

ABB

2|16
de

review

Unser Menü für die Branche 6

Daten säen – Produktivität ernten 9

Lebensmittelsichere Komponenten 20

Der Geschmack der Konsistenz 37

Die technische
Zeitschrift des
ABB Konzerns

Nahrungsmittel & Getränke



125

YEARS SERVING
THE WORLD FROM
SWITZERLAND
www.abb.com

Power and productivity
for a better world™

ABB



Nahrungsmittel und Getränke sind ein wichtiger Teil unseres Lebens. Doch trotz ihrer Bedeutung machen wir uns selten Gedanken darüber, woher sie kommen oder welche komplexen und ausgefeilten Technologien ihre industrielle Herstellung ermöglichen. Diese Ausgabe der ABB Review wirft einen Blick auf dieses breite und faszinierende Thema und zeigt, welchen Beitrag ABB dazu leistet.

Die Titelseite zeigt die Abfüllung von Olivenöl in Flaschen. Das Bild auf dieser Seite zeigt eine Förderspirale bei Poole's Pies in Wigan, Großbritannien, die mit einem ABB-Frequenzumrichter betrieben wird.

Nahrungsmittel & Getränke

-
- 6 Eine gute Wahl**
ABB intensiviert ihre gute Beziehung zur Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie
- 9 Nützliche Daten**
Die Bedeutung des „Internet der Dinge, Dienste und Menschen“ für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie
- 14 Gesunde Mischung**
Ein MES von ABB steigert die Produktivität bei DSM Nutritional Products
- 17 Automatisierung à la Carte**
Schnelle Virtualisierung diskreter Produktionsprozesse und Maschinen
- 20 Eine sichere Investition**
Lebensmittelsichere Komponenten für Nassreinigungsanwendungen
- 24 Mundgerecht verpackt**
Der IRB 460 übernimmt eine tragende Rolle bei der Lebensmittelherstellung
- 28 Eine Zutat namens Innovation**
Innovationen für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie
- 30 Futter für die Fische**
ABB bietet Wartungs- und Betriebsdienstleistungen für Marine Harvest
- 34 Erfolgsrezept**
Gleichzeitige Messung von Massedurchfluss und Dichte für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie
- 37 Eine Frage des Geschmacks**
Konsistenz als entscheidendes Kriterium für Brennereien und Brauereien
- 40 Erste Sahne**
Zuverlässige und präzise Instrumentierung für die milchverarbeitende Industrie
- 45 Kraftpaket**
Eine robuste USV für die Nahrungsmittel- und Getränkeproduktion
- 50 Gerührt, nicht geschüttelt**
Beseitigung schädlicher Oberschwingungen mit Ultralow Harmonic Drives
-

125 Jahre

- 52 125 Jahre**
ABB feiert 125-jähriges Jubiläum in der Schweiz
- 55 Leistungshalbleiter**
Halbleitertechnik bei ABB – früher und heute
-

Energie & Daten

- 61 Integration von IT und OT**
Effektivere Integration von Informations- und Betriebstechnologie mit Decathlon Services
- 68 AirPlus™**
Eine Alternative zu SF₆ als Isolations- und Schaltmedium in elektrischen Schaltanlagen
- 73 Dämpfer für Resonanzen**
Fortschrittliche Regelverfahren garantieren einen stabilen Betrieb von netzgekoppelten Niederspannungs-Umrichtern
-

Zähmung der Leistung

Unser Angebot für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie



Bazmi Husain

Liebe Leserin, lieber Leser,

die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie ist nicht nur eine große und schnell wachsende Branche, sie wächst normalerweise auch weiter, wenn sich andere Branchen im Abschwung befinden. Wir begegnen ihren Produkten mehrmals täglich und erwarten von den Herstellern hohe Standards in puncto Lebensmittelsicherheit und Rückverfolgbarkeit der Zutaten. Gleichzeitig stehen die Hersteller unter dem ständigen Druck, ihre Produktivität zu optimieren, ohne die Qualität des Endprodukts zu beeinträchtigen. Die vorliegende Ausgabe der ABB Review stellt einige der Technologien vor, die dabei helfen.

ABB ist ein etablierter Partner der Branche und an mehreren Fronten aktiv. An einem Ende des Spektrums liefern wir viele wichtige Komponenten für die Lagerung, Handhabung und Zubereitung von Nahrungsmitteln. Diese Komponenten sind nicht nur darauf ausgelegt, zuverlässig und effizient zu arbeiten, sondern auch strenge Hygiene- und andere mit der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie verbundene Anforderungen zu erfüllen.

Am anderen Ende des Spektrums bieten wir eine Reihe von umfassenden Leitsystemen und Enterprise-Management-Systemen, die dazu dienen, Produktionsprozesse und den Betrieb von Industrieanlagen zu optimieren. Diese Systeme leisten einen Beitrag zum sich entwickelnden „Internet der Dinge, Dienste und Menschen“ und ermöglichen unseren Kunden eine umfassendere Teilnahme am digitalen Wandel der Industrie. Neben diesen Produkten bietet ABB eine Reihe von unter-

stützenden Dienstleistungen, z. B. im Bereich der Fernüberwachung, die Kunden bei der Planung ihrer Wartungsaufgaben helfen können. Natürlich können viele der beschriebenen Produkte auch in Anwendungen eingesetzt werden, die weit über den Nahrungsmittel- und Getränkesektor hinausreichen.

Mehrere Beiträge in diesem Heft befassen sich mit anderen wichtigen Themen, die mit der Rolle von ABB als langjähriger Pionier und Technologieführer in Verbindung stehen. Vor 125 Jahren wurde das ABB-Vorgängerunternehmen BBC gegründet, und während wir uns in der nächsten Ausgabe näher mit diesem Ereignis befassen, enthält dieses Heft bereits eine kleine „historische“ Rubrik als Vorgesmack.

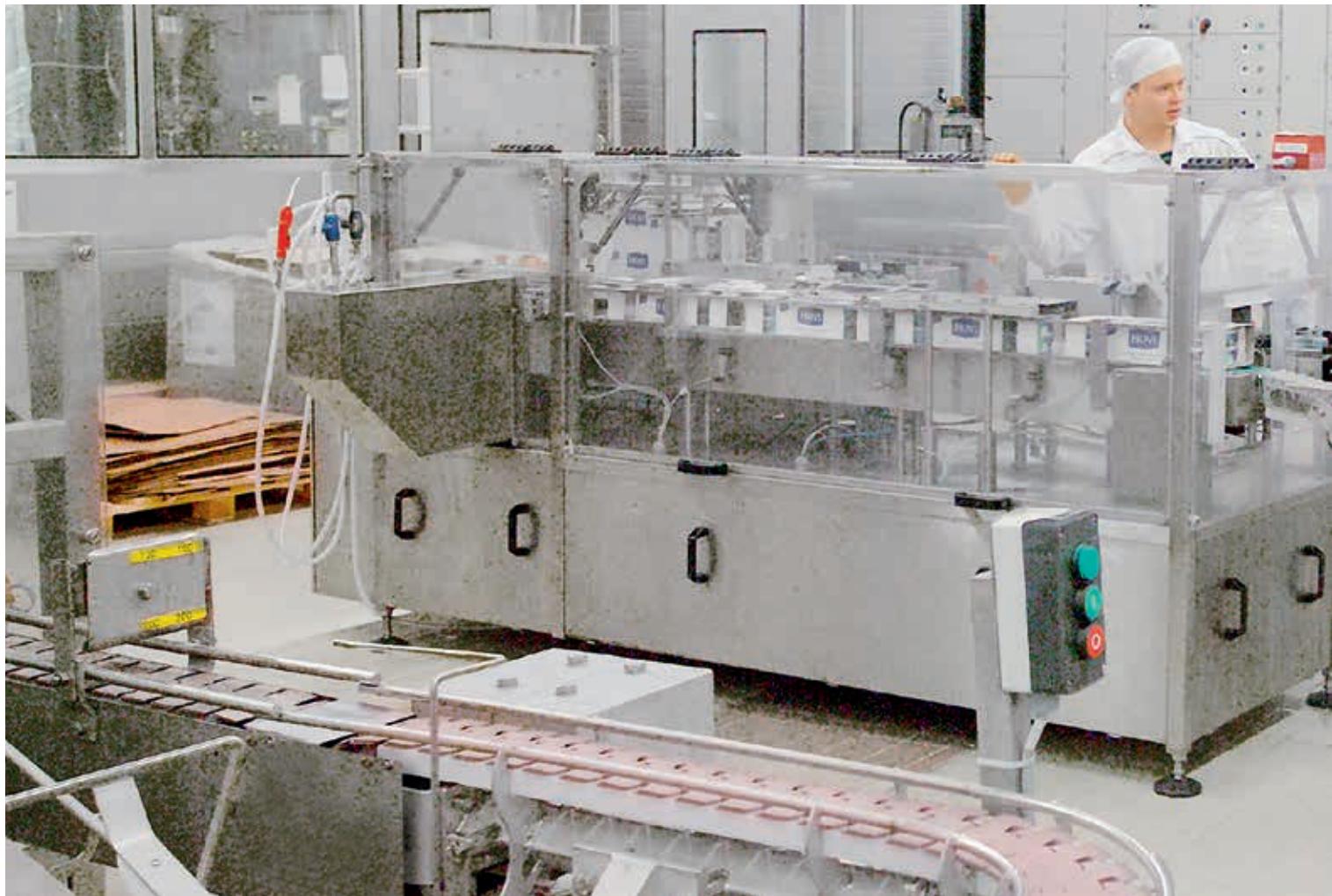
Zu den weiteren Themen dieses Hefts gehören die Integration von IT und OT und ein Blick auf den aktuellen Stand bei der Suche nach einem neuen Isoliergas für elektrische Schaltanlagen. Außerdem beenden wir unsere vierteilige Reihe über Schwingungen mit einem Blick auf Verfahren zur Vermeidung von Resonanzen in Niederspannungs-Umrichtern.

Ich hoffe, Ihr Appetit ist geweckt, mehr über die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie sowie andere interessante Themen zu erfahren, und wünsche Ihnen eine interessante Lektüre.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Bazmi Husain".

Bazmi Husain
Chief Technology Officer
ABB Group





Eine gute Wahl

ABB intensiviert ihre gute Beziehung zur Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie

TATJANA MILENOVIC – ABB engagiert sich bereits seit vielen Jahren in der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie. Ein Schwerpunkt der Zusammenarbeit lag bisher auf der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen zur Verbesserung der Sicherheit und Effizienz. Mit der Ankündigung ihrer Next-Level-Strategie legt ABB nun ein besonderes Augenmerk auf die Intensivierung der Beziehung zur Branche, um Kunden beim Erreichen ihrer Nachhaltigkeits-, Betriebs- und Finanzziele zu unterstützen. Weitere Aspekte sind eine verstärkte Nutzung der Digitalisierung und die Verbesserung der Zuverlässigkeit durch eine prädiktive, zustandsabhängige Instandhaltung.



Die Produkte und Lösungen von ABB helfen bei der effizienteren Nutzung von Ressourcen und Anlagen, Reduzierung von Abfall und Verbesserung der Produktqualität.

Ende 2014 stellte ABB ihre Next-Level-Strategie und Finanzziele für den Zeitraum 2015–2020 vor. Hauptziel ist eine beschleunigte nachhaltige Wertschöpfung. Erreicht werden soll dies durch Verlagerung des Schwerpunkts auf wachstumsstarke Endmärkte zur Förderung profitablen Wachstums, Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit und Senkung der Risiken des Geschäftsmodells. Der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu.

Nachhaltigkeit und soziale Verantwortung

Eine optimierte Nutzung knapper Ressourcen wie Energie und Wasser sowie die Reduzierung von Abfall und die Nutzung erneuerbarer Energiequellen sind eng mit der Leistungsfähigkeit von Nahrungsmittelherstellern verbunden. Von bewährter und etablierter Energietechnik und erneuerbaren Energien bis hin zu

innovativen Mikronetzlösungen, Automatisierungstechnik und dem „Internet der Dinge, Dienste und Menschen“ genießen ABB-Kunden einen ganzheitlichen Ansatz für eine nachhaltige Produktion.

Produkte und Lösungen von ABB

In der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie steuern Produkte und Lösungen von ABB Maschinen und Prozesse und sorgen dafür, dass die Maschinen sicher genug sind, damit Menschen mit ihnen arbeiten können → 1. ABB hilft ihren Kunden dabei, Versorgungssengpässe zu verhindern, eine zuverlässige Energieversorgung sicherzustellen und den unterbrechungsfreien Betrieb kritischer Prozesse zu gewährleisten. Darüber hinaus ermöglicht ABB ihren Kunden die Realisierung einer vollständigen Überwachung und Rückverfolgbarkeit von Produkten und Prozessen, Steigerung der Produktivität und Senkung der Betriebskosten.

Lebensmittelsicherheit

Lebensmittelsicherheit ist ein wichtiger Aspekt, und ABB bietet Lösungen, die

die Herstellung sicherer Nahrungsmittel unterstützen – von Produkten mit speziell verschweißten Nähten und Oberflächen, die das Ablaufen von Wasser ermöglichen und das Eindringen von Nahrungsmitteln in winzige Spalten verhindern, bis hin zu Produkten die von Metalldetektoren oder optischen Scannern erfasst werden können. Wenn also ein Kabelbinder reißt und auf ein Förderband fällt, kann dieser gefunden und das Produkt entsorgt werden, bevor es verpackt wird. Dies ist nicht nur die kostengünstigste Vorgehensweise, sondern auch viel besser, als wenn der Kabelbinder auf der Gabel eines Verbrauchers landet – ganz zu schweigen vom Imageverlust für das Unternehmen.

