann, um einen reibungslosen Betrieb sicherzustellen. Zudem müssen die Informationen auf möglichst intuitive Weise präsentiert werden, damit das Bedienpersonal die Situation erfassen, interpretieren und entsprechend reagieren kann. Damit dies auf effektive Weise geschehen kann, müssen die Bedürfnisse des Personals verstanden werden.

Titelbild

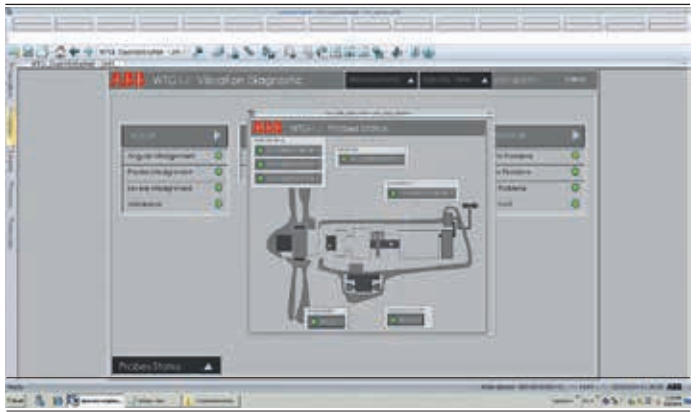
Windparks erzeugen eine Menge Daten. Durch entsprechende Filterung, Aufbereitung und effektive Darstellung dieser Informationen kann eine Überforderung des Bedienpersonals vermieden und eine schnelle und angemessene Reaktion sichergestellt werden.

Jede Windenergieanlage (WEA) erzeugt eine Vielzahl von Daten wie Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Umgebungstemperatur, Lagertemperatur, Rotordrehzahl, Gondelausrichtung und Hydraulikdruck. Zählt man die Erzeugungsdaten wie Wirkleistung, Blindleistung und Tagesleistung hinzu und multipliziert dies mit der großen Zahl von Anlagen in vielen Windparks, wird deutlich, dass das Bedienpersonal im Vergleich zu ähnlichen Anlagen wie Wasserkraftwerken eine relativ große Datenmenge bewältigen muss.

Die Befragung und Beobachtung von Benutzern in realen Arbeitsumgebungen liefert wertvolle Erkenntnisse darüber,

Die Befragung und Beobachtung von Benutzern in realen Arbeitsumgebungen liefert wertvolle Erkenntnisse darüber, wie die MMS aussehen muss.

wie die Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS) aussehen muss, um eine bestmögliche Darstellung all dieser Daten zu gewährleisten. Bei einer Reihe von Interviews und Beobachtungssitzungen mit dem Leitwartenpersonal von regenerativen Energieerzeugungsanlagen – insbesondere von Windparks – wurden verschiedene Anforderungen identifiziert.



Im Mittelpunkt der Designphilosophie steht eine Stärkung des Situationsbewusstseins und damit eine bessere Entscheidungsunterstützung.

Demnach muss die Bedienoberfläche das Personal bei folgenden Aspekten unterstützen:

- Verstehen und Interpretieren des Windparklayouts
- Schnelles Erkennen, Verstehen und Beheben von Alarmen
- Unterstützung bei der Vorausplanung (z. B. Instandhaltung)
- Erfassen der aktuellen Situation
- Schnelles Navigieren zwischen verschiedenen Teilen des Systems für den Zugriff auf die richtigen Informationen – z. B. erzeugte Energie, Trenddaten, Alarmdaten, Gondelinformationen usw.
- Information über den Status der Umspannstation für den Windpark

Designkonzepte

Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse hat ABB zwei Prototypen entwickelt. Der erste nutzt eine 2-D-Visualisierung zur Darstellung von Windparkinformationen auf der Grundlage einer PC-basierten Bedienoberfläche, die in das Symphony® Plus System (die Automatisierungsplattform von ABB für die Energie- und Wasserwirtschaft) integriert ist. Eine erste Version des Prototyps wurde Ende 2014 bereitgestellt. Die übrigen Funktionen sollen 2015 verfügbar sein.

Die Merkmale dieses Prototyps basieren zum Teil auf den Richtlinien des ASM (Abnormal Situation Management) Consortium für das Design von Bedienanzeigen aus dem Jahr 2008 [1] und ermöglichen dem Bedienpersonal unter anderem:

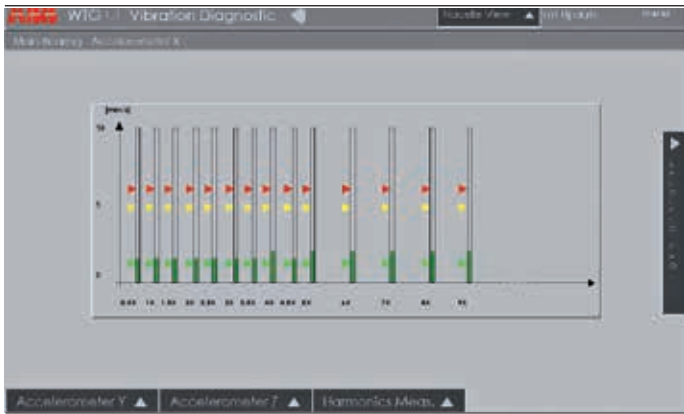
- Einfaches Navigieren zwischen verschiedenen Informationsebenen (z. B. Gondelansicht, Trends, Alarmliste, Diagnosen) → 1 – 3

- Zugriff auf Details (z. B. Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Sollwerte, Erzeugungsleistung) einzelner WEAs per Mouseover (Hovering) → 4
- Umschalten zwischen verschiedenen Ansichten des gesamten Windparks, z. B. mit Darstellung der WEAs auf einer geraden Linie, in schematischer Darstellung oder mit Darstellung der tatsächlichen Windparktopografie und Anlagenabstände → 5
- Aufrufen einer detaillierten Ansicht der Gondel einer bestimmten Anlage → 6
- Darstellung der gewünschten Informationen auf einem einzigen Bildschirm (z. B. Windparkübersicht, Gondelansicht, Alarmliste)
- Vergleich bestimmter Parameter für mehrere Gondeln auf demselben Bildschirm
- Speichern der Daten einer WEA in einem „sicheren Bereich“ zur späteren Analyse ihres Verhaltens

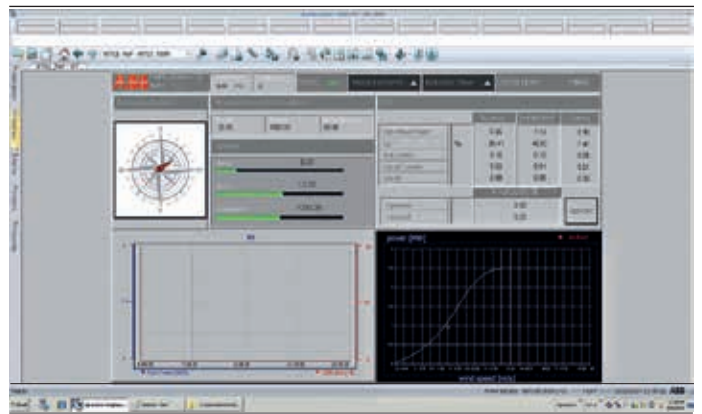
Mit dem zweiten Prototyp wurde untersucht, ob sich dreidimensionale Verfahren zur Visualisierung von Windparkinformationen eignen und damit das Verständnis des Bedienpersonals von Wetterdaten und den Beziehungen zwischen den einzelnen Anlagen verbessert werden kann. Eine 3-D-Darstellung ist oft intuitiver und effektiver, wenn es um die Verknüpfung bestimmter Windparkdaten mit den physischen Anlagen geht → 7 – 9.

Beide Ansätze wurden von den Kunden positiv aufgenommen, und derzeit wird an einem vergleichbaren Produkt mit dem gleichen Erscheinungsbild und Bedienkonzept („Look & Feel“) für Wasser- und Solarkraftwerke gearbeitet, das eine ähnliche Unterstützung für die Entscheidungsfindung und Überwachung bietet.

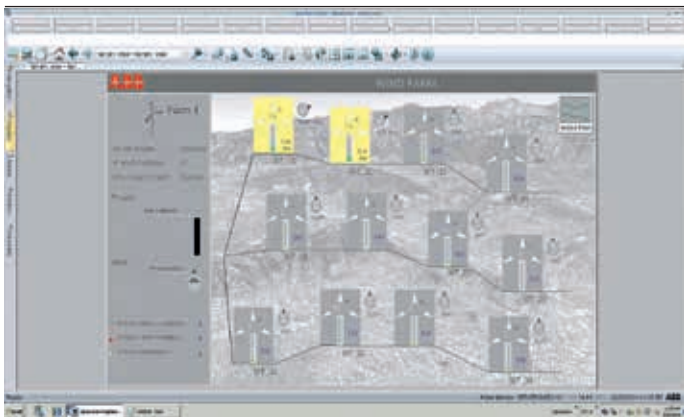
3 Diagnosedaten zu Oberschwingungen



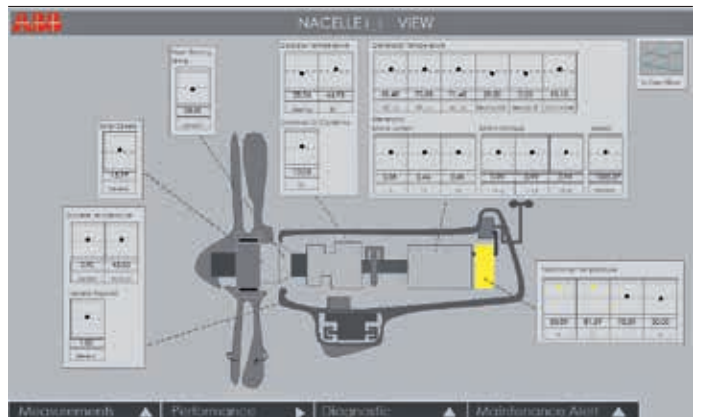
4 Leistungsdaten



5 Windparktopologie



6 Detaillierte Gondelinformationen



Benutzervorteile

Nach Fertigstellung der ersten Designs und Prototypen wurde die schrittweise Implementierung in die Symphony Plus-Plattform fortgesetzt. Weitere Darstellungen wurden realisiert, die Betreibern dabei helfen, ihre Anlagen noch effektiver zu