Effiziente Nutzung von Ressourcen

Die Produkte und Lösungen von ABB bieten Herstellern die Möglichkeit, ihre Rohstoffe präziser einzusetzen, Abfall zu vermeiden und die Qualität der Gesamtprozesse und Produkte zu verbessern. Von drehzahlgeregelten Antrieben, die eine Verpackungsanlage steuern, über Messgeräte, die eine genauere Messung

Titelbild

ABB möchte ihre Beziehungen zur Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie im Rahmen der Next-Level-Strategie intensivieren.

ABB bietet einen ganzheitlichen Ansatz und innovative Technologien für eine nachhaltige Nahrungsmittelzukunft.

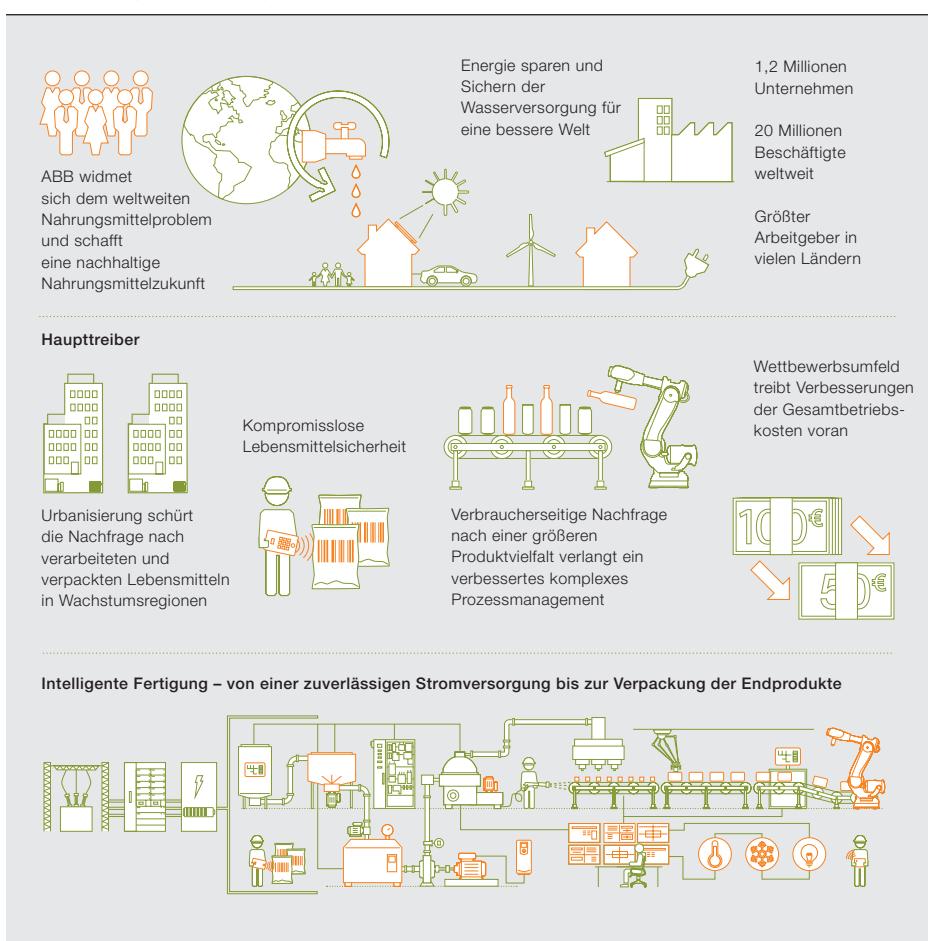
der angelieferten Milch ermöglichen und der Molkerei so Geld sparen, und Roboter, die Endprodukte effizienter stapeln und Palettieren, bis hin zu den Anweisungen auf dem Bedienerbildschirm eines Mischers, die die dosierten Zutaten gegen die Rezeptur prüfen, um sicherzustellen, dass die richtige Zutat in der richtigen Menge zur richtigen Zeit hinzugefügt wird – ABB befasst sich fortwährend mit den Herausforderungen der Branche.

Konzentration auf produktive, wertschöpfende Aufgaben

Durch Automatisierung können mühsame, sich wiederholende Aufgaben wie das Sortieren, Kommissionieren und Verpacken erleichtert werden. Robotergestützte Automatisierungslösungen befreien das Personal von der Belastung, Stunde um Stunde, Tag für Tag auf ein Band starren und Produkte sortieren zu müssen – eine Belastung, die entweder zu einer schlechten Sortierung und somit zur Auslieferung eines minderwertigen Produkts oder zu Sicherheitsrisiken führen kann. Roboter können ohne Beschwerden den ganzen Tag sortieren. Sie können ohne Handschuhe neben heißen Öfen oder kalten Gefrieranlagen arbeiten. Sie können sogar im Dunkeln arbeiten und so Energie sparen. Nicht zuletzt trägt die robotergestützte Produkthandhabung zur Verbesserung der Sicherheit beim Umgang mit offenen Lebensmitteln bei.

Auch den Wartungsmannschaften erleichtert ABB die Arbeit mit Serviceoptionen, die auf die speziellen Instandhaltungsanforderungen des Kunden zugeschnitten sind – von der Bereithaltung von Ersatzteilen über die Fernüberwachung bis hin zu zustandsabhängigen, präventiven und prädiktiven Instandhaltungslösungen.

1 Bedeutung der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie für ABB



Ein globales Netz mit Erfahrung

Kurz gesagt, ABB unterstützt eine höhere Lebensmittelmittelsicherheit, eine effizientere Nutzung von Produktionsmitteln und eine verbesserte Produktqualität. Mit seiner langjährigen Erfahrung in der Branche hat sich das Unternehmen ein umfangreiches Prozesswissen angeeignet, von dem Lebensmittelhersteller, Maschinenbauer und Integratoren von Prozesslinien gleichermaßen profitieren können.

Das globale Liefernetz von ABB vereinfacht die Beschaffung von Produkten, während das weltweite Servicenetz dem Kunden dabei hilft, seine Produktion am Laufen zu halten bzw. unerwartete Ausfälle von vornherein zu verhindern.

Die stetig wachsende Weltbevölkerung und zunehmende Urbanisierung sorgt für eine steigende Nachfrage nach einer größeren Menge und Vielfalt von Nahrungsmitteln und Getränken. Dies wiederum erhöht die Komplexität der Produktionsprozesse, wofür ABB ebenfalls innovative Lösungen bietet. Diese reichen von der Prozessführung über die Interoperabilität bis hin zu Simulationen und virtuellen Modellen zum Testen von Konfigurationen und der Leistungsfähigkeit, bevor Investitionen getätigt werden.

Auch die weltweiten Sicherheitsvorschriften für Nahrungsmittel werden immer besser. Die Erfüllung neuer, strengerer Vorschriften bedeutet häufig, dass Prozesse, Produktionslinien und auch Systeme zur Rückverfolgung von Zutaten zukunftssicher sein müssen oder zumindest „erahnen“ können müssen, was die Zukunft bringt. Dies ist ein weiterer Bereich, in dem die Produkte und Lösungen von ABB Nahrungsmittelhersteller bei der Bewältigung neuer Herausforderungen unterstützen. Schließlich liegt es im Interesse aller, dass die einzige Überraschung in einer Frühstücksflockenpackung die kostenlose Beilage ist.

ABB setzt ihr Engagement in der Branche mit besonderem Fokus fort, um mit Nahrungsmittel- und Getränkeherstellern gemeinsam an einer nachhaltigen Zukunft zu arbeiten – mit Energietechnik- und Produktivitätslösungen für eine bessere Welt.

Tatjana Milenovic

ABB Food and Beverage

Zürich, Schweiz

tatjana.milenovic@ch.abb.com



Nützliche Daten

Die Bedeutung des „Internet der Dinge, Dienste und Menschen“ für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie

DOMINIQUE STUCKI – Was produzieren Nahrungsmittel- und Getränkefabriken in großen Mengen außer Nahrungsmitteln und Getränken? Die Antwort ist digitale Daten. Da heutzutage nahezu jedes Gerät digitalisiert ist, fallen praktisch überall elektronische Daten an. Durch die Erfassung und Analyse dieser Daten können wertvolle Informationen über verschiedene Aspekte des Prozesses sowie den Zustand und die Leistungsfähigkeit der Ausrüstung gewonnen werden. In vielen Fällen bleibt ein Großteil der Daten jedoch in sogenannten „Informationsinseln“ im Produktionsbereich gefangen – doch all dies ändert sich nun.

1 Eine moderne Nahrungsmittel- oder Getränkefabrik weist eine komplexe Choreografie verschiedener, miteinander verknüpfter Prozesse auf.



Die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie sieht sich mit einer Unmenge von Herausforderungen konfrontiert. Dazu gehören das stetige Bemühen um eine höhere Rentabilität durch bessere Nutzung von Betriebsmitteln und Lagerbeständen, die Beseitigung von Produktionsengpässen sowie der Umgang mit immer strengerem Vorschriften hinsichtlich der Rückverfolgbarkeit von Produkten und Inhaltsstoffen. Alle diese Anforderungen können durch Transparenz und den Zugang zu zeitnahen und aussagekräftigen Informationen erfüllt werden.

Titelbild

Woher stammt das Lebensmittel im Supermarktregal? Welche Zutaten und Maschinen wurden zu seiner Herstellung verwendet? Diese Informationen können für die Nahrungsmittelsicherheit – besonders im Fall eines Rückrufs – entscheidend sein. Aber sie ermöglichen dem Hersteller auch Einsparungen und Effizienzsteigerungen. Das Internet der Dinge, Dienste und Menschen (IoTSP) liefert den Schlüssel hierzu.

Der Automatisierungsgrad einer Anlage kann von Fabrik zu Fabrik und sogar innerhalb eines Standorts unterschiedlich sein. Unterschiedliche Systeme – häufig in verschiedenen Ausführungen, mit unterschiedlichem Alter und von verschiedenen Herstellern – bedeuten eine Vielzahl von Datenprotokollen. Da Informationen selten automatisch ausgetauscht werden, müssen die Daten manuell erfasst, gespeichert und analysiert werden. Eine solche manuelle Datenerfassung führt nicht nur zu Verzögerungen, sondern kann auch Probleme mit der Qualität der Daten mit sich bringen, da leicht Fehler passieren, die schwer zu erkennen sind.

Wissen teilen, Vorhersagbarkeit aufbauen

Im digitalen Zeitalter von heute verfügt praktisch jedes Gerät in einer Fabrik über elektronische Daten. Jeder Sensor, Aktu-

ator und Controller erzeugt, empfängt oder verarbeitet ständig elektronische Informationen. Doch auch wenn die Geräte digitaler sind als ihre Vorgänger, bleibt die Tatsache, dass Informationen häufig nicht richtig ausgetauscht oder analysiert werden, die Achillesferse von Prozessanlagen. Der wichtigste Schlüssel für einen Wandel in dieser Hinsicht ist das, was ABB als „Internet der Dinge, Dienste und Menschen“ (engl. Internet of Things, Services and People, IoTSP) bezeichnet.

Im digitalen Zeitalter von heute verfügt praktisch jedes Gerät in einer Fabrik über elektronische Daten.

Wie das herkömmliche Internet ermöglicht das IoTSP die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Geräten für verschiedene Zwecke. Ein wichtiger Aspekt in einer Nahrungsmittel- und

2 Leicht abrufbare Informationen helfen der Betriebsleitung, wichtige Entscheidungen zu treffen.



Getränkefabrik ist die Verfolgung der Lagerbestände und Betriebsmittel → 1. So kann die Fehleinschätzung eines Mitarbeiters dazu führen, dass die falsche Zutat in einen Mischer gelangt – oder die richtige Zutat in der falschen Menge oder zum falschen Zeitpunkt. Oder es können unverträgliche Zutaten miteinander vermischt werden. Solche Fehler können verhindert werden, wenn vor dem Hinzufügen der Zutat eine positive Identifizierung erforderlich ist – z. B. indem ein Mitarbeiter mit einem Handscanner einen Strichcode auf der Verpackung einliest oder – noch besser – indem ein intelligentes Gerät am Behälter der Zutat direkt mit dem Mischer kommuniziert.

Beim Versuch einer falschen Handlung kann ein Alarm ausgelöst oder noch besser die Handlung vollständig verhindert werden (z. B. indem eine Zugangsklappe nicht öffnet).

Das bedeutet nicht nur, dass falsche oder abgelaufene Zutaten vom Prozess ausgeschlossen werden können, sondern auch, dass die genaue Herkunft und Historie jeder Zutat unmittelbar zurückverfolgt werden kann, was bei sicherheitsrelevanten Vorfällen die Identifizierung genauer Chargen und sogar einzelner Einheiten ermöglicht. Ohne diese Rückverfolgbarkeit müssten erheblich größere Mengen zurückgerufen werden, was wiederum einen größeren Verlust von Ressourcen und einen

größeren finanziellen Schaden nach sich ziehen und den Ruf des Unternehmens schädigen würde.

Neben den Produktzutaten kann auch der Zustand der Ausrüstung verfolgt werden. Indem festgehalten wird, wann ein Betriebsmittel – z. B. der eben genannte Mischer – zuletzt gereinigt wurde und welche Zutaten seitdem darin gemischt wurden, können zum einen Ausfallzeiten und ein übermäßiger Wasserverbrauch durch unnötiges Reinigen vermieden werden, und zum anderen kann eine Kontaminationsgefahr ausgeschlossen werden. Dies kann auch die Verfolgung von Zutaten einschließen, die Allergene und andere besondere Stoffe enthalten.

Die Rückverfolgbarkeit lässt sich auch auf Menschen ausdehnen. Wenn die Ausrüstung die Identität des Menschen „kennt“, der sie bedient, können bestimmte Personen von der Bedienung der Ausrüstung ausgeschlossen werden, für die sie nicht qualifiziert sind. Ein solches System könnte auch festhalten, welche Mitarbeiter bestimmte Betriebsmittel bedient oder sich in kritischen Bereichen aufgehalten haben. Stellt sich im Nachhinein heraus, dass ein Mitarbeiter bei der Arbeit krank war, können so die möglicherweise kontaminierten Bereiche und Prozessschritte identifiziert werden, was dabei hilft, den Schaden zu begrenzen und einen gezielten Rückruf durchzuführen.

Falsche oder abgelaufene Zutaten können vom Prozess ausgeschlossen werden, und die genaue Herkunft jeder Zutat kann zurückverfolgt werden.

Neben der Sicherung der Nahrungsmittelqualität kann das IoTSP auch dabei helfen, die Sicherheit für die Mitarbeiter zu verbessern. In die Kleidung des Personals integrierte intelligente Geräte können mit dem IoTSP kommunizieren, um sicherzustellen, dass die betreffende Person die richtige Schutzkleidung für eine bestimmte Aufgabe trägt. So erfordern manche Aufgaben einen Schutzhelm, während für andere eine Atemmaske notwendig ist. Auf die gleiche Weise lässt sich sicherstellen, dass Kleidungsstücke und Werkzeuge richtig gereinigt wurden und nicht in kontaminierten Bereichen oder mit unverträglichen Stoffen verwendet werden.

Geistige Nahrung

Wenn alle elektronischen Geräte innerhalb einer Anlage Informationen in Echtzeit austauschen, ist die Betriebsleitung in der Lage, die Abläufe in der Anlage zu überwachen und effektiver zu planen. Mit wenigen Mausklicks kann die Gesamteffektivität der Anlage ermittelt oder die genaue Menge und der Standort einer bestimmten Zutat oder eines Produkts innerhalb der Anlage bestimmt werden. Sogar kleinste Verzögerungen lassen sich zurückverfolgen → 2.

Solche Maßnahmen stärken nicht nur die Vorhersagbarkeit und Verantwortlichkeit im Hinblick auf den Fluss von Zutaten in der komplexen Choreografie einer Produktionsanlage, sondern bieten auch erhebliches Einsparungspotenzial.



Personen können von der Bedienung der Ausrüstung ausgeschlossen werden, für die sie nicht qualifiziert sind.

Ein besonderer Schwerpunkt des Supply-Chain-Managements ist die Kostenenkung durch Minimierung der Lagerbestände. Über Just-in-Time-Produktion und die Vorteile einer Minimierung oder gar Beseitigung von Lagerbeständen wurde bereits viel geschrieben. Häufig werden solche Bestände „für alle Fälle“ an jedem Produktionsschritt vorgehalten, um die Unvorhersehbarkeit von bzw. mangelndes Wissen über vor- oder nachgelagerte Abläufe zu kompensieren. Mit anderen Worten, Lagerbestände sind ein Symptom eines unzureichenden Datenaustauschs und einer mangelnden Synchronisierung zwischen Fertigungsschritten. Lagerbestände stellen unnötig gebundenes Kapital dar – nicht nur im Hinblick auf den Wert der Bestände selbst, sondern auch im Hinblick auf die erforderliche Stellfläche und Infrastruktur. In der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie gilt dies viel noch mehr als in vielen anderen Branchen, da Gefrier- und Kühlräume häufig den teuersten Teil einer Fabrik darstellen.

Die Vorteile des IoTSP können weit über die Fabrik hinaus reichen. Werden mit Zulieferern Daten über deren Produktionsprozess ausgetauscht, können Lieferverzögerungen vorhergesagt und

Abläufe entsprechend umgeplant werden. Auf ähnliche Weise können durch Verfolgung der Lkw, die die Zutaten liefern, Verzögerungen vorhergesehen werden. Und wenn nachgelagerte Verteilzentren und Supermärkte sich bereit erklären, ihre Bestandsdaten in Echtzeit zu teilen, kann eine Fabrik Nachbestellungen vorausahnen, bevor sie aufgegeben werden, anstatt für das Lager zu produzieren.

Auch allgemeinere externe Daten können genutzt werden. So lässt sich z.B. durch Einbindung von Wetterdaten ein plötzlicher Anstieg in der Nachfrage nach Speiseeis vorhersagen.

Außerdem erleichtert das IoTSP die Erfassung, Darstellung und Analyse von Statistiken. So können langfristige Trends beobachtet und Ausreißer oder langfristige Verschiebungen zur genaueren Untersuchung markiert werden. Liegen alle Daten in elektronischer Form vor, können leicht einzelne Kennzahlen oder Datenströme herausgenommen und genauer betrachtet werden, um die Ursachen für Abweichungen zu bestimmen, bevor zu viel Lagerbestände verloren gehen → 3.



Langfristige Trends können beobachtet und Ausreißer oder Verschiebungen zur genaueren Untersuchung markiert werden.

Prädiktive Instandhaltung

Vieles von dem, was auf Prozesse zutrifft, gilt auch für die Ausrüstung selbst. Häufig ist ihr Zustand nicht ausreichend bekannt, und Verschleiß und Ausfälle können nicht vorhergesehen werden. Dementsprechend erfolgt die Instandhaltung eher reaktiv als proaktiv, und ungeplante Stillstandzeiten führen zu teuren Produktionseinbußen.

Dies kann zu einem großen Teil durch bessere Nutzung von Daten verhindert werden, die bereits erfasst werden. Dank ihrer umfangreichen Erfahrung auf diesem Gebiet ist ABB in der Lage, die Symptome von Defekten verschiedener Art proaktiv zu erkennen und Ausfälle vorherzusehen, bevor sie eintreten. So können durch Analyse des Drehmoments eines Antriebs z.B. Anzeichen für einen bevorstehenden Lagerschaden oder eine zu hohe Reibung an einem Antriebsriemen erkannt werden.

Neben den vorhandenen, bisher isolierten Daten können noch spezielle zusätzliche Daten zur Unterstützung von Wartung und Diagnose herangezogen werden. ABB bietet z.B. intelligente Geräte für Motoren, die Schwingungen erfassen und diese zur Analyse zur Ver-

fügung stellen. Die erfassten Daten werden einem ABB-Servicecenter übermittelt, das den Kunden rechtzeitig über notwendige Instandhaltungsmaßnahmen informiert, bevor es zu einem Ausfall kommt.

Ein weiteres Beispiel ist die Fernüberwachung von ABB-Roboterinstallationen zur Sicherung eines zuverlässigen Betriebs und einer höheren Produktivität.

Simulationen

Sind Veränderungen an einer Anlage erforderlich – z.B. durch Hinzufügen neuer Ausrüstung oder Integration einer komplett neuen Produktionslinie –, möchte der Eigentümer nicht nur sicher sein, dass diese mit der vorhandenen Ausrüstung harmoniert, sondern auch wissen, wie viel Leistung und Platz genau benötigt werden. In der Entwurfsphase möchte er so früh wie möglich Tests durchführen, um Risiken zu minimieren und die zu erwartende Rentabilität zu prüfen. Idealerweise sollte dies erfolgen, bevor die Investitionen getätigt werden.

Hier kommen die Simulation und die Virtualisierung ins Spiel. So können verschiedene Konfigurationen in einer

gemischten Hardware- und Simulationsumgebung simuliert und Betriebsmittel getestet werden. ABB bietet hierzu entsprechende Simulationspakete an. Neben ihrem Nutzen bei der Vorbereitung einer Installation stellt die Simulation auch ein leistungsstarkes Werkzeug für die Schulung des Bedienpersonals dar.

Appetit auf IoTSP?

Mit ihrer langjährigen Automatisierungserfahrung in der Prozessindustrie ist ABB bestens positioniert, um IoTSP-Services für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie bereitzustellen und sie bei der Bewältigung zukünftiger Herausforderungen zu unterstützen → 4.

Dominique Stucki

Manufacturing Execution Systems Operations
Baden-Dättwil, Schweiz
dominique.stucki@ch.abb.com



Gesunde Mischung

Ein Manufacturing Execution System von ABB steigert die Produktivität bei DSM Nutritional Products

MATILDA STEINER – Wissen ist Macht, heißt es. Für einen Hersteller ist Wissen auf jeden Fall der Schlüssel zu einer höheren Effizienz durch bessere Anlagennutzung, Rückverfolgbarkeit und Transparenz. Leider ist dies leichter gesagt als getan, und viele relevante und aktuelle Daten bleiben auf sogenannten „Automatisierungsinseln“ gefangen, während die Geschäftsleitung Entscheidungen auf der Grundlage von veralteten Berichten oder Schätzungen treffen muss. Manufacturing Execution Systems (MES) arbeiten auf der Ebene zwischen ERP (Enterprise Resource Planning, ERP) und SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) und liefern eine Übersicht über die Nutzung von Betriebsmitteln und Lagerbeständen in Echtzeit.

DSM Nutritional Products ist ein bedeutender Lieferant von Vitaminen und Carotinoiden (natürlichen Farbstoffen) für die Kosmetik-, Pharma-, Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie. Das Unternehmen betreibt ein großes Werk in Village-Neuf im Elsass (Frankreich), in dem Vitamine und Carotinoide produziert und gemischt werden. Das Werk, zu dem auch Labore und Forschungseinrichtungen gehören, beschäftigt rund 500 Mitarbeiter. Etwa 70 % davon arbeiten in der Vormischung von Vitaminen. Vormischungen werden direkt auf Bestellung hergestellt, d. h. es gibt keine Lagerhaltung vor Ort.

Lieferungen müssen das Werk binnen vier Wochen nach Auftragseingang verlassen. In dieser Zeit müssen auch alle notwendigen Analysezertifikate vorliegen. Am Standort Village-Neuf können über 1.000 Rezepturen aus rund 200 Rohzutaten hergestellt werden. Dazu stehen sieben verschiedene Mischer mit Kapazitäten von 240 bis 8.000 l zur Verfügung. Der Betrieb der Anlage erfordert

eine zuverlässige Planung. So muss die Rückverfolgbarkeit jedes Produktionschritts gewährleistet und die Logistik präzise sein.

Zwischen ERP und SCADA

Bis zum Jahr 2013 wurde die Vormisch-anlage mit einem maßgeschneiderten Prozessleitsystem betrieben, das eine strikte sequentielle Ausführung von Prozessschritten verlangte. Zur Verbesserung der Effizienz und um für zukünftige Anforderungen gewappnet zu sein,

ausgeführt werden. Bisher mussten z. B. alle erforderlichen Rohstoffe für eine Produktionscharge gleichzeitig vor Ort verfügbar sein, damit die Produktion beginnen konnte. Nun kann direkt nach dem Auspacken der Komponenten mit dem Abwiegen und Portionieren begonnen werden. Dies erhöht die Planungsflexibilität an den Wiegestationen erheblich und verhindert Engpässe.

„Mit dem neuen MES haben wir nun Echtzeit-Informationen über den gesamten Prozess, die außerdem zuverlässiger und transparenter sind“, erläutert Nodot. „Wir wissen jederzeit, wie viel von welchem Material sich in welchem Prozessschritt befindet. Dies ermöglicht einen detaillierten Planungs-

prozess mit einem deutlich geringeren Lagerbedarf für Rohstoffe.“

Während der Implementierung des Systems arbeiteten die ABB-Mitarbeiter eng mit dem Personal in der Vormischung zusammen, um eine bestmögliche Umsetzung zu erreichen.

Die Lieferung von ABB umfasst sieben Stationen für das Leitsystem vom Typ Extended Automation System 800xA und das ECS sowie 15 weitere Stationen ausschließlich für das ECS. Die MES-Lösung basiert auf virtualisierten Servern.

„Die Effizienzsteigerung durch das MES lässt sich nur schwer quantifizieren, da wir gleichzeitig die Prozesse selbst optimiert haben“, so Gilles Nodot. „Doch wir glauben, dass sie prozentual im zweistelligen Bereich liegt. Vor allem sind wir äußerst zufrieden mit der Funktion der neuen Lösung.“

Der Kunde nutzte die Gelegenheit, um die Ausführung der Prozesse in der Vormischung zu überprüfen und zu optimieren. Die neue System mag im Hinblick auf die aktuellen Anforderungen vielleicht „überentwickelt“ erscheinen, doch wie der verantwortliche Produktionsleiter Gilles Nodot erklärt, „erleichtert dieser Ansatz die zukünftige Anpassung an strengere Anforderungen in puncto Prozesssicherheit und Rückverfolgbarkeit.“

Großer Flexibilitätsgewinn

Welche Veränderungen hat das MES mit sich gebracht? Einige Schritte des Produktionsprozesses können nun parallel

Matilda Steiner

ABB Process Automation, Control Technologies
Baden-Dättwil, Schweiz
matilda.steiner-arvidsson@ch.abb.com

Titelbild

Das MES von ABB hilft DSM Nutritional Products, immer engere Liefertermine zu halten. Das Bild zeigt die Verpackung des Produkts im Werk im französischen Village-Neuf.