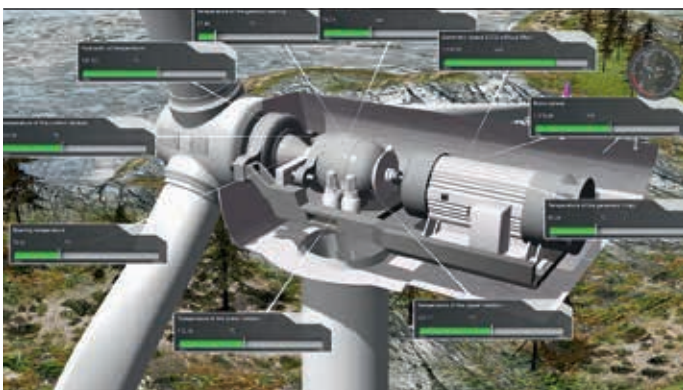
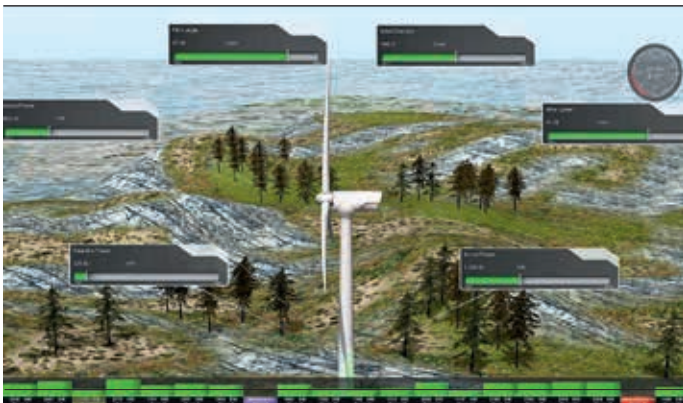
Designkriterien und Richtlinien. Auch eine neue Farbpalette kommt zum Einsatz. Die strukturierte Darstellung der Informationen und die Möglichkeit, nahtlos zwischen verschiedenen Teilen des Systems – z. B. Trendanzeigen, Bedienfelder und Alarmmanagementsysteme – zu navigieren, ermöglichen dem Bedienpersonal eine effizientere Reaktion auf Ereignisse vor Ort.

Für das 3-D-Design wurde eine Verbindung zwischen der Anwendung, die auf einem mobilen Gerät oder Desktop-PC läuft, und der Datenbank mit

den Anlagendaten implementiert. Diese Echtzeitverbindung ermöglicht dem Servicepersonal bei Reparatur- und Wartungsarbeiten den unmittelbaren Zugriff auf Informationen über die betreffende Anlage.

Durch verbesserte Navigation und Visualisierung stehen dem Bedienpersonal die notwendigen Informationen zur Verfügung, wenn diese benötigt werden – und das auf schlüssige Weise.

managen. Diese reichen von übergeordneten, kartenbasierten Darstellungen des Erzeugungsportfolios bis hin zu speziellen Anzeigen für jeden Windpark, jede WEA und einzelne Komponenten. Die Implementierungen orientieren sich eng an den in den Prototypen definierten



Zur weiteren Verbesserung des Situationsbewusstseins trägt das leistungsfähige Alarmmanagementsystem bei, das die Aufmerksamkeit des Personals auf wichtige Ereignisse lenkt.

Kundenvorteile

Die Automatisierungslösung ermöglicht Kunden eine intuitive Interaktion mit den Anlagen. Im Mittelpunkt der Designphilosophie steht eine Stärkung des Situationsbewusstseins und damit eine bessere Entscheidungsunterstützung. Durch verbesserte Navigation und Visualisierung stehen dem Bedienpersonal die notwendigen Informationen zur Verfügung, wenn diese benötigt werden – und das auf schlüssige Weise. Dies wiederum wirkt sich unmittelbar positiv auf die Effizienz und Produktivität des Bedienpersonals aus.

Mit dem neuen MMS-Konzept können Kunden alle relevanten Informationen für ihr gesamtes Portfolio abfragen – unterteilt nach Ländern, Regionen oder Anlagentypen. Die effektive Navigation ermöglicht einen schnellen Wechsel zu wichtigen Details der einzelnen Komponenten – ein entscheidender Aspekt, wenn es darum geht, fundierte Entscheidungen zu treffen. Zur weiteren Verbesserung des Situationsbewusstseins trägt das leistungsfähige Alarmmanagementsystem bei, das die Aufmerksamkeit des Personals auf wichtige Ereignisse lenkt.

Eine innovative Art der Datendarstellung sorgt für eine zusätzliche Steigerung der Produktivität und betrieblichen Effizienz: Statt nur die relevanten Zahlen auf dem Bildschirm anzuzeigen, wird auch ihr Verhältnis zu oberen und unteren Grenzwerten dargestellt. Dies hilft dem Bedienpersonal dabei, Inkonsistenzen oder Probleme auf den ersten Blick zu erkennen und so ungewöhnliches Systemverhalten leichter zu verstehen.

Mit diesem Angebot für die Windenergiebranche ermöglicht ABB eine direktere und effektivere Verbindung zwischen anlagenfernem Bedienpersonal und dem zu steuernden Prozess. So kann das Personal die Vielzahl an Daten leichter interpretieren, Situationen einfacher und effektiver beurteilen, auf die richtigen Informationen zugreifen und schnell und angemessen reagieren.

Maria Ralph

Susanne Timsjö

ABB Corporate Research
Västerås, Schweden
maria.ralph@se.abb.com
susanne.timsjo@se.abb.com

Adrian Timbus

ABB Power Systems
Zürich, Schweiz
adrian.timbus@ch.abb.com

Stefano Doga

ABB Power Systems
Genua, Italien
stefano.doga@it.abb.com

Literaturhinweis

- [1] ASM Consortium Guidelines: Effective Operator Display Design. Verfügbar unter:
http://www.asmconsortium.net/Documents/ASM_Handout_Display.pdf



Cooler Kondensator

Leistungsfaktorverbesserung mit dem neuen QCap von ABB

RAYMOND MA-SHULUN, CYRILLE LENDERS, FRANCOIS DELINCÉ, MARIE PILLIEZ – Blindleistung stellt sowohl für die Industrie als auch die Stromversorger ein großes Problem dar. Sie hat Auswirkungen auf die Energiekosten und den CO₂-Ausstoß, verursacht Fehlfunktionen und Ausfälle, verringert die Lebensdauer von Geräten und erhöht deren Wartungskosten. Es gibt viele Möglichkeiten, Blindleistung zu mindern, und bei allen spielen Kondensatoren eine

Rolle. Kondensatoren gibt es zwar schon seit rund 250 Jahren, doch gerade aufgrund ihrer besonderen Bedeutung lohnt sich die Suche nach Verbesserungen, insbesondere im Hinblick auf die weitere Reduzierung von Verlusten und die Erhöhung der Sicherheit und Zuverlässigkeit. Genau dies ist ABB mit dem neuen QCap gelungen. Doch was genau zeichnet diesen neuen Kondensator aus?

Die Auslegungsparameter für ein Kondensatorelement erstrecken sich über mehrere Zehnerpotenzen – von etwa 10 nm bei der Dicke der Metallschicht bis hin zu 100 m bei der Länge der Elektrode.

Da rund 45 % des erzeugten Stroms von Motoren verbraucht werden, die aufgrund ihrer Induktivität Blindleistung aufnehmen, haben Maßnahmen, die diese Blindleistung aus dem Netz halten, unmittelbare Vorteile. Eine Möglichkeit ist die lokale Kompensation der Blindleistung. Die Verwendung von Kondensatoren hierfür ist nicht neu, doch der QCap von ABB setzt neue Maßstäbe in puncto Zuverlässigkeit, Qualität und Sicherheit → 1.

Der QCap wurde als besonders sicherer und zuverlässiger Kondensator mit unschlagbarer Qualität konzipiert.

Nach über 250 Jahren Entwicklung (die Erfindung der Leidener Flasche geht auf das Jahr 1746 zurück) sind Kondensatoren mittlerweile zum Massenprodukt geworden. Doch besonders bei Leistungskondensatoren mit metallisierten Kunststofffolien ist und bleibt die Konstruktion und Fertigung eine Herausforderung, denn ein schlecht konstruierter Kondensator kann auf katastrophale Weise ausfallen.

Der Leistungskondensator ist das elektrische Bauteil, das die stärksten elektrischen Felder bewältigen muss → 2. Die Auslegungsparameter für ein Kondensatorelement erstrecken sich über mehrere Zehnerpotenzen und reichen von etwa 10 nm bei der Dicke der Metallschicht bis hin zu 100 m bei der Länge der Elek-

trode. Wichtige Abmessungen, die bei der Fertigung eingehalten werden müssen, umfassen insgesamt zehn Zehnerpotenzen → 3. Darüber hinaus spielt die mechanische Beanspruchung bei der Wicklung eine wichtige Rolle für die Leistungsfähigkeit des Kondensators. Die Fertigung eines guten Kondensatorelements erfordert ein eingehendes Verständnis sämtlicher Prozessparameter.

Basierend auf ihrer langjährigen Erfahrung in der Herstellung von Leistungskondensatoren gelten für ABB folgende sieben Grundsätze:

Titelbild

Der neue Zylinderkondensator QCap von ABB zeichnet sich durch ein fortschrittliches Schutzsystem und andere innovative Merkmale aus.

Wird eine reine Wechselspannung (mit nur einer Frequenz) an eine reaktive Last angelegt, eilt der Strom der Spannung um den Phasenwinkel φ nach (bei induktiver Last) oder voraus (bei kapazitiver Last). Der Cosinus dieses Winkels ist definiert als Leistungsfaktor (LF) dieser Last → a.

Der $\cos(\varphi)$ einer reaktiven Last kann auch als Verhältnis seiner Wirkleistung zu seiner Scheinleistung definiert werden. Die meisten reaktiven Lasten sind induktiv, da die meiste elektrische Energie von induktiven Motoren verbraucht wird. Laut der Internationalen Energieagentur (IEA) werden rund 45 % des weltweit erzeugten Stroms von Elektromotoren aller Art verbraucht [1]. Der Leistungsfaktor von Motoren bei Nennlast liegt zwischen 0,7 und 0,9. Bei abnehmender Last sinkt auch der Leistungsfaktor. So kann ein Motor mit einem Leistungsfaktor bei Nennlast von 0,7 bei einem Viertel der Nennlast einen Leistungsfaktor von 0,3 haben [2]. Geht die Last gegen null, läuft der Motor als nahezu reiner induktiver Verbraucher (Leistungsfaktor gegen null). Da nur wenige Elektromotoren dauerhaft mit voller Last laufen, stellen niedrige Leistungsfaktoren ein bedeutendes Problem dar.

Die Bereitstellung von Blindleistung verursacht Verluste in Übertragungs- und Verteilnetzen (und CO_2 -Emissionen). Hohe Blindleistungsanteile können sogar die Netzstabilität gefährden. Daher verlangen die meisten Energieversorgungsunternehmen von ihren Kunden einen Mindestleistungsfaktor und entsprechende Strafzahlungen bei Nichteinhaltung.

Ein gängiges Verfahren zur Minderung des induktiven Leistungsfaktors ist die Installation von Kondensatorbänken (schaltbar oder fest) in der Nähe der Verbraucher. Die vom Motor benötigte Blindleistung wird dann lokal von den Kondensatoren bereitgestellt und nicht aus dem Netz bezogen. Wie das Phasendiagramm → b, zeigt, sinkt der Verbrauch an Blindleistung (kvar) und Scheinleistung (kVA) durch das Hinzufügen eines Kondensators zu einer induktiven Last, ohne dass die Wirkleistung des Motors beeinträchtigt wird.

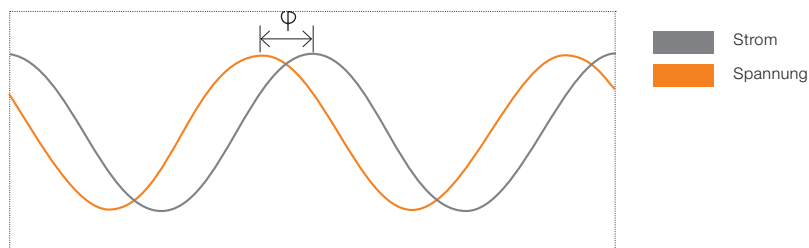
Viele Jahrzehnte lang waren Kondensatoren eine kostengünstige Lösung für das Blindleistungsproblem. Doch mit der zunehmenden Verwendung von drehzahlgeregelten Antrieben (VSDs) hat sich eine alternative Methode zum Betrieb von Elektromotoren ergeben, die gleichzeitig die Blindleistung im Netz minimiert. Allerdings bringen VSDs eine neue Herausforderung mit sich: Netzberschwingungen. Oberschwingungen sind schädlich für andere elektrische Geräte, da sie zur Überhitzung von Kabeln, Transformatoren und Motoren führen oder empfindliche Geräte stören können. Die beiden gängigsten Lösungen zur Minderung von Oberschwingungen sind passive und aktive Filter. Es gibt zwar auch Antriebe mit geringen Oberschwingungen, die aber im Vergleich zu passiven und aktiven Filtern meist deutlich teurer sind. Dank ihres einfachen Aufbaus und der niedrigen Kosten sind passive Filter die bevorzugte Wahl zur Unterdrückung von Oberschwingungen. Ein passiver Filter ist im Wesentlichen ein LC-Filter, d. h. er benötigt einen Kondensator. Mit oder ohne VSDs spielen Kondensatoren also nach wie vor eine wichtige Rolle bei der Anbindung von Motoren an das Stromnetz.

ABB gehört zu den Pionieren in der Entwicklung und Fertigung von Kondensatoren für die Leistungsfaktorkorrektur (LFK) entlang der gesamten elektrischen Versorgungskette einschließlich Hoch-, Mittel- und Niederspannungsanwendungen.

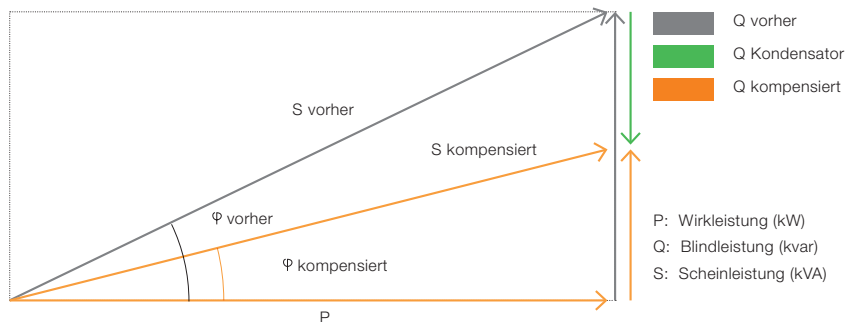
Die heute auf dem Markt verfügbaren LFK-Lösungen können in zwei Kategorien eingeteilt werden: kondensator- und IGBT-basierte Technologien → c. Im Gegensatz zur Stufenschaltung ermöglicht die IGBT-basierte Technologie eine stufenlose

Kompensation. Aktive Filter und stufenlose Blindleistungskompensatoren sind zwei neue Produkte, die den Leistungsfaktor durch Einspeisen eines kompensierenden Blindstroms verbessern. Die kondensatorbasierte Technologie ist heute die auf dem Markt vorherrschende Lösung.

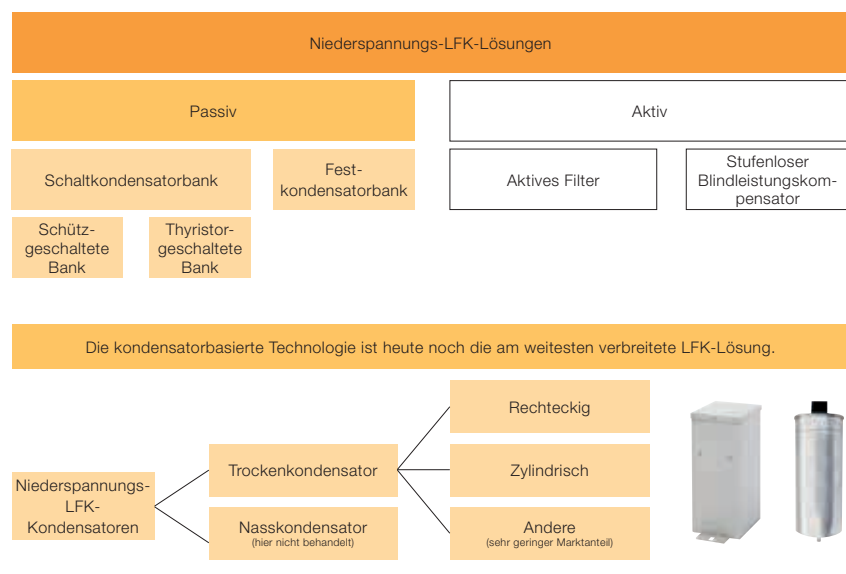
In heutigen Kondensatorbänken kommen vorwiegend Trockenkondensatoren in rechteckiger oder zylindrischer Bauweise zum Einsatz. Einige Hersteller bieten auch andere Formen an, doch ihr Marktanteil ist gering.



a Blindleistung entsteht durch die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung.



b Mithilfe von Kondensatoren kann die durch Elektromotoren verursachte Phasenverschiebung kompensiert werden.



c Lösungen zur Leistungsfaktorkorrektur

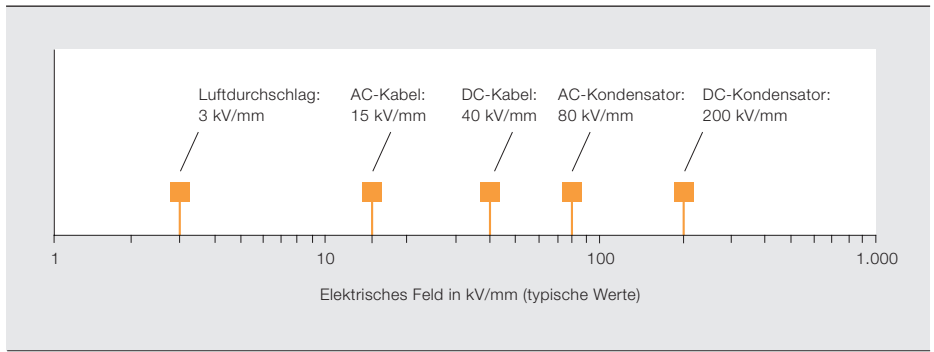
Literaturhinweise

[1] P. Walde, C. U. Brunner: „Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems“. OECD/IEA, Paris, 2011. S. 35

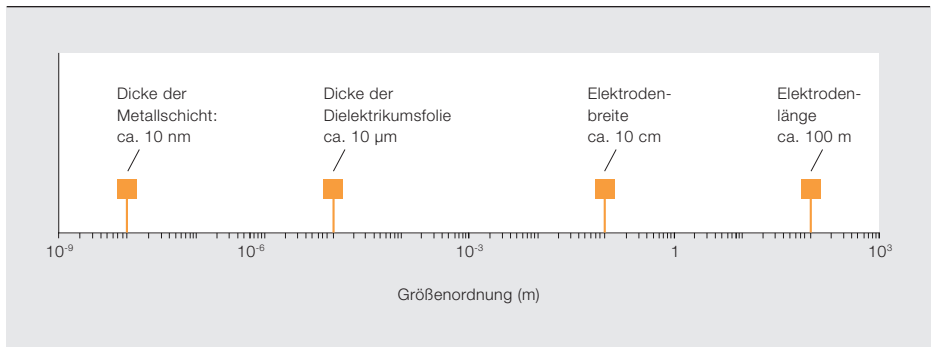
[2] Lov voltage motors – Motor guide. ABB-Dokument 9AKK105285. Februar 2014. S. 64

Geringe Leistungsverluste sind eine wesentliche Anforderung für einen Kondensator. Hohe Innentemperaturen gehören zu den Hauptursachen für vorzeitige Ausfälle.

2 Der Leistungskondensator ist das elektrische Bauteil, das die stärksten elektrischen Felder bewältigen muss.



3 Die wichtigsten Auslegungsparameter eines Kondensators erstrecken sich über 10 Zehnerpotenzen.



- Know-how in F&E und Produktion
- Eigene Konstruktion
- Materialauswahl
- Eigene Fertigung
- Strenge Prüfkriterien
- 100%ige Prüfung von Kondensatorelementen und -einheiten
- Kontinuierliche Verbesserung des Fertigungsprozesses

Geringe Leistungsverluste sind eine wesentliche Anforderung für einen Kondensator. Auch wenn die Verluste im Vergleich zur verfügbaren Blindleistung (typischerweise 0,2 bis 0,3 W/kvar) relativ niedrig sind, erschwert die Tatsache, dass das Dielektrikum aus Kunststoff besteht, die Ableitung der erzeugten Wärme. Die Metallelektroden sind so dünn, dass sie kaum zur Wärmeübertragung beitragen.