Automati-sierung à la Carte

Schnelle Virtualisierung diskreter Produktionsprozesse und Maschinen in der Nahrungsmittelindustrie und darüber hinaus

SÖNKE KOCK – Während neueste Fortschritte in der Fabrikautomatisierung regelmäßig für Schlagzeilen sorgen, wird häufig vergessen, dass hinter jeder dieser Geschichten eine komplexe Automatisierung immer aufwendigerer Prozesse steckt. Hier kommt eine Vielzahl von Engineering-Werkzeugen zur Programmierung, Konfiguration und Inbetriebnahme einer Ausrüstung zum Einsatz, die immer dezentralisierter, unabhängiger und intelligenter wird. Diese Ausrüstung stammt häufig von verschiedenen Anbietern, was den Datenaustausch und das Testen erschwert. Hinzu kommt ein großer Softwareanteil, was mit langen Entwicklungszeiten und einem höheren Risiko verbunden ist. Außerdem können Tests nichts frühzeitig durchgeführt werden, weil die notwendige Hardware noch nicht bereitsteht. Die Antwort auf diese Herausforderung heißt Virtualisierung. Der ABB Automation Builder ist eine umfangreiche, integrierte Softwaresuite, die es Maschinenbauern und Systemintegratoren ermöglicht, komplexe Anwendungen mit minimalem Aufwand zu virtualisieren und zu automatisieren. Der Automation Builder kann nicht nur in der Nahrungsmittelindustrie, sondern für jede Anwendung wirksam eingesetzt werden, die eine komplexere Automatisierung erfordert.

Titelbild

Automatisierungsprojekte werden immer komplexer. Industrie 4.0 auf der Basis des IoTSP und die virtuelle Inbetriebnahme liefern den Schlüssel zu einer erfolgreichen Bewältigung, sowohl im Hinblick auf die Zeit als auch die Kosten.



Industrieautomatisierung gibt es bereits seit vielen Jahrzehnten, und die Nahrungsmittelindustrie gehört zu den Branchen, die besonders davon profitieren. Mittlerweile sind viele Prozesse jedoch so komplex geworden, dass deren Automatisierung innerhalb des vorgesehenen Zeitrahmens mit herkömmlichen Methoden kaum machbar ist → 1. Damit einher geht auch die Tatsache, dass die Komponenten einer Produktionslinie meist bei mehreren Anbietern beschafft werden müssen, was die Gefahr von Kompatibilitätsproblemen erhöht.

Industrie 4.0

Um diesen und anderen damit verbundenen Herausforderungen zu begegnen, haben die USA und Deutschland die Initiativen „Smart Manufacturing“ bzw. „Industrie 4.0“ ins Leben gerufen. Grundlage dieser Initiativen ist das sogenannte „industrielle Internet der Dinge“ (Industrial Internet of Things, IIoT), das Maschinen, Sensoren und Aktuatoren über Internetprotokolle miteinander verbindet. Wichtigster gemeinsamer Nenner der beiden Initiativen ist, dass sie die einfache Verbindung und Interaktion aller Komponenten – Sensoren, Aktuatoren, Steuerungen, Produktionsausrüstung usw. – in einer Anlage ermöglichen.

Wenn es darum geht, eine effiziente und effektive Umsetzung von Automatisierungsprojekten in dieser neuen, verknüpften Welt mit einer stetig zunehmenden Forderung nach kürzeren Projektlaufzeiten zu gewährleisten, müssen zwei wichtige Bedingungen erfüllt werden:

- Die Entwicklungsarbeit in den jeweiligen Disziplinen – z. B. Maschinenbau, Elektronik und Software muss stärker parallelisiert werden. Dies erfordert u. a., dass der Gesamtkonzeptentwurf alle Disziplinen abdeckt und dass alle gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen den Disziplinen explizit beschrieben werden.

Es muss möglich sein, das Design der verteilten Steuerlogik ohne reale Steuerungshardware zu testen.

- Virtuelle Prototypen müssen in allen Phasen des Engineering-Prozesses zur Verfügung stehen, sodass die geforderte Funktionalität getestet werden kann, sobald diese entwickelt ist. Außerdem

muss es aufgrund der zunehmend dezentralisierten Steuer- und Reglungsfunktionalität möglich sein, das Design der verteilten Steuerlogik ohne reale Steuerungshardware zu testen.

Der zweite Punkt setzt die Entwicklung eines virtuellen Prozessmodells mit allen Aktuatoren und Sensoren, des Leitsystems oder beidem voraus. Der Automation Builder von ABB hilft hierbei.

Automation Builder

Der ABB Automation Builder ist eine integrierte Softwaresuite für Maschinenbauer und Systemintegratoren, die ihre Maschinen und Systeme auf produktive Weise automatisieren → 2.

Der Automation Builder fasst die für die Konfiguration, Programmierung, Fehlerbehandlung und Pflege von Automatisierungsprojekten notwendigen Tools unter einer intuitiven Bedienoberfläche zusammen. Die Software ermöglicht die Integration von speicherprogrammierbaren Steuerungen vom Typ AC500, programmierbaren elektrischen Antrieben, Bedienpanels und Robotern in eine einzige, kohärente Automatisierungslösung. Diese beinhaltet das Datenmanagement ebenso wie den Austausch von Daten mit den mechanischen und elektrischen Bestandteilen des Systems. Durch Verknüpfung dieser Daten



können virtuelle Modelle für die Inbetriebnahme oder Prototypentests schneller generiert und verarbeitet werden. Der Automation Builder ist in der Lage, Maschinen oder ganze Produktionslinien zu virtualisieren, und zielt auf den größten finanziellen Einzelposten in heutigen Industrieautomatisierungsprojekten ab: die Software.

Der Automation Builder ist in verschiedenen Versionen für unterschiedliche Projektgrößen als Download verfügbar. Ein komfortables Setup hilft bei der Konfiguration der Installation sowie bei der Lizenzregistrierung, Pflege und Aktualisierung der Software.

Alle relevanten Daten vom Automation Builder werden in ein Modell des Systems übertragen. Dies gilt auch für Daten vom ABB Offline-Roboterprogrammierungs- und -simulationstool RobotStudio®. Das im Automation Builder enthaltene RobotStudio dient als 3-D-Simulationsengine, die virtuelle Steuerungen, Bedienoberflächen und Antriebe mit den virtuellen mechanischen Prototypen verknüpft und diese miteinander und mit der virtuellen Umgebung interagieren lässt. Das Konzept der virtuellen Zeit sorgt für Skalierbarkeit, ohne dass dafür ultraschnelle Computer benötigt werden. Durch die Verwendung von virtueller Zeit anstelle von Echtzeit kann die Ausführungsgeschwindigkeit

der Simulation reduziert werden, wenn der PC an seine Leistungsgrenzen stößt.

Der Automation Builder ist eine offene Software. Fehlende Komponenten für die Systemsimulation unterschiedlicher Komplexität können vom Nutzer erstellt oder von der RobotStudio-Online-Community heruntergeladen werden. Softwarebibliotheken sind ebenso verfügbar wie PowerPac-Add-Ins und verschiedene Schnittstellen für den Austausch von Geräte- und Signaldaten, z.B. Microsoft Excel, verschiedene CAD-Formate, u.a. für EPLAN Electric P8 oder Zuken E3 und MATLAB/Simulink.

Industrie 4.0 erleichtert die Implementierung von Automation Builder auf verschiedene Weise, z.B. indem Geräten und Tools verschiedener Hersteller die Kommunikation bestimmter standardisierter Daten ermöglicht wird. Außerdem unterstützt die größere Bandbreite der von Industrie 4.0 genutzten Ethernet-basierten Kommunikation die einfache Übertragung großer Datenmengen.

Während in sozialen Netzwerken Selbsthilfeorganisationen für eine Vielzahl von Aktivitäten entstanden sind, ist eine ähnliche Entwicklung auch für die Fabrikautomatisierung zu erwarten. ABB hat bereits einiges an Vorbereitung in dieser Richtung

geleistet und bietet mit RobotApps™ eine ganze Reihe nützlicher Apps für Entwickler von Roboterlösungen.

Die Virtualisierung eröffnet Unternehmen völlig neue Möglichkeiten. So können z.B.ressourcenintensive Simulationen von Prozessszenarien in die Cloud ausgelagert werden, sodass der Nutzer keine eigene Computerleistung vorhalten muss. Oder es kann die aktuelle Produktionsanordnung virtualisiert und verändert werden, um zu sehen, wie sich Veränderungen verschiedener Parameter oder Betriebsmittel auswirken. Auf diese Weise können die Energienutzung optimiert, der Durchsatz maximiert oder die Gesamtkosten der Produktion minimiert werden. Selbst die Schulung des Bedienpersonals kann an virtueller Ausrüstung durchgeführt werden.

Die ABB Review wird sich in einer kommenden Ausgabe eingehender mit dem Automation Builder befassen und einen Blick auf die Fähigkeiten der Softwaresuite werfen, die ein Engineering in einer virtuellen Umgebung in virtueller Zeit ermöglicht.

Sönke Kock

ABB Discrete Automation and Motion,
Drives and Controls
Heidelberg, Deutschland
soenke.kock@de.abb.com



Eine sichere Investition

Lebensmittelsichere
Komponenten für Nass-
reinigungsanwendungen

STEFANIE BURNS – Verbraucher dürfen sichere, hochwertige Lebensmittel erwarten, die unter besten hygienischen Bedingungen hergestellt wurden. Deshalb haben Reinigung, Desinfizierung und Sterilisierung bei Lebensmittelherstellern oberste Priorität. Das gängigste Mittel, um die erforderlichen Hygienestandards zu erfüllen, ist – insbesondere in der Fleischverarbeitung – die Nassreinigung. Dies bringt jedoch extreme Belastungen für die Ausrüstung mit sich, da sich unter der Einwirkung von heißem Wasser und hohem Druck Schutzbeschichtungen mit der Zeit lösen. Einer Nassreinigung mit fast 70 bar Druck hält kein Lack allzu lange stand. Aus diesem Grund legt ABB bei ihren Produkten besonderen Wert auf drei Aspekte, die für die Herstellung lebensmittelsicherer Ausrüstung von entscheidender Bedeutung sind: Gehäusekonstruktion und -material, Schmierstoffe und Dichtungstechnik.

1 Geflügelanlage mit Edelstahlmotoren, die der aggressivsten Nassreinigung standhalten können.



Bei der Herstellung und Verarbeitung von Lebensmitteln spielt Lebensmittelsicherheit eine wichtige Rolle, und in jedem Betrieb gibt es Maßnahmen, die dafür sorgen, dass bestimmte Standards erfüllt werden. Leitlinien wie die sogenannte Gute Hygieneverpraxis (Good Hygiene Practice, GHP), die Gute Herstellungspraxis (Good Manufacturing Practice, GMP) und das HACCP-Konzept (Hazard Analysis and Critical Control Point) für die Gefahrenanalyse und kritische Kontrollpunkte sind ein integraler Bestandteil der Desinfektion von Anlagen und Geräten und gelten in vielen Lebensmittel- und Fleischverarbeitungsbetrieben als wichtigste Tätigkeiten.

Nassreinigung

Das Hauptwerkzeug zur Sicherung der Hygiene in lebensmittelverarbeitenden Betrieben ist die Nassreinigung. Tatsächlich ist sie so bedeutend, dass große, eigentlich miteinander konkurrierende Unternehmen der Fleischindustrie wie Tyson, Cargill Meat, JBS, Kraft Foods usw. über das North American Meat

Institute (NAMI) zusammenarbeiten, um die Grundanforderungen für nass zu reinigende Betriebsmittel zu standardisieren. Diese Unternehmen haben erkannt, dass lackierte oder beschichtete Geräte einer dauerhaften Nassreinigung mit aggressiven Chemikalien nicht standhalten, und streben mit ihrer Initiative einen allgemeinen Wechsel von traditionellen Guss-eisen- und Aluminiumkomponenten mit korrosionsbeständigen Beschichtungen hin zu komplett aus rostfreiem Edelstahl gefertigten (und teilweise vollständig gekapselten) mechanischen und elektrischen Designs für Lebensmittelverarbeitungsanlagen an → 1.

Wie robust die Ausrüstung sein muss, ergibt sich aus ihrem Einsatzort und den im jeweiligen Bereich verwendeten Reinigungsverfahren. So ist in einem Verpackungsbereich am Ende der Produktionslinie nur wenig Nassreinigung erforderlich. Im unmittelbaren Verarbeitungsbereich hingegen ist meist eine gründliche Nassreinigung notwendig, wobei die Art der Nassreinigung von den verarbeiteten Lebensmitteln abhängt: Während in der Fleisch- und Geflügelverarbeitung oft eine

Desinfektion vonnöten ist, kann bei der Herstellung von Schokoladenartikeln und Backwaren die Ausrüstung verkleben und eine spezielle Reinigung erfordern.

Lebensmittelsicheres Design

Nach den Leitlinien des NAMI und der European Hygienic Engineering and Design Group (EHEDG) gibt es drei Berei-

Das Hauptwerkzeug zur Sicherung der Hygiene ist die Nassreinigung.

che, die bei der Gestaltung lebensmittelsicherer Ausrüstungen von besonderer Bedeutung sind.

Gehäusekonstruktion und -material

Gusseisen und Aluminium sind aufgrund ihrer Korrosionsanfälligkeit für die Nassreinigung relativ ungeeignet. Viele Hersteller entscheiden sich deshalb für Epoxidlacke, Pulverbeschichtungen und Galvanisierungen. Da aber nichts so beständig ist wie eine reine Edelstahlkonstruktion, ist dies der bevorzugte Gehäusetyp.

Allerdings garantiert der Einsatz von Edelstahl per se noch kein gutes Produkt. Der

Titelbild

Um die Ausrüstung in der Lebensmittelverarbeitung vor den hohen Belastungen der Nassreinigung und dem Eindringen von Fremdstoffen zu schützen, ist ein geeignetes Design erforderlich.

Lackierte oder beschichtete Geräte halten einer regelmäßigen aggressiven Nassreinigung nicht stand, weshalb zunehmend reine Edelstahl-ausführungen eingesetzt werden.