Temperaturverhalten

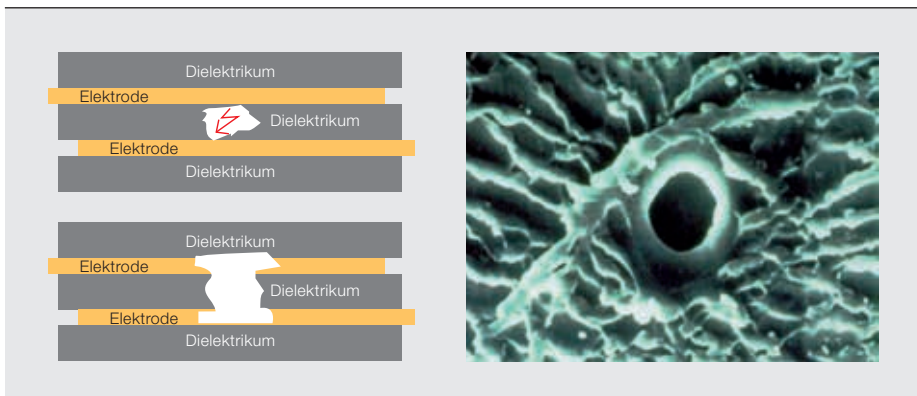
Als neu entwickelter Niederspannungs-Leistungskondensator für die Leistungsfaktorkorrektur ergänzt der ABB QCap die vorhandenen Niederspannungs-Konden-

satoren vom Typ CLMD in rechteckiger Ausführung. Die besondere Wertschöpfung für den Kunden liegt in folgenden technischen Vorzügen:

- Geringe Leistungsverluste
- Gute Wärmeableitung
- Fortschrittliche Sicherheitsmerkmale

Der Kondensator ist in der Lage, einen kleinen dielektrischen Durchschlag durch einen Selbstheilungsprozess zu isolieren.

Verluste entstehen durch die dielektrische Polarisierung und durch den Joule-Effekt in den leitenden Teilen, insbesondere den Elektroden. Zur Optimierung der Leitverluste kann die Dicke der Metallschicht entsprechend ihrer Lage variiert werden. Die durchgängige Verwendung einer dicken Metallschicht ist kein guter Ansatz, da dies die dielektrischen Eigenschaften verschlechtert. Die



4a Der Lichtbogen isoliert den Kurzschluss.

4b Dielektrikum nach der Selbstheilung

Temperatur wirkt sich ebenfalls grundlegend auf die dielektrischen Eigenschaften aus, führt sie doch zu Ausfällen und Alterung. Tatsächlich gehören hohe Innentemperaturen zu den Hauptursachen für vorzeitige Kondensatorausfälle.

Um die Verluste zu minimieren, wurde ein ganzheitlicher Designansatz verfolgt. So wurden beim QCap die Folienbreite und der Durchmesser des Kondensators optimiert, um einen geringen Temperaturanstieg sicherzustellen. Zu kleine oder zu große Folienbreiten führen zu unnötigen Temperaturanstiegen.

Die geringen Verluste des QCap werden erreicht durch:

- die Verwendung von Dielektrikumsfolie höchster Güte,
- ein einzigartiges Metallisierungsprofil (minimiert Elektrodenverluste ohne Beeinträchtigung der dielektrischen Eigenschaften),
- eine optimierte Geometrie für ein besseres Temperaturverhalten.

Sicherheit

Das äußerst sichere Design des QCap verschafft nicht nur dem Kunden ruhige Gewissheit über die gesamte Lebensdauer des Kondensators hinweg, sondern sorgt auch dafür, dass der Kondensator das Ende seiner Lebensdauer (sei es durch Ausfall oder Alter) auf sichere Weise erreicht. Der Sicherheitsmechanismus des QCap basiert auf zwei Merkmalen:

- Selbstheilungstechnologie
- Überdrucktrennung

Selbstheilungstechnologie

Ein metallisierter Trockenkondensator ist in der Lage, einen kleinen, örtlich begrenzten dielektrischen Durchschlag

durch einen Selbstheilungsprozess zu isolieren. Die Selbstheilung ist ein einzigartiges Merkmal von Kondensatoren mit metallisiertem Dielektrikum.

Im Kondensator eingeschlossene Feuch-

Ein Hochimpedanzfehler kann nicht durch eine Sicherung geschützt werden.

tigkeit, Staub oder andere Defekte können einen lokalen dielektrischen Durchschlag verursachen. Durch den daraus resultierenden Kurzschluss zwischen zwei Elektroden entsteht Plasma, wobei das Material des Dielektrikums und das umgebende Metall verdampfen, sodass ein Loch entsteht. Der Bereich des Durchschlags wird somit isoliert, und der Kondensator heilt sich selbst → 4.

Durch den Selbstheilungsprozess wird nicht nur ein Ausbreiten des Durchschlags verhindert, es geht auch ein kleiner Teil der Kapazität (typischerweise 1 ppm) verloren. Außerdem wird eine kleine Menge Gas freigesetzt.

Überdrucktrennung

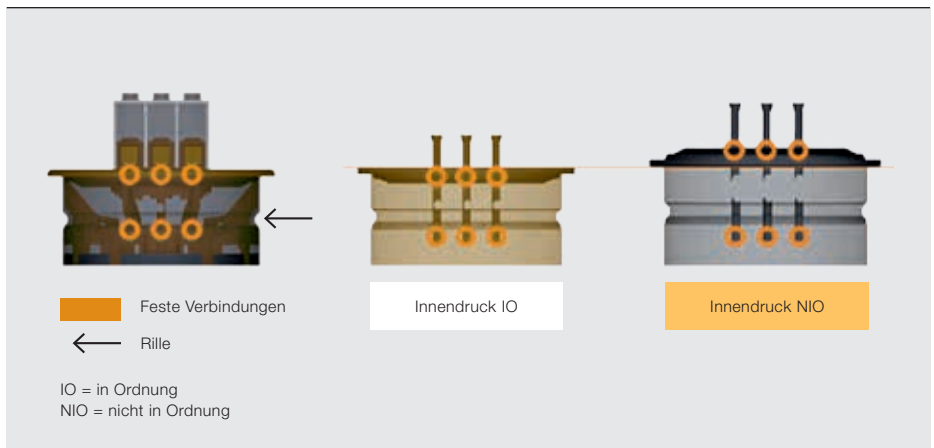
Die normale Lösung zum Schutz eines Stromkreises gegen den Ausfall eines Geräts ist eine Sicherung. Ein Kondensator

Fußnote

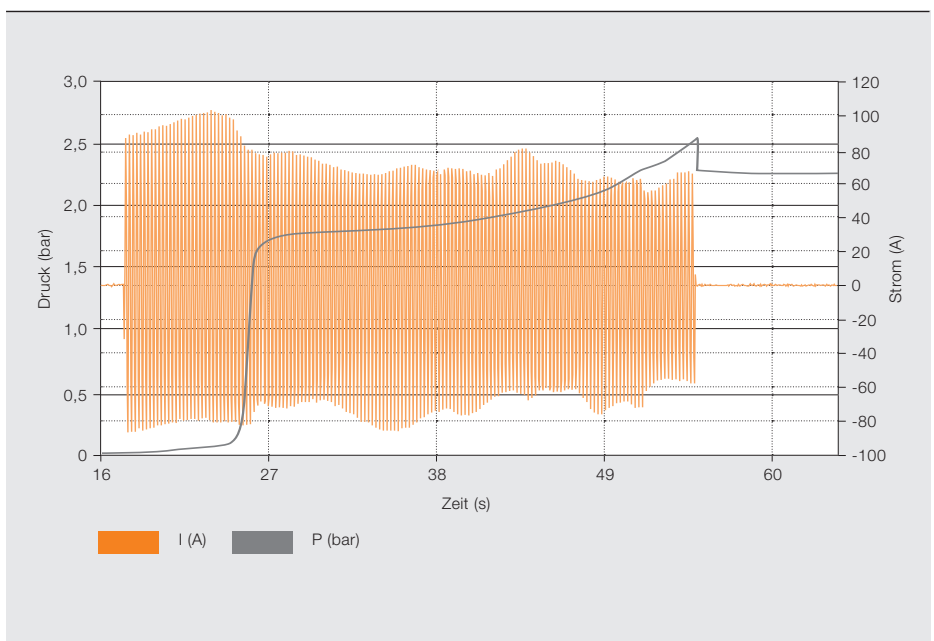
- 1 Beim Typ CLMD besteht die Strategie darin, den Hochimpedanzfehler mithilfe eines kleinen parallelen, nicht selbstheilenden Kondensators, der bei Ausfall eine interne Sicherung auslöst, in einen Niederimpedanzfehler umzuwandeln.

Das durch Selbstheilungsvorgänge entstehende Gas führt zu einem allmählichen Druckanstieg im Behälter. Dieses Phänomen kann zum Schutz des Kondensators bei einem Ausfall genutzt werden.

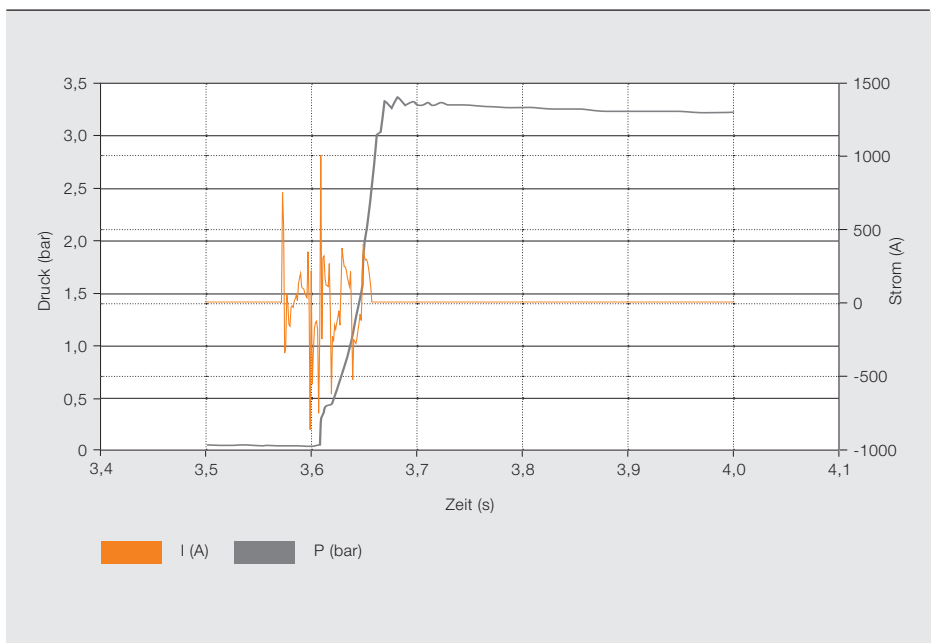
5 Ein Sicherheitsmerkmal des QCap ist die Trennung durch Druckaufbau.



6 Selbsttrennung von QCap in einem Überdruckszenario



6a Verlauf von Druck und Strom bei einer Zerstörungsprüfung – langsamer Druckanstieg



6b Verlauf von Druck und Strom bei einer Zerstörungsprüfung – schneller Druckanstieg



7a QCap-Kondensatoren



7b Blick auf die Produktionslinie

Der QCap von ABB setzt neue Maßstäbe in puncto Zuverlässigkeit, Qualität und Sicherheit.

sator (insbesondere ein metallisierter Folienkondensator) kann jedoch sowohl auf niederimpedante als auch auf hochimpedante Weise ausfallen. Ein Niederimpedanzfehler führt zu einem Kurzschluss und kann durch eine Sicherung isoliert werden. Ein Hochimpedanzfehler hingegen führt nicht zu einem Stromanstieg, sondern zu einem ohmschen Verhalten und zur Bildung einer heißen Stelle im dielektrischen Material, das schließlich schmilzt. Diese Art von Ausfall kann nicht durch eine Sicherung isoliert werden, da der Strom durch den Kondensator nicht notwendigerweise größer ist als der Nennstrom (lediglich die Phase verschiebt sich von reaktiv zu aktiv).

Das durch Selbstheilungsvorgänge entstehende Gas führt zu einem allmählichen Druckanstieg im Behälter. Dieses Phänomen kann zum Schutz des Kondensators bei einem Ausfall genutzt werden.

QCap bietet ein Schutzsystem auf Überdruckbasis. Die Anschlüsse des Kondensators sind im Innern des Geräts

über drei gekerbte Drähte miteinander verbunden, die reißen, wenn sich der Deckel aufgrund des Gasdrucks anhebt. Um eine zuverlässige Trennung sicherzustellen, sind die Drähte indirekt am Deckel und am Gehäuse verankert. Die in → 5 dargestellte Rille unterstützt dies. Der Deckel ist so konzipiert, dass er zwei stabile Positionen besitzt (normal und angehoben). Drückt der Gasdruck den Deckel nach oben, reißen alle drei Drähte, und der Kondensator wird vom Netz getrennt.

Der Schwellenwert für den Druck kann durch allmähliches Ansammeln von Gas erreicht werden, das durch Selbstheilungen freigesetzt wird (normales Lebensdauerende), oder – wie oben beschrieben – durch einen Hochimpedanzfehler.

→ 6 zeigt zwei Aufzeichnungen des Druckanstiegs und der Stromstärke während einer Zerstörungsprüfung. Die Elemente wurden zuvor durch Anlegen einer steigenden Gleichspannung absichtlich beschädigt. Die Spannung wurde erhöht, bis ein auf 300 mA begrenzter Fehlerstrom erreicht war. Anschließend wurde die volle Wechselstromleistung angelegt.

Der Mechanismus der Überdrucktrennung funktioniert nur, wenn das Gehäuse des Kondensators hermetisch verschlossen ist. Dies bietet noch weitere Vorteile wie den Schutz der Elektroden gegen Oxidation und Feuchtigkeit.

QCap – der Qualitätskondensator von ABB

Der QCap wurde als besonders sicherer und zuverlässiger Kondensator mit unschlagbarer Qualität konzipiert. Seine sechs besonderen Merkmale sind:

- Reduzierte Verluste (verhindert vorzeitige Ausfälle)
- Beste Folienqualität (erhöht die Betriebsqualität)
- Einzigartiges Trennsystem bei Ausfall (erhöht die Sicherheit)
- Optimierte Wärmeableitung (erhöht die Zuverlässigkeit)
- Fertigung an einer automatisierten Produktionslinie (sichert eine konsistente Qualität) → 7
- Elemente und Kondensatoreinheiten werden zu 100 % nach strengen Kriterien geprüft

Raymond Ma-Shulun

Cyrille Lenders

Francois Delincé

Marie Pilliez

ABB Power Products

Jumet, Belgien

raymond.ma-shulun@be.abb.com

cyrille.lenders@be.abb.com

francois.delince@be.abb.com

marie.pilliez@be.abb.com

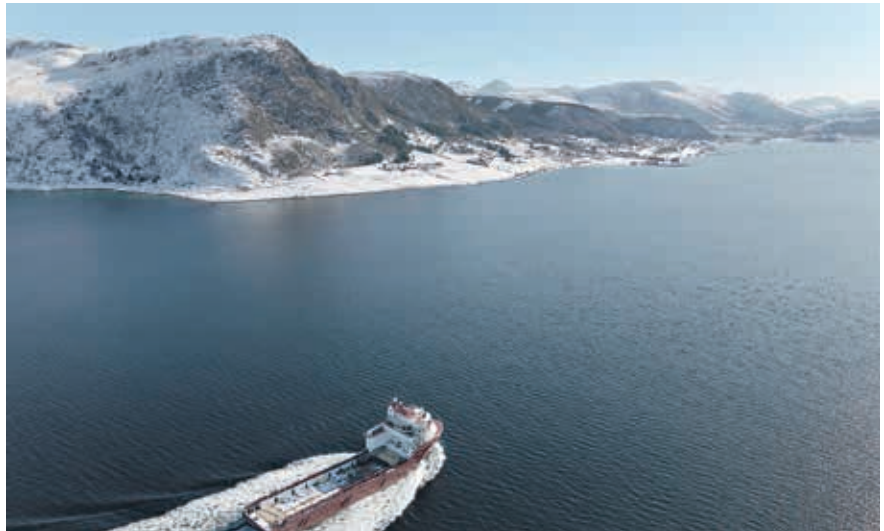
ABB in Kürze

DC-Bordnetztechnik im Praxistest

Vor einigen Jahren präsentierte ABB das Konzept eines DC-Bordnetzes als revolutionäre Lösung zur Übertragung von elektrischer Energie zwischen den Hauptmaschinen, Strahlrudern, Antrieben und anderen Verbrauchern an Bord von Schiffen (siehe ABB Technik 2/2012, S. 28–33). Der Erfolg dieser Lösung wurde nun in praktischen Tests bestätigt.

Das DC-Bordnetz ergänzt die vielen in den Antriebssystemen vorhandenen Gleichstromverbindungen, wobei alle bewährten elektrischen Produkte auf heutigen Schiffen wie AC-Generatoren, Wechselrichtermodule, AC-Motoren usw. erhalten bleiben können.

Die AC-Hauptschaltanlage und Transformatoren der Strahlruder hingegen werden nicht mehr benötigt, was ein flexibleres Stromversorgungs- und Antriebssystem ermöglicht.



Die erwartete Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs wurde nun durch die erste Installation eines ABB DC-Bordnetzes auf dem Offshore-Versorgungsschiff MS Dina Star der norwegischen Reederei Myklebusthaug Management im praktischen Einsatz bestätigt. Ein Jahr nach Installation des Systems verzeichnet die MS Dina Star Kraftstoffeinsparungen von bis zu 27 % bei geringer Last und eine Reduzierung

des Schallpegels von 5 dB bei 1.800–1.200 U/min, was einer Senkung der Motorlautstärke von rund 30 % entspricht.

Die Ergebnisse werden in einer kommenden Ausgabe der ABB Review näher vorgestellt.

Gute Verbindung auf allen Kanälen

Das UNESCO Weltkulturerbe Venedig ist berühmt für seine Kanäle, majestätischen Gebäude und schmalen, verwinkelten Gassen. Doch die Stadt ist nicht nur stolz auf ihr Erbe, sie ist auch eine moderne Stadt, deren Bewohner und Geschäfte nun freien Internetzugang genießen. Gegen eine geringe Gebühr steht dieser auch den 22 Millionen Touristen, die die Stadt jährlich besuchen, zur Verfügung.

Das Netzwerk mit einem Datenverkehr von über 200 GB und 40.000 Nutzern am Tag ist mit 200 drahtlosen Mesh-Routern von ABB Tropos Wireless Communication Systems ausgerüstet. Die Router befinden sich in unauffälligen Gehäusen, die sich ästhetisch in die historische Architektur der Stadt einfügen. Sie können automatisch zwischen zwei Frequenzbändern (2,4 und 5 GHz) umschalten, was auch in den schmalen verwinkelten Gassen eine hohe Konnektivität sicherstellt. Da die Einwohner der Stadt ca. 30 min am Tag mit dem Boot unterwegs sind, wurden auch die Wasserbusse ausgerüstet. Das Wi-Fi-Projekt in Venedig ist Teil der



Initiative „Free ItaliaWiFi“, deren Ziel es ist, ein nationales Netz aus kostenlosen, drahtlosen Breitbandnetzwerken zu realisieren.

Lösungen für die XP-Situation

Am 8. April 2014 stellte Microsoft den Support für sein äußerst erfolgreiches Betriebssystem Windows XP ein, d. h. es gibt keine neuen Sicherheitsupdates, keine Patches und keine aktive Unterstützung mehr. Dadurch werden viele Systeme unsicher, unzuverlässig und inkompatibel mit neuer IT-Hardware.

Das größte Problem ist die IT-Sicherheit: Die industrielle IT-Landschaft ist bereits vermehrt der Bedrohung durch böswillige Angriffe ausgesetzt, sodass die Einstellung von XP-Sicherheitsupdates ein ernsthaftes Problem darstellt.