2 Ungeeignete Produkte werden oft zu spät erkannt.



Stahl muss von ausreichender Güte sein, und das Gehäuse muss so gestaltet sein, dass Flüssigkeiten frei abfließen können. Außerdem müssen die Schweißnähte glatt sein, damit sich keine Bakterien festsetzen können.

Da sich auch in den Kühlrippen von Elektromotoren Verunreinigungen ansammeln können, nutzt ABB für die Lebensmittel- und Getränkeindustrie vorzugsweise Ausführungen ohne Entlüftungsöffnungen und Rippen. Generell müssen Hohlräume, „tote Bereiche“, Spalten und andere Unregelmäßigkeiten vermieden werden, damit sämtliche Verunreinigungen sicher abgewaschen werden können.

Schmierstoffe

Lebensmittelverträgliche Schmierstoffe besitzen Eigenschaften, die einen gelegentlichen Kontakt mit Nahrungsmitteln erlauben. Dafür sind sie jedoch in puncto Wärmeübertragung und -ableitung, Verschleiß, Reibung, Korrosion usw. meist weniger leistungsfähig als herkömmliche Schmierstoffe. Bei entsprechender Überwachung und Wartung können sie jedoch bedenkenlos eingesetzt werden.

Zur Unterstützung der Nahrungsmittelindustrie haben Behörden wie die US-amerikanische FDA (Food and Drug Administration) und das USDA (United States Department of Agriculture) spezielle Bezeichnungen für lebensmittelverträgliche Schmierstoffe eingeführt:

- H1-Schmierstoffe werden in lebensmittelverarbeitenden Umgebungen eingesetzt und sind für den gelegentlichen Kontakt mit Nahrungsmitteln geeignet.
- H2-Schmierstoffe werden in Ausrüstungen und Maschinenteilen an Orten eingesetzt, an denen kein Kontakt möglich ist.
- H3-Schmierstoffe sind typischerweise als Speiseöle klassifiziert und können als Rostschutz auf Haken, Wagen und ähnlichen Vorrichtungen verwendet werden.

Dichtungstechnik

Die häufigsten Ursachen für Betriebsmittelausfälle hängen mit der Schmierung zusammen. Deshalb muss den Dichtungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, um das Austreten von Schmierstoffen und das Eindringen von Verschmutzungen zu verhindern. Eine starke Nassreinigung stellt ein besonderes Risiko für Dichtungen dar, da die Hochdruck-Wasserstrahlen Flüssigkeiten und Verunreinigungen durch die Dichtungen drücken können. Gute Dichtungen sind somit ein entscheidender Faktor. Bei der Suche nach einem gut abgedichteten Produkt gilt es, einige wichtige Fragen zu beantworten:

- Wie viele Kontaktpunkte bieten die Dichtungslippen?
- Aus welchem Material besteht die Dichtung?
- Wie erfolgt der Schmierstofffluss durch die Dichtungen? Handelt es sich um

eine Labyrinthkonstruktion? Kann die Dichtung überschüssigen Schmierstoff abgeben, um ein Austreten unter hohem Druck zu verhindern?

- Gibt es einen zusätzlichen Schutz für die Dichtung wie gummierte Schleuderringe, Endabdeckungen usw.?

Die richtige Kombination aus einer guten Gehäusekonstruktion und gutem Material, H1-Schmierstoffen und einer ausgezeichneten Dichtungstechnik sorgt dafür, dass ein Produkt sicher in der Lebensmittelverarbeitung eingesetzt werden kann.

Lebensmittelsicherheit und Verstöße

Es gibt verschiedene Vorschriften und Standards, die dabei helfen, lebensmittelverarbeitende Betriebe zu kontrollieren und zu regulieren und die Einhaltung der entsprechenden Grundsätze für Lebensmittelsicherheit sicherzustellen. Diese werden von verschiedenen Körperschaften vertreten, z. B.:

- Staatlich: In den USA sind das USDA und die FDA die verantwortlichen Behörden für Verarbeitungspraktiken der Nahrungsmittelindustrie. Das USDA ist verantwortlich für Fleisch, Geflügel, Eier und Käse, die FDA für andere Lebensmittel.
- Öffentliche Gesundheitsorganisationen und nicht kommerzielle Organisationen: Die National Sanitation Foundation International (NSF), 3-A Sanitary Standards, Inc. (ein unabhängiges Non-Profit-Unternehmen zur Förderung der hygienegerechten



Da nichts so beständig ist wie eine reine Edelstahlkonstruktion, ist dies der bevorzugte Gehäusetyp.

Gestaltung von Betriebsmitteln) und das Baking Industry Sanitation Standards Committee (BISSC) sind Organisationen, die Standards und Produktzertifizierungen herausgeben.

– Organisationen der Nahrungsmittelindustrie: Der US-amerikanische Industrieverband NAMI ist ein einflussreicher Zusammenschluss lebensmittelverarbeitender Unternehmen, der eigene hygienegerechte Designprinzipien erarbeitet.

Wie sehen solche Verstöße aus?

Verstöße gegen die Lebensmittelsicherheit sind nicht immer sofort erkennbar. Manchmal lässt sich schwer sagen, ob ein Produkt aus Edelstahl oder lediglich aus Stahl mit Zink-, Nickel- oder TDC-Beschichtung (Dünnschichtverchromung) besteht. Das in → 2 gezeigte Kugellager schien ein Edelstahlgehäuse zu besitzen, bis nach mehrmaliger Nassreinigung unter hohem Druck die Nickelbeschichtung abzuflätern begann. In so einem Fall stellt sich die Frage, wohin dieses Material gelangt ist.

→ 3 zeigt eine Einheit mit Polymergehäuse und vermeintlichen rostfreien Edelstahleinsetzen – die schließlich zu rosten begannen und demnach ganz und gar nicht aus rostfreiem Stahl bestehen. Da das Produkt eine gewisse Korrosionsbeständigkeit zu besitzen scheint, wäre es für Umgebungen mit weniger aggressiver Reinigung vielleicht gut geeignet gewesen, aber nicht für seinen aktuellen Einsatzort.

Nicht in allen Bereichen eines Betriebs sind Ausrüstungen erforderlich, die einer extremen Nassreinigung standhalten. So wäre es unklug, ein hochspezifiziertes Produkt für Standardanwendungen ohne Nassreinigungsanforderungen zu wählen. Auf der anderen Seite kann übertriebene Sparsamkeit bei Ausrüstungskomponenten in Umgebungen mit hohen Waschbelastungen teuer werden. Verstöße gegen die Lebensmittelsicherheit sind schwere Vergehen, die nicht nur für den ursprünglichen Verursacher, sondern auch für die gesamte Nahrungsmittelbranche verheerende Folgen haben können.

Der Einsatz von Produkten in Standardqualität in Umgebungen mit Nassreinigung sollte grundsätzlich vermieden werden. Es kann sein, dass das Gehäusematerial und dessen Beschichtung ungeeignet sind, die Dichtungen dem

hohen Waschdruck nicht standhalten, abgelöstes Beschichtungsmaterial in die Lebensmittel gelangt und lebensmittelunverträgliche Schmierstoffe auf die Verarbeitungslinien tropfen.

Eine Frage der Planung

Verstöße gegen die Lebensmittelsicherheit aufgrund starker Nassreinigung können selbst in den diszipliniertesten Unternehmen vorkommen. Durch eine sorgfältige Auswahl von Gehäusekonstruktion und -material, Schmierstoffen und Dichtungstechnik lässt sich die Wahrscheinlichkeit eines teuren Verstöbes jedoch minimieren. Dabei müssen die Produkte sorgfältig für ihre jeweilige Umgebung gewählt werden. Die Vorschriften und Erwartungen im Bereich der Lebensmittelsicherheit werden immer strenger, und der Trend bei mechanischen und elektrischen Komponenten in der Lebensmittelverarbeitung geht klar in Richtung eines funktionsreichereren, komplett in Edelstahl ausgeführten Designs – ein Ansatz, der von ABB voll unterstützt wird.

Stefanie Burns

ABB Discrete Automation and Motion, Motors and Generators
Power Transmission
Greenville, SC, USA
Stefanie.Burns@baldor.abb.com



© Andreas Varno

Mundgerecht verpackt

Der IRB 460 übernimmt eine tragende Rolle bei der Lebensmittelherstellung

SARA GÖRANSSON – Zur Einführung einer neuen Palette von Snackprodukten musste das schwedische Unternehmen Orkla Foods in Örebro eine zusätzliche Produktionslinie bauen. Die neue Linie sollte voll automatisiert sein, eine völlig neue Aufgabe ausführen können und äußerst flexibel sein. Als weitere Herausforderung wurde der Termin für die Inbetriebnahme um vier Monate vorverlegt. Ein Team aus Experten von ABB, Orkla Foods und Front Automation – einem auf die Nahrungsmittelindustrie spezialisierten Systemintegrator – stellten sich dieser Herausforderung. Ihr Entschluss, einen ABB IRB 460 – den schnellsten Palettiroboter der Welt – für die letzten Prozessschritte einzusetzen, war entscheidend für den Erfolg des Projekts.



Wenn es um die Einführung neuer Technologien ging, hinkte die Nahrungsmittelindustrie anderen Branchen früher meist hinterher. Mittlerweile allerdings sorgen Fortschritte im Bereich der Hardware und der Steuerungstechnik sowie eine strengere Regulierung und höhere Erwartungen seitens der Verbraucher dafür, dass Nahrungsmittelhersteller beim Einsatz neuer Technologien häufig ganz vorn mit dabei sind.

Doch auch andere Veränderungen zeichnen sich in der Branche ab: Die Konsolidierung nimmt zu, Unternehmen und Fabriken werden größer, und Produkte werden rund um die Uhr hergestellt.

Um die mit dieser Wandlung einhergehenden Anforderungen zu erfüllen, haben viele Unternehmen ihr Betriebskonzept geändert, um vormals isolierte chargenorientierte Betriebsabläufe in ein kohärenteres Ganzes zu integrieren. Ein weiterer bedeutender Fortschritt ist die

rasche Einführung und Verbreitung der Automatisierung. Die Automatisierung trägt nicht nur zur Steigerung der Qualität und des Durchsatzes bei, sondern verbessert auch das Arbeitsumfeld und nimmt dem Personal schwere und monotonen Aufgaben ab → 1.

Ein wichtiger Bestandteil der Fabrikautomatisierung sind Roboter – eine Tatsache, der sich auch die bereits stark automatisierten Fabriken von Orkla Foods bewusst sind. So war es die Implemen-

dem Jahr 2000 Risifrutti, einen Zwei-Komponenten-Snack auf der Basis von Reis bzw. Grieß und einem Fruchtpüree. Um wettbewerbsfähig zu sein, ist die schwedische Nahrungsmittelindustrie abhängig von der Automatisierung – aus Effizienzgründen, aber auch aufgrund der besseren Kontrolle, denn die Automatisierung hilft dabei, falsche Kennzeichnungen zu verhindern und die Qualität zu verbessern. Aus diesem Grund wies die Fabrik in Örebro bereits einen hohen Automatisierungsgrad auf.

Die Automatisierung steigert nicht nur die Qualität und den Durchsatz, sondern verbessert auch das Arbeitsumfeld.

tierung des ABB-Palettierroboters IRB 460, die die vollständige Automatisierung einer neuen Produktionslinie in der Fabrik von Orkla Foods im schwedischen Örebro in Rekordzeit ermöglicht hat. Hierbei handelte es sich um die erste Linie bei Orkla Foods, die durchgängig automatisiert wurde.

Nahrungsmittelherstellung

Orkla Foods Sverige, ein Unternehmen des norwegischen Orkla-Konzerns, hat einen Jahresumsatz von etwa 560 Mio. USD und beschäftigt rund 1.500 Mitarbeiter. Die Fabrik von Orkla Foods im schwedischen Örebro produziert seit

Risifrutti entwickelte sich zur bekanntesten Snackmarke in Schweden. Im Frühjahr 2014 brachte Orkla Yummifrutti auf den Markt, einen Zwei-Komponenten-Snack mit einem

Löffel und einigen zusätzlichen Bestandteilen im Deckel.

Während der Vorbereitungen für die Produkteinführung von Yummifrutti beschloss das Management von Orkla Foods, den Termin für die Markteinführung um vier Monate vorzuverlegen – eine Herausforderung, die nur durch die Installation einer zusätzlichen Produktionslinie bewältigt werden konnte. Systemintegrator Front Automation und der IRB 460 von ABB – der schnellste Palettierroboter der Welt – sollten diese Aufgabe meistern.

Titelbild

ABB und der Systemintegrator Front Automation arbeiteten bei der Installation einer neuen, voll automatisierten Produktionslinie in Schweden zusammen. Der IRB 460 von ABB – der schnellste Palettierroboter der Welt – erwies sich hierbei als wichtiger Baustein.

2 Die Behälter gelangen in eine neue Zelle, wo sie mit dem mit Körnern gefüllten Plastikdeckel versehen, etikettiert, palettiert und bereitgestellt werden. Jeder Schritt ist automatisiert.



Das Automatisierungsprojekt in der Fabrik von Orkla Foods in Örebro wurde in Rekordzeit realisiert.

Automatisierung mit Front

Front Automation ist auf die Automatisierung von Pick-, Pack- und Palettierungsvorgängen spezialisiert. Das Unternehmen bietet alles von einfachen Palettieranwendungen bis hin zu kompletten Verpackungslinien für Kunden in ganz Skandinavien. Front Automation in Jönköping und das Schwesterunternehmen Fröjd & Wester gehören zur schwedischen Fröjdia-Gruppe.