Hinzu kommt, dass auch die meisten Hardwarehersteller die Unterstützung von Windows XP eingestellt haben, sodass es für neue Festplatten,



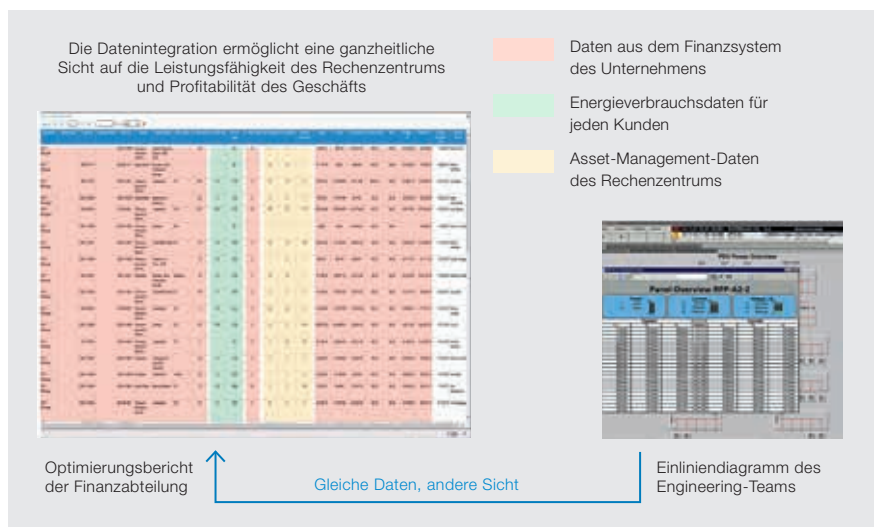
Drucker, Grafikkarten, Netzwerkgeräte usw. keine XP-Treiber mehr gibt. Aber es gibt auch Complianceprobleme: Unternehmen, die bestimmten rechtlichen Verpflichtungen unterliegen, können diese möglicherweise nicht mehr erfüllen. Angesichts der vielen persönlichen und privaten Daten, die auf Servern gespeichert sind, ist dies

nicht unerheblich. Microsoft und alle IT-Sicherheitsunternehmen empfehlen ein Upgrade auf Windows 7 oder 8. ABB bietet Lösungen für die XP-Situation, die Kunden dabei helfen, ihre Anlagen und Mitarbeiter besser zu schützen und gleichzeitig einen sicheren Betrieb und eine durchgängige Produktion zu gewährleisten.

Decathlon® verwandelt Kostenstellen in Profitcenter

Der Einblick in die Leistungsbilanz des Rechenzentrums hilft Unternehmen dabei, ihre Profitabilität besser zu verstehen. Da ein modernes Rechenzentrum mit seinem Energie-, Überwachungs- und Steuerungsbedarf einer Kleinstadt gleicht, ist das Wissen, wann, wo und wie viel Energie verbraucht wird, ein wichtiger Leistungsindikator für die Wirtschaftlichkeit eines Unternehmens.

ABB Decathlon for Data Centers bietet die notwendige Transparenz, Entscheidungsunterstützung und Steuerungsmöglichkeiten (z. B. Energiemanagement und Kapazitätsplanung) für einen effizienten Betrieb großer Rechenzentren. Welchen Einfluss Decathlon auf den Betrieb eines Unternehmens haben kann, zeigt das Beispiel Telx. Der Anbieter von Colocation-Diensten in den USA verwendet Decathlon zur Optimierung des Energieverbrauchs und der



Kühlung seiner Rechenzentren. In einem branchenweit einzigartigen Ansatz nutzt Telx außerdem Leistungskennzahlen von Rechenzentren zur Unterstützung anderer Geschäftsfunktionen: Die Finanzabteilung nutzt Stromverbrauchsdaten zur genaueren Gewinnanalyse, der Vertrieb nutzt die Betriebskosten der Rechenzentren zur Preisgestaltung, und das Marketing greift auf Leistungsdaten der Rechenzentren zurück, um besser zu verstehen, wie Produkte und Dienstleistungen verkauft und von Kunden genutzt werden. Die Tatsache, dass alle

eine Datenquelle verwenden, mindert die Gefahr von Fehlern bei den Analysen. Dank der mit Decathlon möglichen problemlosen Integration, Normalisierung und Übergabe der Daten an alle Geschäftssysteme des Unternehmens lässt sich die Profitabilität des Geschäfts aus energetischer Sicht analysieren. Mit diesem integrierten Ansatz, der geschäftliche und betriebliche Kennzahlen miteinander verbindet, lassen sich selbst unternehmenseigene Rechenzentren, die häufig als Kostenstellen gelten, in Profitcenter verwandeln.



ASEA's TIDNING

JUBILEUMSNUMMER

ÅRGÅNG 50
1958

50 ÅR

1909 • 1958

Aus den ASEA-Archiven

Rückblick auf über ein Jahrhundert in gedruckter Form

ANDREAS MOGLESTUE – Das Thema Geschichte war einer der Schwerpunkte in der ABB Review im Jahr 2014. Mehrere Artikel befassten sich mit der Geschichte verschiedener ABB-Technologien, und in Heft 2/2014 erschien ein großer Sonderteil über die Geschichte der Zeitschrift selbst mit vielen Schätzen aus den Archiven.

Der Grund hierfür war ein Jubiläum: Vor genau 100 Jahren wurden die BBC Mitteilungen – eines der Vorgängermagazine der ABB Review – erstmalig veröffentlicht. Das Jubiläumsheft der ABB Review erschien als Schmuckausgabe → 1, und im Leitartikel war zu lesen, dass es eine weitere – noch ältere – Vorgängerszeitschrift gab. Auf dieser und den folgenden Seiten werfen wir einen näheren Blick auf diese Publikation.

Im Jahr 1909 lancierte ASEA die Zeitschrift ASEAs Egen Tidning¹ (später ASEAs Tidning) mit einer Mischung aus technischen Aufsätzen und allgemeineren Artikeln. Das Magazin war auf Schwedisch und richtete sich an Leser innerhalb und außerhalb des Unternehmens. Im Jahr 1924 kam mit dem ASEA Journal eine zweite Publikation hinzu, die von Anfang an auf Englisch erschien und vornehmlich auf Leser außerhalb des Unternehmens ausgerichtet war.

Als ASEA und BBC im Jahr 1988 zu ABB fusionierten, wurden auch die redaktionellen Tätigkeiten des ASEA Journals

und der BBC Mitteilungen zusammengefasst, und die Zeitschrift wurde in ABB Review (bzw. die deutsche Ausgabe in ABB Technik) umbenannt. Die folgenden Seiten zeigen eine Auswahl von Ausschnitten aus der ASEA Tidning und dem ASEA Journal → 2–6.

Das ABB-Vorgängerunternehmen ASEA brachte 1909 die Zeitschrift ASEAs Tidning heraus.

Doch die ABB Review befasst sich nicht nur in ihrem Jubiläumsjahr mit dem Thema Geschichte. In der Reihe „Pionierleistungen“ erscheinen seit vielen Jahren Artikel mit geschichtlichem Hintergrund → 7. Es ist geplant, diese Reihe fortzusetzen und in Zukunft weitere Aspekte aus der interessanten Geschichte des Unternehmens zu beleuchten.

Ein besonderer Dank geht an Mikael Dahlgren für das Heraussuchen des Materials aus den ASEA-Archiven.

Andreas Moglestue

ABB Review

Zürich, Schweiz

andreas.moglestue@ch.abb.com

Titelbild

Titelseite der Ausgabe zum 50-jährigen Jubiläum der ASEAs Tidning aus dem Jahr 1958

Fußnote

¹ Auf Deutsch: ASEAs eigene Zeitschrift



2 Dieseletriebwagen für die Schwedische Eisenbahn, erschienen in ASEAs Egen Tiding, Juni 1914

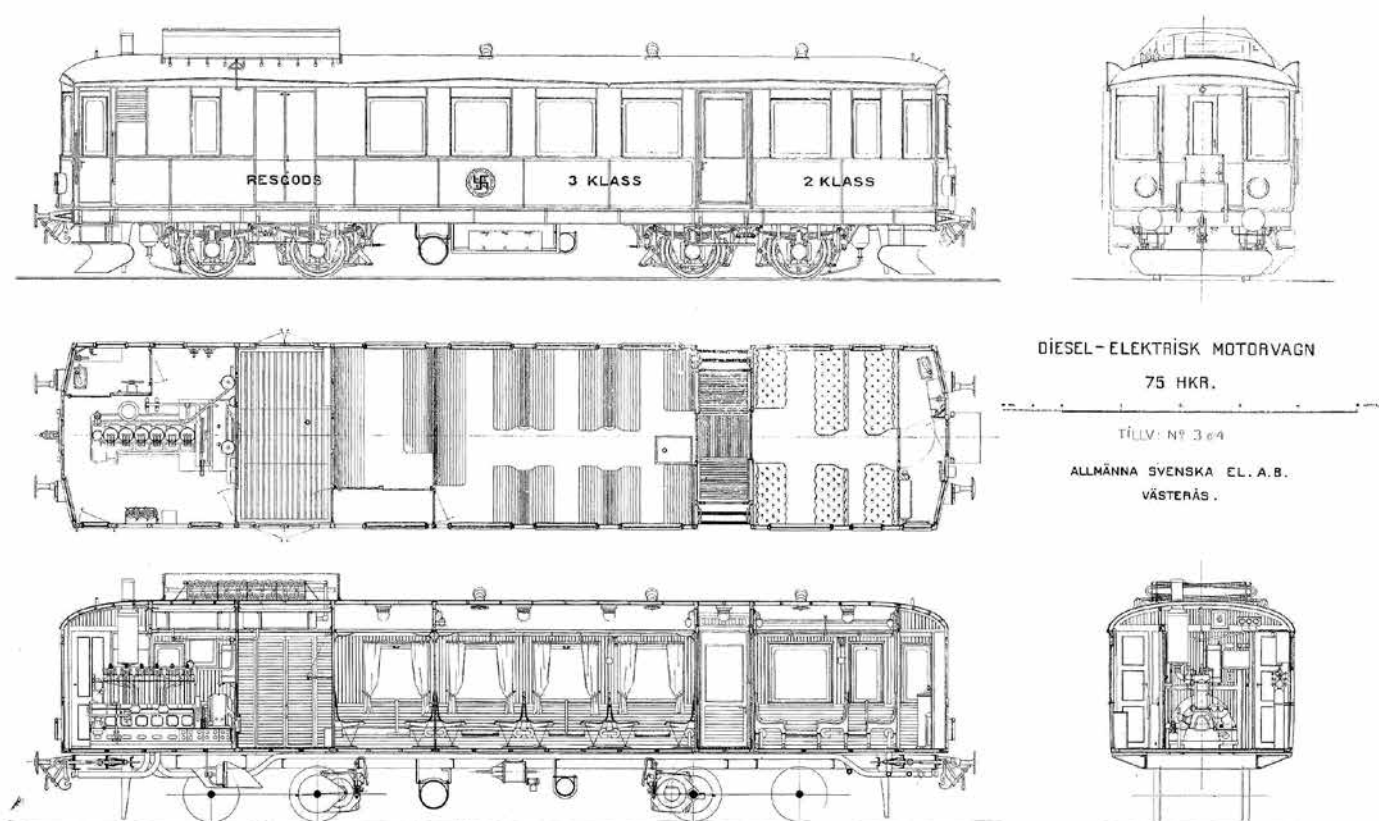
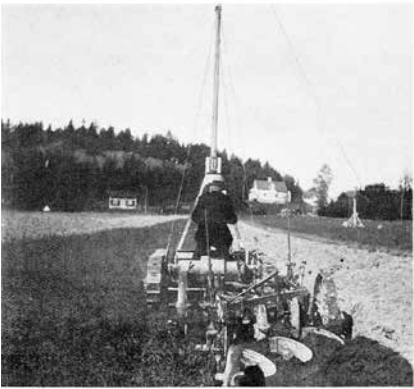