Front Automation arbeitet ausschließlich mit Robotern von ABB. Dies ist zum Teil auf die Roboter selbst und zum Teil auf die enge Zusammenarbeit und gute Unterstützung zurückzuführen, die ABB bietet. In den vergangenen fünf Jahren hat Front Automation etwa 100 Roboter installiert. Das Unternehmen kann die meisten Anwendungen und Probleme allein bewältigen, doch manchmal wird die direkte Unterstützung der technischen Abteilungen und der Entwicklung von ABB benötigt. Produktionslinien, die z. B. Hafermehl verarbeiten, können nicht anhalten – die Zubereitung läuft weiter, egal was passiert. Bei einer Störung muss das Problem also sofort behoben werden, was eine schnelle und effektive technische Hilfe erfordert.

Der vierachsige IRB 460 kann mithilfe von Saugnäpfen 48 Behälter mitsamt Tray anheben und millimetergenau auf eine Palette stapeln.

Neben dem engen Zeitplan sollte die neue Produktreihe auf einem vorhandenen Produkt – Risifrutti – basieren, einschließlich der Abmessungen und der vorhandenen Verpackung. Wenn eine neue Produktionslinie gebaut wird, kann das Design des Produkts normalerweise beeinflusst werden. Doch in diesem Fall war es anders – die Behälter waren bereits vorhanden, und eine Anpassung der Fabrik an die neue Produktionslinie kam nicht in Frage.

Der IRB 460 als Multitalent

Bei der Produktionslinie von Orkla gelangen die Produktbehälter am Ende in eine neue Zelle, wo die Deckel aufgesetzt und



die Behälter gekennzeichnet werden. Anschließend werden sie so palettiert, dass sie genau in die Verkaufsregale der Lebensmittelgeschäfte passen. Da die Maschinen noch weitere Aufgaben ausführen, müssen sie flexibel genug sein, um leicht und zuverlässig zwischen ihren Funktionen hin und her zu schalten.

Der vierachsige IRB 460 besitzt eine Handhabungskapazität von 110 kg und führt die letzten Arbeitsschritte an der Linie aus. Mithilfe von Saugnäpfen kann er 48 Behälter mitsamt Tray auf einmal anheben und millimetergenau auf eine Palette stapeln → **2-3**.

Ist eine Palette voll, wechselt der Roboter die Funktion und verwendet einen Greifer, um die neue Palette zu platzieren. Der Roboter benötigt 10 min, um eine Palette zu füllen. Dies entspricht 8.500 Produkten in der Stunde.

Flexibel, erfahren und lokal

Trotz des anspruchsvollen Zeitrahmens und aller technischen Hürden wurde die neue Produktionslinie sicher und erfolgreich installiert, und die Produkteinführung konnte termingerecht stattfinden.

Da sich Yummifrutti nie richtig auf dem Markt etablieren konnte, brachte Orkla Foods im Jahr 2015 stattdessen Havrefrutti auf den Markt, ebenfalls mit einem gefüllten Deckel. Dieses Produkt wird nun mit einem Ausstoß von zwei Stück in der Sekunde auf der Linie hergestellt und am Ende vom IRB 460 gestapelt und palettiert. Dank der Flexibilität der IRB 460-Automatisierungslösung konnte der Wechsel von Yummifrutti zu Havrefrutti mit minimalem Aufwand vollzogen werden.

Durch die Zusammenarbeit zwischen Front Automation, Orkla Foods und ABB gelang es, den engen Zeitplan einzuhalten und die Erwartungen des Kunden zu erfüllen. Der IRB 460 stellt eine bedeutende Komponente der Produktionslinie dar, die wesentlich zum Erfolg des Unternehmens beiträgt.

Ein wichtiger Aspekt war die Zusammenarbeit zwischen ABB und Front Automation sowie deren Erfahrung in der Systemintegration. Darüber hinaus erwies sich die Verfügbarkeit lokaler Lieferanten in Schweden, die dem Kunden eine problemlose Zusammenarbeit und Unterstützung bieten, als ein bedeutender positiver Faktor.

Der Roboter benötigt 10 min, um eine Palette zu füllen. Dies entspricht 8.500 Produkten in der Stunde.

Sara Göransson

ABB Corporate Communications
Västerås, Schweden
sara.goransson@se.abb.com

Eine Zutat namens Innovation

Innovationen für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie

GERNUT VAN LAAK – Man kann sich die Nahrungsmittel- und Getränkeherstellung leicht wie das Kochen zu Hause vorstellen, nur in einem größeren Maßstab. Die Zubereitung von Nahrungsmitteln ist Kunst und Wissenschaft zugleich, und im industriellen Maßstab kommen beson-

dere physikalische Herausforderungen, z. B. im Bereich der Thermodynamik und Fluidmechanik, hinzu. Wir stellen hierzu einige innovative Lösungen von ABB in diesen Bereichen vor.

Lösung zum Thema Kavitation

Zeit ist Geld, heißt es. In der Logistik der Getränkeherstellung ist Geschwindigkeit ein wesentlicher Faktor. Werden Flüssigkeiten nicht optimal gefördert oder dauert z. B. die Entleerung eines Tanks zu lange, können Ausrüstung und Ressourcen nicht optimal genutzt werden. Kommt ein Lkw mit Milch bei einer Molkerei an, sollte er schnellstmöglich entleert werden, damit er die nächste Fahrt antreten und die Milch dem nächsten Verarbeitungsschritt zugeführt werden kann. Doch hier macht die Physik nicht mit: Wird zu schnell gepumpt, bildet sich Schaum, der den nachgelagerten Prozess beeinträchtigt. ABB bietet eine Lösung auf der Basis von drehzahlgeregelten Antrieben in Kombination mit Algorithmen, die die Empfindlichkeit der Flüssigkeit berücksichtigen.

Befasst man sich mit Fluidodynamik, stößt man früher oder später auf das Problem der Kavitation. Einfach ausgedrückt: Je schneller eine Flüssigkeit fließt, desto mehr sinkt ihr Druck. Ein



plötzlicher Anstieg der Fließgeschwindigkeit kann Schockwellen in der Flüssigkeit verursachen. Bei Flüssigkeiten wie Milch, Eistees, Säften oder Bier kann dies zur Blasen- und Schaumbildung oder noch schlimmer zu irreversiblen Schäden am Produkt führen. ABB hat Algorithmen zur Steuerung von drehzahlgeregelten Antrieben entwickelt, die dafür sorgen, dass der Druck und

die Fließgeschwindigkeit einer Flüssigkeit innerhalb eines bestimmten Bereichs bleiben. Die Algorithmen passen die Pumpendrehzahl automatisch an Druckveränderungen an, die durch Ablaufwirbel verursacht werden. Das Ergebnis ist ein besserer Schutz des Produkts bei gleichzeitiger Optimierung der Pumpendrehzahlen. Die geschätzte Amortisationszeit liegt bei drei Monaten.

Wann ist eine Flasche voll?



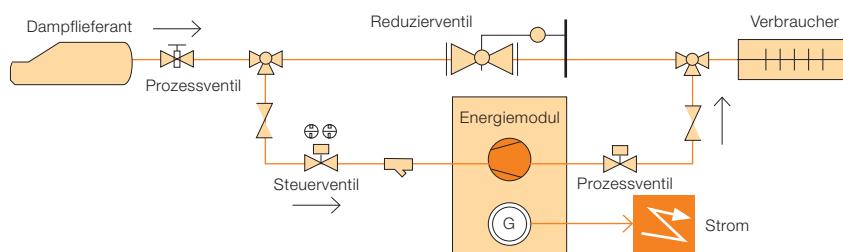
Wie viel Saft befindet sich in einer Literflasche? Was wie eine Scher- oder Fangfrage klingt, kann für einen Abfüllbetrieb einen Unterschied von mehreren Zehntausend Dollar pro Jahr und Abfüllmaschine ausmachen.

Eine Abfüllanlage füllt normalerweise geringfügig mehr als die Nennmenge ab, um Unregelmäßigkeiten im Prozess Rechnung zu tragen. Reduziert man diese Unregelmäßigkeiten, können die notwendigen Reserven verringert und mehr gefüllte Flaschen verkauft werden.

Ein Großteil dieser Unregelmäßigkeiten ist auf die Messmethode zurückzuführen. Flüssigkeiten mit geringer Leitfähigkeit, hohem Öl- oder Alkoholgehalt oder Schwebstoffen lassen sich besonders schwer mit hoher Genauigkeit messen.

ABB bietet eine Lösung auf der Basis eines hochgenauen Masse-Durchflussmessers in Kombination mit Regelalgorithmen für den Massenausgleich einschließlich Installation und Test an. Die geschätzte Amortisationszeit beträgt acht Monate.

Mit Volldampf Energie sparen



Prozessdampf wird in der Nah- rungsmittel- und Getränkeindustrie vielfältig genutzt, z. B. als Wärmequelle oder zur Sterilisation. Meist wird der Dampf in einem zentralen Kessel erzeugt und durch Rohrleitungen den verschiedenen Anwendungen zugeführt, wo er auf den erforderlichen Druck (typische Werte sind 6, 3 und 1 bar) reduziert wird. Dies geschieht meist durch mechanische Reduzierventile. Das funktioniert zwar gut, doch es geht dabei auch wertvolle Energie verloren.

In Zusammenarbeit mit dem deutschen Unternehmen ENVA Energy GmbH hat ABB eine Alternative entwickelt. Statt in einem Ventil wird der Druck in einer Dampfschraube reduziert und die dadurch gewonnene Energie zur Stromerzeugung genutzt. So kann ein Teil der zur Dampferzeugung aufgewendeten Energie an anderer Stelle in der Anlage produktiv genutzt oder gar in das Stromnetz eingespeist werden, was die Energiekosten und CO₂-Emissionen senkt. Das Energiemodul stammt von ENVA Energy, der Generator und die elektrischen Systeme von ABB. Die Investitionen können sich in nur acht Monaten amortisieren.

Ertragreiche Hefe



Die Gärung ist ein zentraler Prozess beim Bierbrauen, und Brauereien sind stets daran interessiert, diesen Prozess zu optimieren, um die Produktqualität, den Durchsatz und den Ertrag zu optimieren. Bei der Gärung wird die Würze von Hefeorganismen zu Alkohol, CO₂ und Geschmacksstoffen abgebaut. Doch wie können Brauer die Tätigkeit dieser winzigen Organismen online überwachen?

Ein Anzeichen für die Gärung ist die Entstehung von Kohlendioxid. Das Gas wird normalerweise aufgefangen, denn es ist teuer im Einkauf und kann an anderer Stelle im Prozess verwendet werden. Der Trick zur Überwachung der Gärung besteht darin, anhand des aufgefangenen Gases die produzierte Menge zu bestimmen.

ABB bietet hierfür eine Komplettlösung auf der Basis des Sensyflow CO₂-Masse-Durchflussmessers und eigener Controller- und Anwendungsbibliotheken an.

Gernut van Laak

ABB Discrete Automation and Motion
Mannheim, Deutschland
gernut.van-laak@de.abb.com



Futter für die Fische

ABB bietet Wartungs- und Betriebsdienstleistungen für Marine Harvest

MATILDA STEINER, KNUT-ROBERT MATHISEN – Angesichts der weltweit steigenden Nachfrage nach Fischprodukten und der zunehmenden Verknappung der natürlichen Meeresressourcen boomt das Geschäft mit Zuchtfisch. Das norwegische Unternehmen Marine Harvest ASA – einer der größten Anbieter von Fischprodukten und weltweit größter Produzent von atlantischem Lachs – betreibt eine Vielzahl von Fischfarmen. Vor Kurzem hat das Unternehmen seine Tätigkeit um die Herstellung von Fischfutter für seine

Farmen erweitert und eine neue Fischfutterfabrik in Norwegen eröffnet. Da die Anlage in der Hochsaison rund um die Uhr in Betrieb ist, sind eine hohe Zuverlässigkeit und Produktivität entscheidend. Nun hat Marine Harvest mit ABB einen Wartungsvertrag für die in der Fabrik installierten ABB-Systeme, darunter Antriebe, das Automatisierungs- und Entscheidungsunterstützungssystem sowie das 22-kV-Stromversorgungssystem der neuen Produktionsanlage, abgeschlossen.



Während die natürlichen Meeressressourcen immer knapper werden und die Nachfrage nach Fisch und Fischeiweiß immer weiter steigt, gewinnen Fischzuchten in der weltweiten Nahrungsmittelkette zunehmend an Bedeutung. Auf seinen vielen Fischfarmen produziert Marine Harvest ASA – einer der größten Anbieter von Fischprodukten weltweit – Zuchtlachs und eine Vielzahl weiterer Fischerzeugnisse. Das in 22 Ländern ansässige Unternehmen beschäftigt über 10.000 Mitarbeiter und ist mit einem weltweiten Marktanteil von 24 % der größte Produzent von atlantischem Lachs der Welt. Vor Kurzem hat Marine Harvest beschlossen, sein eigenes Fischfutter zu produzieren und zu diesem Zweck für umgerechnet 120 Mio. USD eine Produktionsstätte im norwegi-

schen Valsneset gebaut, in der im Jahr 270.000 t Fischfutter auf zwei Produktionslinien hergestellt werden können → 1. Damit ist Marine Harvest in der Lage, 80 % des Bedarfs seiner norwegischen Fischfarmen zu decken.

Die neue, voll automatisierte Anlage ermöglicht dem Unternehmen eine Senkung der Futterkosten um 50 % und die Ausdehnung seiner Qualitätslenkung vom Fischfutter bis hin zur Auslieferung des portionierten Fischs an Endverbraucher.

ABB war Hauptlieferant der Energie- und Automatisierungstechnik für die neue Fabrik. Der Lieferumfang umfasste Transformatoren, Frequenzumrichter, 22-kV-Schaltanlagen, Motorsteuerungen, Antriebe und Computernetzwerke. Das Auto-

matisierungssystem umfasst rund 5.000 Signale von Prozessen in der Fabrik und ist mithilfe von ABB cpmPlus Enterprise Connectivity, einem Entscheidungsunterstützungssystem für Fertigungsunternehmen, in das Gesamtgeschäftssystem des Unternehmens integriert.

Die neue, voll automatisierte Anlage ermöglicht die Ausdehnung der Qualitätslenkung vom Fischfutter bis hin zur Auslieferung des portionierten Fischs.

Jetzt hat ABB einen Wartungs- und Betriebsvertrag mit Marine Harvest für die Antriebe, das Automatisierungs- und Entscheidungsunterstützungssystem und den Betrieb des 22-kV-Systems abgeschlossen, das die Fabrik mit Strom versorgt. Der Vertrag läuft über drei

Titelbild

Die neue Fischfutterfabrik von Marine Harvest in Norwegen soll die Fischfarmen des Unternehmens versorgen. Ein Großteil der Energie- und Automatisierungstechnik im neuen Betrieb stammt von ABB.



Marine Harvest hat mit ABB einen Wartungsvertrag für die in der Fabrik installierten ABB-Systeme abgeschlossen.

Jahre und beinhaltet telefonische Unterstützung rund um die Uhr mit garantierten Reaktionszeiten und einem eigenen Kundenbetreuer.

Das Leit- und Entscheidungsunterstützungssystem bildet das Herzstück des Betriebs und spielt eine entscheidende Rolle bei der Sicherung einer hohen Produktivität, Energieeffizienz und Zuverlässigkeit.

Leit- und Entscheidungsunterstützungssystem

Die Herstellung von Futtermittel ist ein komplexer Prozess mit vielen Zutaten und Mischverhältnissen, der eine vollständige Rückverfolgbarkeit verlangt. Um eine möglichst effiziente Produktion zu erreichen, wird jeweils eine Charge eines bestimmten Futtermittels zur Zeit produziert. Zur Steuerung des Prozesses nutzt Marine Harvest eine eigene Version des ABB Extended Automation System 800xA. Das Leitsystem steuert nicht nur die Prozesse in der Fabrik, sondern integriert diese auch in das Gesamtgeschäftssystem des Unternehmens.

Das Leitsystem sorgt dafür, dass die Fabrik die Bestimmungen, Richtlinien und Qualitätsstandards des Unternehmens einhält. Darüber hinaus ermöglicht es:

- Schnelle und korrekte Entscheidungen auf der Grundlage von Echtzeit-Produktionsdaten und kritischen Prozessinformationen
- Einen agilen papierlosen Betrieb, der schnell auf veränderte Kundenanforderungen reagieren kann
- Eine vollständige Produkt- und Prozessgenealogie
- Praktische Unterstützung des Bedienpersonals durch Bereitstellung von aktuellen Informationen, Anleitungen, Materiallisten, Mitteilungen und Checklisten
- Betriebliche Transparenz und Analyse der Anlagenleistung zur Unterstützung kontinuierlicher Verbesserungen
- Genaue Überwachung und Steuerung des Materialverbrauchs und Lagerbestands



3 Ein Großteil der Energie- und Automatisierungstechnik für die neue Fabrik stammt von ABB.



Das Leit- und Entscheidungsunterstützungssystem spielt eine entscheidende Rolle bei der Sicherung einer hohen Produktivität, Energieeffizienz und Zuverlässigkeit.

Rückverfolgbarkeit

Wie in der Nahrungsmittelherstellung üblich, erfolgt jeder Schritt der Zucht und Produktion nach strikten Standards und Richtlinien. Eine der kritischsten „Best Practices“ betrifft die Rückverfolgbarkeit auf allen Ebenen und in allen Phasen des Prozesses. Grundlage für die Rückverfolgbarkeit in einem Nahrungsmittelbetrieb ist eine sorgfältige und wirksame Nutzung von Daten:

- Horizontale und vertikale Rückverfolgbarkeit in allen Phasen des Produktionsprozesses
- Integration von externen Systemen für einen erweiterten Bezug zwischen Informationen
- Transparenz des Produktionsprozesses und Verfügbarkeit von Echtzeit-Daten

Zur Steuerung des Prozesses nutzt Marine Harvest eine eigene Version des System 800xA von ABB.

- Einfacher Zugang für alle relevanten Personen zu allen kritischen Prozessdaten

Eine solide Grundlage

Bei der Installation der Antriebe, der Stromversorgung und des Automatisierungs- und Entscheidungsunterstützungssystems in der neuen Fabrik unterstützte der Kunde ABB nach Kräften, was eine kurze und reibungslose Implementierung und Wiederinbetriebnahme der Anlage noch vor dem geplanten Datum ermöglichte → 2-3. Eine einfache Benutzerschnittstelle erleichterte die Schulung des neuen Bedienpersonals.

Dank des Wartungs- und Betriebsvertrags steht ABB Marine Harvest rund um die Uhr zur Seite, um einen reibungslosen Betrieb der neuen Fabrik und damit die Versorgung der vielen Fischfarmen des Unternehmens in ganz Norwegen mit Fischfutter zu gewährleisten.

Matilda Steiner

ABB Process Automation, Control Technologies
Baden-Dättwil, Schweiz
matilda.steiner-arvidsson@ch.abb.com

Knut-Robert Mathisen

ABB Process Automation Oil, Gas and Chemicals
Oslo, Norwegen
knut-robert.mathisen@no.abb.com

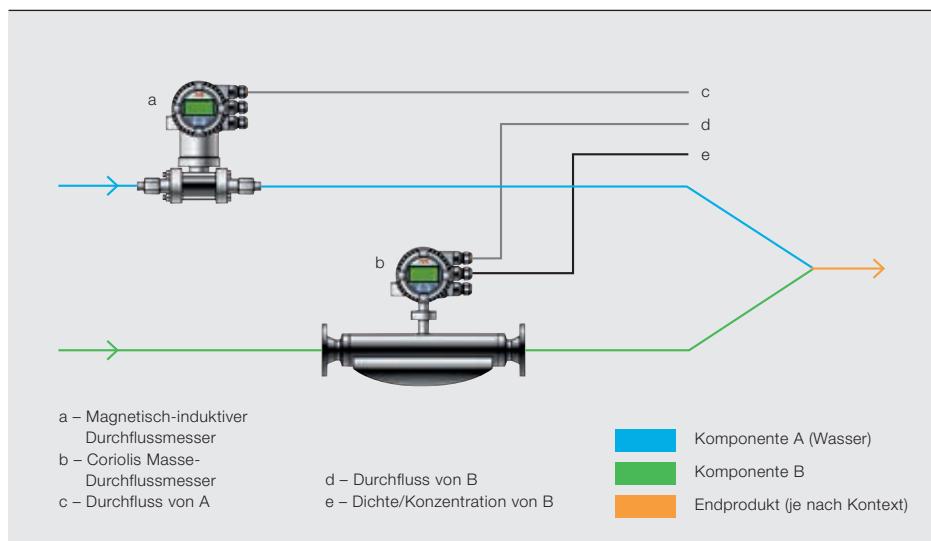


Erfolgsrezept

Gleichzeitige Messung von Massedurchfluss und Dichte für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie

FRANK FRENZEL – Lebensmittel- und Getränkehersteller bevorzugen Konsistenz in ihren Produkten. Für einen durchgängigen Geschmack oder eine durchgängige Beschaffenheit müssen die Konzentrationen der Bestandteile eines Produkts konstant gehalten werden, damit die Verhältnisse in der endgültigen Mischung genau stimmen. Dies lässt sich relativ einfach mithilfe von volumetrischen, gravimetrischen oder Massedurchflussmessungen erreichen, wenn die einzelnen Komponenten stabile Konzentrationen aufweisen. Doch die Wirklichkeit sieht häufig anders aus, und die Konzentrationen der einzelnen Komponenten schwanken. Diese Schwankungen müssen erkannt und frühestmöglich entsprechende Volumenanpassungen im Mischprozess vorgenommen werden, um nachträgliche Analysen, Berechnungen und Korrekturen zu vermeiden. Die Masse-Durchflussmesser CoriolisMaster FCB/FCH150 und FCB/FCH450 von ABB liefern genaue Dichtemessungen, weshalb sie sich für Dosierungsaufgaben dieser Art besonders eignen.

1 Mischen von zwei Komponenten mit unterschiedlichen Konzentrationen



CoriolisMaster FCB/FCH150 und FCB/FCH450

Die CoriolisMaster FCB/FCH150 und FCB/FCH450 eignen sich ideal für die Online-Konzentrationskorrektur in der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie. Neben der genauen Messung des Massedurchflusses mithilfe des Corioliseffekts ermöglichen die Geräte eine unabhängige Dichtemessung mithilfe der Resonanzfrequenz des Messgeräts bei der betreffenden Messstoffdichte.

Die CoriolisMaster FCB/FCH150 und FCB/FCH450, die bei Medientemperaturen von bis zu 205 °C eingesetzt werden können, haben eine Durchfluss-Messgenauigkeit von 0,1 %. Die Genauigkeit der Dichtemessungen für Flüssigkeiten beträgt 0,002 kg/l und 0,001 kg/l, wobei eine Genauigkeit von 0,0005 kg/l mit einem Feldabgleich vor Ort möglich ist.

Erhaltung der Konzentration

In → 1 sollen zwei Komponenten (A und B) miteinander vermischt werden. Die Konzentration der Komponente A (nehmen wir an, es ist Wasser), ist konstant. Komponente B enthält ebenfalls Wasser, wobei der Wasseranteil leicht variiert. Damit das Endprodukt die richtigen Verhältnisse gemäß Rezeptur aufweist, muss die Schwankung des Wasseranteils in Komponente B korrigiert werden. Dies erfolgt durch Messung der Konzentration von Komponente B und Anpassung der hinzugefügten Menge von Komponente A.

Lösung für die Lösung

Der Durchfluss von Komponente A mit stabiler Konzentration kann mit einem magnetisch-induktiven Durchflussmesser gemessen werden. Die leicht variierende Konzentration von Komponente B wird mithilfe eines Coriolis Masse-Durchflussmessers bestimmt. Dies geschieht durch Messung des Massedurchflusses und die anschließende Umrechnung in einen entsprechenden Volumendurchfluss. Gleichzeitig erfasst der Coriolis Masse-Durchflussmesser die tatsächliche Dichte von Komponente B und liefert durch Verknüpfung dieser Messung mit dem entsprechenden Volumendurchflusswert ein Ergebnis für die Konzentration. Die Temperaturkompensation der Konzentrationsberechnung erfolgt mithilfe einer Tabelle, die im Messumformer gespeichert ist. Dieses Messverfahren liefert damit einen genauen Wert für die Konzentration. Kommt es dabei aus Prozessgründen zu leichten Abweichungen, können Anpassungen an der Tabelle vorgenommen werden.

Wird das Gerät statt in einer Test- oder Laborumgebung in einer normalen Betriebsumgebung eingesetzt, können sich die Messkennlinien leicht verschieben, z. B. weil das Medium kleine Mengen Gas enthält oder Konzentrate bei gleichem Brix-Wert (gibt den prozentualen Zuckergehalt einer Lösung pro Gewichtseinheit an) eine leichte Schwankung in der Dichte aufweisen. Solche Diskrepanzen können leicht durch Vergleich von Dichtemessungen in der Praxis und im Labor korrigiert werden.

Hersteller von Nahrungsmitteln und Getränken sind bemüht, Geschmack, Beschaffenheit, Erscheinungsbild usw. ihrer Produkte konsistent zu halten. Würde z. B. eine Orangensaftmarke jeden Monat anders schmecken, würden die Kunden zu einem anderen Produkt greifen.

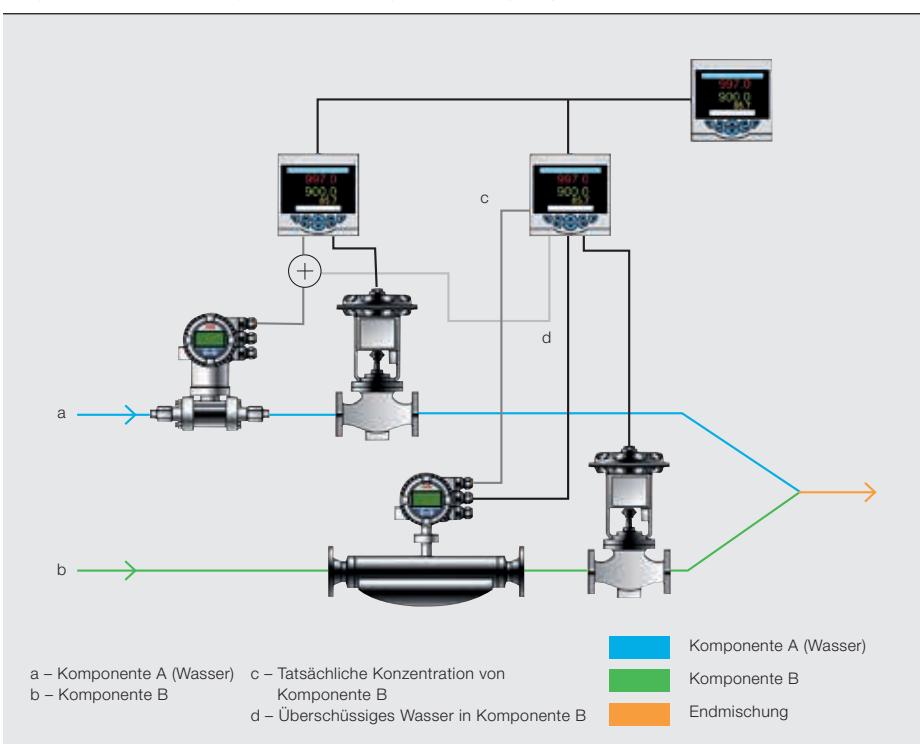
In manchen Fällen können die Bestandteile, die zu Nahrungsmitteln und Getränken vermischt werden, Konzentrationsabweichungen, z. B. leichte Schwankungen im Wassergehalt, aufweisen. Diese lassen sich jedoch mithilfe von Dichtemessungen berechnen und im Herstellungsprozess korrigieren.