Fig 4.

ELEKTRISK PLÖJNING MED ASEA-MOTOR.

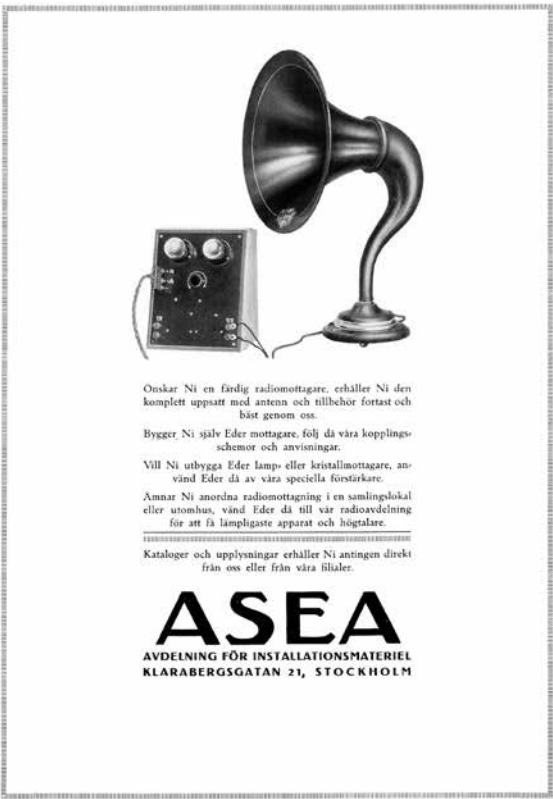


Från plöjningsarbetet å Hamra gård.

Utnyttjandet av den elektriska kraften för utförande av lantbrukets fältarbeten är ett problem, som i samband med lantbrukets elektrifiering länge varit och ännu är föremål för många försök och experiment.

I det system för elektrisk kraftöverföring till rörlig traktor, som Electro-Agricultur A. B. i Stockholm under de senaste åren utarbetat, äro tre huvudelement erforderliga: a) transformatorn, som medelst en vanlig stolpkontakt står i förbindelse med högspänningsledningen, b) kabelvagnen, som medelst isolerad kabel mottager strömmen från transformatorn, samt genom reglerbar blank luftledning överför den vidare till c) traktorn eller "Electro-tanken", som bogserar jordbearbetningsmaskinen (plog, harv, gödselspridare etc.).

Vår bild är tagen vid plöjningsarbetet å Hamra gård utanför Stockholm med en dylik traktor av tanktyp, försedd med motor- o. apparatutrustning av Aseas tillverkning.



Onskar Ni en färdig radiomottagare, erhåller Ni den komplett uppsatt med antenn och tillbehör forstat och bist genom oss.

Bygger Ni själv Eder mottagare, följ då våra kopplings-schemor och anvisningar.

Vill Ni utbygga Eder lamp- eller kristallmottagare, använd Eder då av våra speciella förstärkare.

Ämnar Ni anordna radiomottagning i en samlingslokal eller utomhus, vänd Eder då till vår radioavdelning för att få lämpligaste apparat och högtalare.

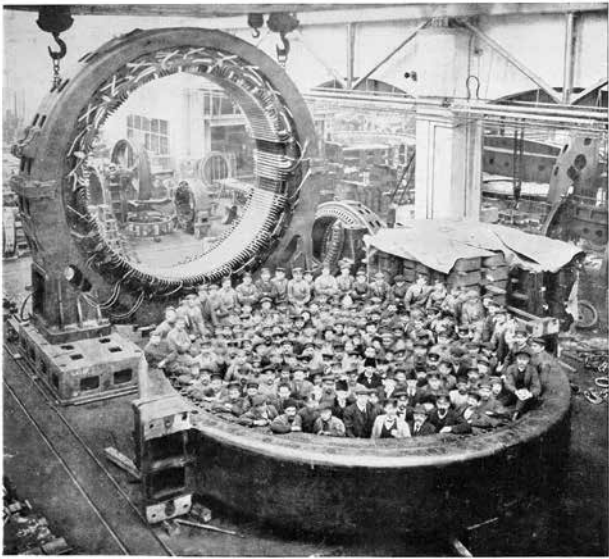
Kataloger och upplysningar erhåller Ni antingen direkt från oss eller från våra filialer.

ASEA
AVDELNING FÖR INSTALLATIONSMATERIEL
KLARABERGSGATAN 21, STOCKHOLM

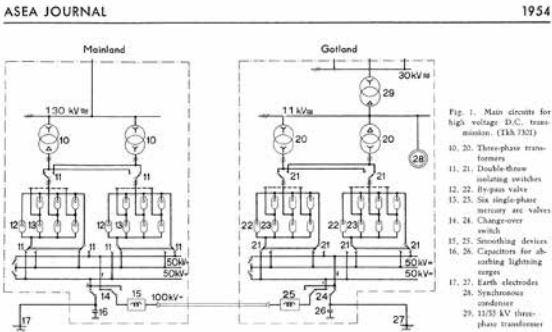
Västervik 1924. Västerviks Allmänna A.-B. i Tredakt.

Utkommer varannan månad.		Prenumeration hos redaktionen.	
ÅRGÅNG 9. 1917.	Ansvarig utgivare: J. S. EDSTRÖM. Redaktör: A. W. HENNING.		APRIL N:o 2.

ETT PAR AV ASEA:s MASKINJÄTTAR I EMAUSVERKSTADEN.



Den liggande statorn, som rymmer 130 personer, är för en av generatorerna till Untraverken. Den stående statorn för Trollhättans kraftverk.



The Converter Transformers

As in the case of the other plant components which are connected to the high voltage direct current, the valve windings of the converter transformers are insulated according to an A.C. standard for 80 kV nominal voltage. The clearance between the A.C. phases belonging to the same valve group is however designed according to an A.C. standard for 40 kV.

The converter transformers in Västervik station are three-winding transformers (1 and 3 in

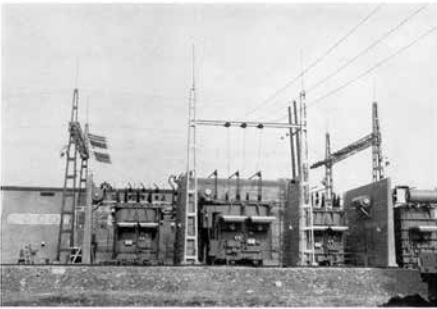


Fig. 2. The converter station on Gotland. From left to right: Converter transformer for valve group 2, network transformer, converter transformer for valve group 1, D.C. reactor. (40/2)



Die meisten Artikel in der ABB Review befassen sich mit vorhandenen, neuen oder zukünftigen Produkten, Technologien und Trends.

Doch auch die Vergangenheit des Unternehmens gerät nicht in Vergessenheit. Häufig lassen sich aktuelle Entwicklungen durch den Blick in die Vergangenheit erklären und Errungenschaften in den richtigen Kontext setzen.

Seit einigen Jahren berichtet die ABB Review in der Reihe „Pionierleistungen“ über die Geschichte und Geschichten hinter den Technologien und Aktivitäten von ABB. Die unten aufgeführten Artikel sind bisher erschienen.

PDF-Versionen dieser Artikel können unter www.abb.com/abbreview heruntergeladen werden.

Pionierleistungen

(Leitartikel der Reihe)

Nils Leffler, ABB Technik 1/2007, S. 73–74

Thirty years in robotics

Brian Rooks, ABB Review Special Report Robotics, 2005, S. 6–9

Der Leistungsschalter

Ein Musterbeispiel für industrielle Produktentwicklung

Fritz Pinnekamp, ABB Technik 1/2007, S. 75–78

ABB-Turbolader

Geschichte und Meilensteine

Malcolm Summers, ABB Technik 2/2007, S. 85–90

Voller Spannung

Die Geschichte der ABB-Leistungstransformatoren
Thomas Fogelberg, Åke Carlsson,
ABB Technik 3/2007, S. 80–86

100 Jahre

ABB feiert 100 Jahre Präsenz in China
Franklin-Qi Wang, ABB Technik 4/2007, S. 74–77

125 Jahre elektrische Maschinen

ABB und ihr Beitrag zur Geschichte der Elektromotoren und Generatoren
Sture Eriksson, ABB Technik 1/2008, S. 81–86

Erfolgsgeschichte

ABB und die Industrierobotik – ein Rückblick
David Marshall, Christina Bredin,
ABB Technik 2/2008, S. 56–62

Siegeszug der Chips

Die Geschichte der Leistungshalbleiter bei ABB
Hansruedi Zeller, ABB Technik 3/2008, S. 72–78

HGÜ

ABB – vom Pionier zum Weltmarktführer

Gunnar Asplund, Lennart Carlsson,
ABB Technik 4/2008, S. 59–64

Kompakt und zuverlässig

Fortschritt über mehrere Jahrzehnte:
gasisolierte Schaltanlagen von 52 bis 1.100 kV
Lothar Heinemann, Franz Besold,
ABB Technik 1/2009, S. 92–98

Hochspannungsdurchführungen

100 Jahre technischer Fortschritt
Lars Jonsson, Rutger Johansson,
ABB Technik 3/2009, S. 66–70

Spannende Geschichte

Eine lange Tradition in der elektrischen Eisenbahntechnik
Norbert Lang, ABB Technik 2/2010, S. 88–94

Vom Quecksilberdampf zum Hybridleistungsschalter

100 Jahre Leistungselektronik
Andreas Moglestue, ABB Review 2/2013, S. 70–78

The world of high-voltage power

A concise history
Fredi Stucki, ABB Review Special Report High-voltage products, 2013, S. 6–10

Im Einklang

Rückblick auf die fruchtbare parallele Entwicklung von Hochleistungsgleichrichtern und Halbleitern
Shripad Tambe, Rajesh Pai,
ABB Review 1/2014, S. 65–70

100 Jahre ABB Review

Rückblick auf ein Jahrhundert in gedruckter Form

Andreas Moglestue, ABB Review 2/2014, S. 6–23

Roboter auf Erfolgskurs

40 Jahre Industrieroboter von ABB
David Marshall, Nick Chambers,
ABB Review 2/2014, S. 24–31

60 Jahre HGÜ

Der Weg von ABB vom Pionier zum Marktführer
Andreas Moglestue, ABB Review 2/2014, S. 32–41

Halbleitergenerationen

Rückblick auf 60 Jahre Halbleiterentwicklung bei ABB
Christoph Holtmann, Sven Klaka, Munaf Rahimo, Andreas Moglestue,
ABB Review 3/2014, S. 84–90

Beginn einer neuen Epoche

Die Geschichte der elektrischen Energieversorgung
Jochen Kreusel, ABB Review 4/2014, S. 46–53

Distribution evolution

Medium-voltage distribution technology is a key part of the power network
Gerhard Salge, ABB Review Special Report Medium-voltage products, 2014, S. 7–10

High impact

60 years of HVDC has changed the power landscape
Bo Pääjärvi, Mie-Lotte Bohl,
ABB Review Special Report 60 years of HVDC, 2014, S. 12–17

Aus den ASEA-Archiven

Rückblick auf über 100 Jahre im Druck
Andreas Moglestue, ABB Review 1/2015, S. 63–66

Editorial Board

Claes Rytöft

Chief Technology Officer
Group R&D and Technology

Ron Popper

Head of Corporate Responsibility

Christoph Sieder

Head of Corporate Communications

Ernst Scholtz

R&D Strategy Manager
Group R&D and Technology

Andreas Moglestue

Chief Editor, ABB Review

Herausgeber

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

ABB Technology Ltd.

ABB Review

Affolternstrasse 44

CH-8050 Zürich

Schweiz

abb.review@ch.abb.com

Die ABB Review erscheint viermal pro Jahr in
Englisch, Französisch, Deutsch und Spanisch.

Die ABB Review wird kostenlos an Personen
abgegeben, die an der Technologie und den
Zielsetzungen von ABB interessiert sind.

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.

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

Herausgeber und Copyright © 2015

ABB Technology Ltd.

Zürich, Schweiz

Satz und Druck

Vorarlberger Verlagsanstalt GmbH

AT-6850 Dornbirn, Österreich

Layout

DAVILLA AG

Zürich, Schweiz

Übersetzung

Thore Speck, Dipl.-Technikübersetzer (FH)

D-24941 Flensburg, Deutschland

Haftungsausschluss

Die in dieser Publikation enthaltenen Informationen
geben die Sicht der Autoren wieder und dienen
ausschließlich zu Informationszwecken. Die wieder-
gegebenen Informationen können nicht Grund-
lage 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 vor-
liegend 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

www.abb.com/abbreview



Vorschau 2|15

Sonnenenergie

Die Sonne ist eine riesige und ergiebige Energiequelle. Sonnenlicht ist
sauber, erneuerbar und leicht verfügbar. Nicht zuletzt deswegen nimmt der
Anteil der Sonnenenergie am weltweiten Energiemix rapide zu. Das Heft
2/2015 der ABB Review befasst sich mit den faszinierenden Heraus-
forderungen und Errungenschaften rund um das Thema Sonnenenergie.

ABB Review auf dem Tablet

Die ABB Review ist auch als Tablet-Version verfügbar.

Besuchen Sie uns unter <http://www.abb.com/abbreview>

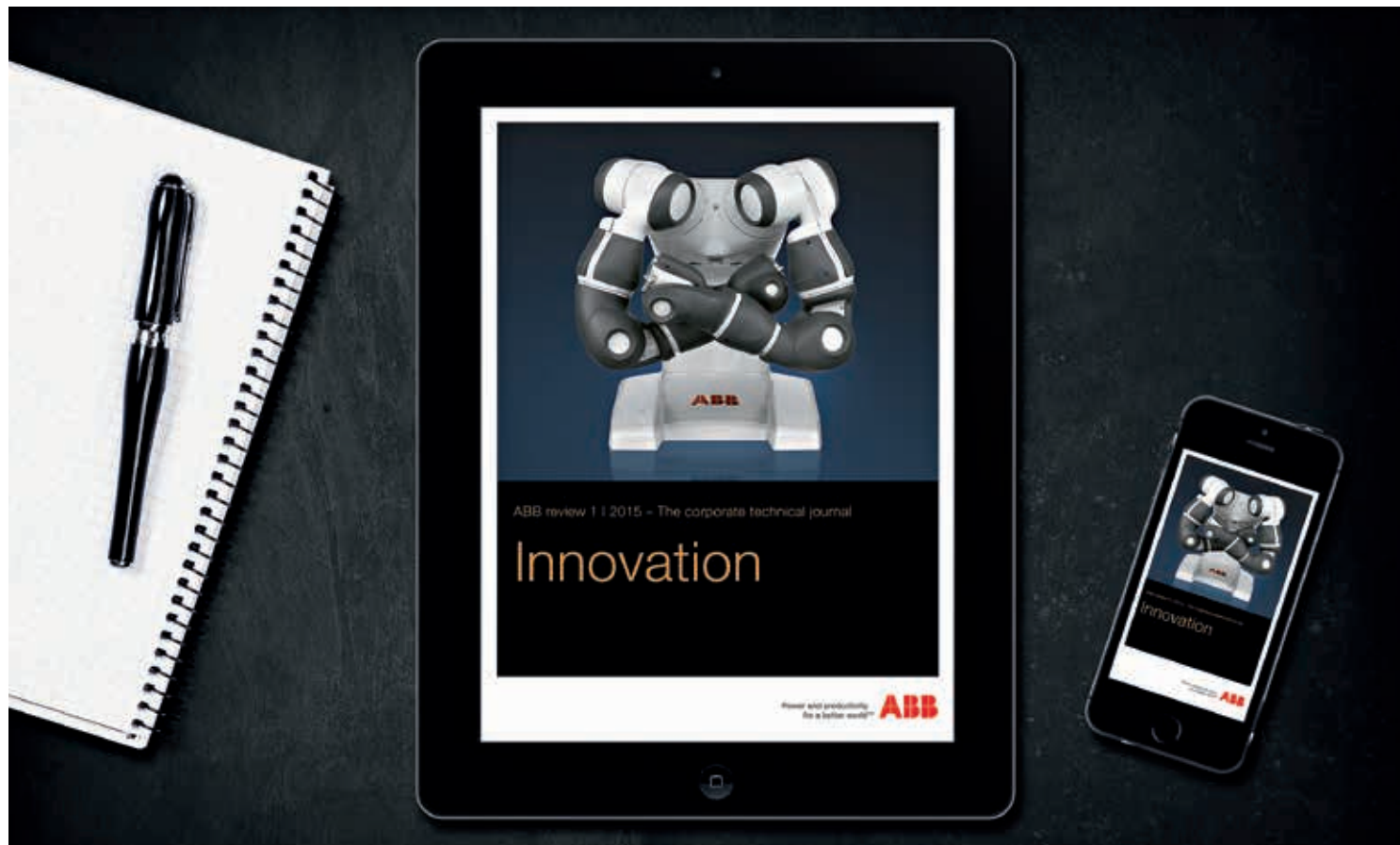
Bleiben Sie auf dem Laufenden ...

Haben Sie eine Ausgabe der ABB Review verpasst?
Lassen Sie sich auf bequeme Weise informieren,
wenn eine neue Ausgabe der ABB Review (oder ein
Special Report) veröffentlicht wird. Melden Sie sich
unter folgender Adresse für unseren E-Mail-Service
an: <http://www.abb.com/abbreview>



Berichtigungen

Beim Artikel „Die dritte Dimension: 3-D-Wicklungsdesigns für getriebelo-
se Mühlenantriebe“ auf den Seiten 18–23 in Heft 3/2014 der ABB Review
fehlen die Namen einiger Autoren. Die korrekten Autoren sind: Macarena
Montenegro-Urtasun (macarena.montenegro-urtasun@ch.abb.com),
Giovanni Canal (giovanni.canal@ch.abb.com), Jan Poland (jan.poland@ch.abb.com) und Axel Fuerst (ehemals ABB Process Automation).
Auf Seite 51 des Artikels „Beginn einer neuen Epoche: Die Geschichte
der elektrischen Energieversorgung“ in der ABB Review 4/2014 wurde
Cahora Bassa fälschlicherweise nach Südafrika verlegt. Richtig muss es
heißen „im Süden Afrikas“ – Cahora Bassa liegt in Mosambik. Außerdem
gehört Finnland – anders als in Bild 4 auf Seite 50 dargestellt – zum
Verbundsystem ENTSO-E (NORDEL).
Die Redaktion entschuldigt sich für diese Fehler.



Stets zur Hand. Wann Sie wollen, wo Sie wollen.

Kennen Sie unsere neue ABB Review App mit zahlreichen praktischen Funktionen? Sofort verfügbar in vier Sprachen bietet sie interaktive Funktionalitäten für Tablets und Smartphones wie vollständig durchsuchbare Inhalte, eingebundene Bildergalerien, Filme und Animationen.

Erhältlich im App-Store Ihres Vertrauens.

<http://www.abb.com/abbreview>



Power and productivity
for a better world™