Titelbild

Konsistenz lautet die Parole in der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie. Die ABB Coriolis Masse-Durchflussmesser helfen dabei, Schwankungen in den Komponenten eines Produkts auszugleichen. Das Bild zeigt den neuen CoriolisMaster FCB400.

Die Temperaturkompensation erfolgt mithilfe der eingebauten Temperaturmessung und einer Tabelle, die im Messumformer gespeichert ist.

2 Mögliche Regelschemata mit Korrektur. Während sich c verändert, wird das Signal d genutzt, um die Menge der zum Ausgleich hinzugefügten Komponente A zu verändern.



Die Konzentration wird in das Prozessleitsystem übertragen und mit dem Wert in der Rezeptur verglichen, sodass ggf. geeignete Korrekturmaßnahmen getroffen werden können.

Die Konzentration wird in das Prozessleitsystem übertragen und mit dem Wert in der Rezeptur verglichen, sodass ggf. geeignete Korrekturmaßnahmen getroffen werden können.

Ein Regelschema mit der Berechnung überschüssiger Wassermengen und deren Ausgleich ist in → 2 dargestellt. Neben der Erfassung der Konzentration der relevanten Komponenten erfasst der Masse-Durchflussmesser gleichzeitig den Masse- bzw. Volumendurchfluss des Mediums. Damit kann auf einen zusätzlichen Durchflussmesser verzichtet wer-

den. Sämtliche Berechnungen werden von den Reglern ohne zusätzliche Komponenten durchgeführt. Durch den Einsatz eines Regelungsverfahrens für Mischanlagen mit Fehlerspeicher und anschließender Kompensation transienter Abweichungen kann die Genauigkeit deutlich erhöht werden.

Angesichts schwindender Margen in der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie, steigender Erwartungen auf Verbraucherseite und zunehmender gesetzlicher Regelung wird Technologie zur Unterstützung ihrer Produktionsanlagen für Hersteller immer wichtiger. Die Coriolis Masse-Durchflussmesser von ABB sind ein wichtiges Instrument, das Nahrungsmittel- und Getränkeherstellern dabei hilft, die Konsistenz und Qualität der Produkte sicherzustellen, auf denen der Erfolg ihres Unternehmens fußt.

Frank Frenzel

ABB Automation Products GmbH
Göttingen, Deutschland
frank.w.frenzel@de.abb.com



Eine Frage des Geschmacks

Ein gleichbleibender Geschmack ist entscheidend für jeden Brennerei- oder Brauereibetrieb

FRANK FRENZEL – In der gesamten Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie spielt die geschmackliche Konsistenz eine entscheidende Rolle. Dies gilt besonders für Bier, denn der Verbraucher erwartet, dass sein Lieblingsgetränk immer gleich schmeckt, egal wo es gebraut oder wie es abgefüllt, transportiert, gelagert und ausgeschenkt wurde. Doch Brauereien haben es mit natürlich gewachsenen Produkten zu tun, die je nach Ernte, Bodentyp, Lagerbedingungen usw. unterschiedlich ausfallen können. Selbst Biere mit wenigen Zutaten wie diejenigen, die nach dem deutschen Reinheitsgebot gebraut

werden und nur Gerste, Hopfen, Hefe und Wasser enthalten, erfordern große Sorgfalt des Brauers, damit ein konsistenter Geschmack sichergestellt ist. Ein gutes Bier zu brauen, ist zum Teil eine Kunst, doch es spielt auch eine gehörige Portion Wissenschaft eine Rolle, weshalb eine präzise Prozesssteuerung und reproduzierbare Standardlösungen gefordert sind, die über mehrere Produktionsstandorte hinweg eingesetzt werden können. Die umfangreichen Instrumentierungslösungen von ABB helfen Brauereien dabei, die Konsistenz und Qualität sicherzustellen und gleichzeitig Produktionskosten zu senken.

Brauereien müssen dafür sorgen, dass ihre Produkte in puncto Qualität und Konsistenz top sind, wenn sie treue Kunden halten und neue Kunden hinzugewinnen möchten.

1 Ein Roboter, der Bierfässer stapelt, bildet das Ende der Kette von ABB-Automatisierungslösungen für Brauereien.



Die Braukunst, deren Ursprünge mehrere Jahrtausende zurückreichen, hat sich mittlerweile zu einem milliardenschweren weltweiten Geschäft entwickelt. Der Wettbewerb unter den Brauereien ist hart, und Biertrinker sind anspruchsvoller denn je. Folglich müssen Brauereien dafür sorgen, dass ihre Produkte in puncto Qualität und Konsistenz top sind, wenn sie treue Kunden halten und neue Kunden hinzugewinnen möchten.

Der Prozess der Bierherstellung ist einfach und kompliziert zugleich. Jeder Schritt für sich ist relativ unkompliziert, und es gibt normalerweise nur wenige Zutaten – bei deutschem Bier sind dies Gerste, Hopfen, Hefe und Wasser. Was der Produktion des perfekten Bieres entgegensteht, sind die Unwägbarkeiten bei den Zutaten – natürliche Abweichungen im verwendeten Getreide, der Hefe und dem Wasser – sowie Änderungen von Parametern wie Temperatur, Konzentrationen und Mengen im Prozess selbst.

Um ein Höchstmaß an Qualität und Konsistenz zu gewährleisten, sind moderne

Brauereien mit der besten Leit-, Sensor- und Messtechnik ausgestattet. Diese Automatisierungstechnik hilft ihnen außerdem dabei, drei weitere Hauptziele von Brauereien zu erreichen: optimierte Nutzung von Rohstoffen, Senkung des Energiebedarfs und maximierte Verfügbarkeit der Anlagen.

Die Bierindustrie ist ein wichtiger Kunde für ABB, und das Unternehmen hat ein umfangreiches Angebot von Produkten entwickelt, um die Bedürfnisse dieser Branche zu erfüllen. Mit ihrem Angebot unterstützt ABB Bierproduzenten weltweit von der Anlieferung der Rohstoffe bis hin zum Versand des verpackten Produkts → 1. Insbesondere helfen die ABB-Instrumentierungslösungen dem Nutzer dabei, eine hohe Qualität und Konsistenz sicherzustellen und seinen Prozess auf möglichst kostengünstige Weise zu betreiben.

Durchflussmessung

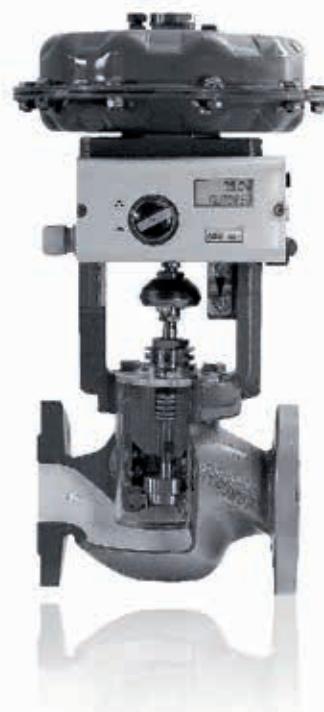
Die wirksame Steuerung der Flüssigkeitsströme in der Brauerei ist eines der wichtigsten Elemente des Bierherstellungsprozesses. ABB bietet eine Reihe von Durchflussmessern, die nach verschiedenen Grundprinzipien arbeiten und sich für unterschiedliche Aufgaben eignen. Der Masse-Durchflussmesser CoriolisMaster Hygienic FCH400, der auf den Seiten 34–36 dieses Hefts genauer beschrieben

wird, nutzt z.B. den Corioliseffekt, um gleichzeitig den Durchfluss und die Dichte zu messen und Konzentrationen zu ermitteln. Das von der European Hygienic Engineering and Design Group (EHEDG) zertifizierte Präzisionsgerät aus poliertem Edelstahl besitzt eine Genauigkeit von bis zu 1 g/l bzw. 0,5 g/l mit Feldabgleich. Wie andere Messgeräte von ABB für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie kommuniziert der CoriolisMaster über einen 4- bis 20-mA-Ausgang bzw. eine Vielzahl anderer Ausgänge. Der CoriolisMaster wird z.B. für die Dichtemessung der Würze (d.h. der beim Maischeprozess gewonnenen Flüssigkeit) oder zur exakten Dosierung der Hopfenzugabe eingesetzt.

Der speziell für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie, die pharmazeutische und die biotechnische Industrie entwickelte Durchflussmesser HygienicMaster FEH300 arbeitet nach einem magnetisch-induktiven Prinzip und ist in nahezu jedem Teil des Brauprozesses zu finden – z.B. bei der Dosierung des beim Maischen hinzugefügten Wassers, der Überwachung der in den Würzekochprozess fließenden Wassermenge usw. Der aus FDA-zugelassenen Materialien hergestellte und nach EHEDG- und 3-A-Standards für die Molke- und Lebensmittelindustrie zertifizierte Durchflussmesser ist als integrierte oder getrennte Bauform erhältlich. Die Version

Titelbild

Die umfangreichen Instrumentierungslösungen von ABB helfen Brauereien und Brennereien dabei, die geschmackliche Konsistenz ihrer Produkte sicherzustellen.



HygienicMaster FEH500 zeichnet sich durch eine größere Funktionalität und erweiterte Diagnosefunktionen aus.

Ist ein robusterer Durchflussmesser gefragt, kann der magnetisch-induktive FSM4000 eingesetzt werden. Der FSM4000 nutzt Wechselfeldtechnik in Verbindung mit modernster digitaler Signalverarbeitung (DSP) und eignet sich besonders für schnell veränderliche Prozesse, die kurze Ansprechzeiten oder eine kurzfristige Dosierung erfordern – z. B. wenn es durch die zyklische Charakteristik von Pumpen zu Schwankungen bei den Einsatzstoffen kommt.

Das Wirbelprinzip kommt in den Durchflussmessern vom Typ VortexMaster FSV430/450 zum Einsatz. Der FSV430/450 besitzt ein großes Messbereichsverhältnis und eignet sich besonders für den Einsatz in Dampfleitungen oder anderen anspruchsvollen Anwendungen, da er keine beweglichen Teile besitzt. Sein Bruder, der SwirlMaster FSS430/450 kann nahezu ohne gerade Ein- oder Auslaufstrecken installiert werden. Der Metallkonus-Schwebekörper-Durchflussmesser VAMaster FAM540 kann ebenfalls für Flüssigkeiten, Gase und Dampf eingesetzt werden und eignet sich auch zur Messung von aggressiven oder trüben Flüssigkeiten.

Der ABB-Durchflussmesser HygienicMaster FEH ist in nahezu jedem Teil des Brauprozesses zu finden.

In Brauereien kommt er z. B. bei der Flussregelung von steriler Luft zum Einsatz. Gase können auch mit dem thermischen Masse-Durchflussmesser Sensyflow FMT400-VTCS gemessen werden, der eine direkte Messung des Masse-Durchflusses ermöglicht. Der Sensyflow FMT400-VTCS erfordert keine zusätzliche Druck- und Temperaturkompensation und ist aufgrund der fehlenden beweglichen Teile verschleiß- und wartungsfrei.

Fühler und Messumformer

Die Regelung der Prozesstemperatur ist in einer Brauerei ebenso kritisch wie die Durchflussregelung. Hierfür bietet ABB eine Reihe von Temperaturfühlern und -messumformern wie den TSP121 – erhältlich in verschiedenen Versionen, z. B. Pt100 und Pt1000 – sowie den Zweileiter-Messumformer TTH300. Diese Geräte ermöglichen dem Brauer eine genaue

Überwachung der kritischen Temperaturen innerhalb des Brauprozesses.

Druckmessumformer, Füllstandssensoren sowie Sonden und Analysatoren für pH-Werte von ABB sind in einer typischen Brauerei ebenfalls an verschiedenen Stellen zu finden. Ventile wie die elektropneumatischen Stellungsregler der TZIDC-Familie und der Bildschirmschreiber ScreenMaster SM500F runden das Angebot an nützlichen ABB-Instrumentierungsprodukten für Brauereien ab → 2-3.

Integrierte Instrumentierung

Obwohl Bier normalerweise aus nur vier Grundzutaten hergestellt wird, ist das Brauen keine leichte Aufgabe. Mehrere Parameter entlang des gesamten Prozesses müssen genau überwacht und geregelt werden, damit am Ende Geschmack, Qualität und Konsistenz stimmen. ABB bietet eine breite Palette von integrierten Instrumentierungslösungen aus einer Hand, die Brauereien nicht nur dabei helfen, diese Ziele zu erreichen, sondern auch ihren Rohstoffeinsatz zu optimieren, ihren Energieverbrauch zu senken und die Verfügbarkeit der Anlagen zu maximieren.

Frank Frenzel

ABB Automation Products GmbH
Göttingen, Deutschland
frank.w.frenzel@de.abb.com



Erste Sahne

Zuverlässige und präzise Instrumentierung für die milchverarbeitende Industrie

FRANK FRENZEL – Milch ist eine komplexe Mischung aus verschiedenen Substanzen, die zu einer Vielzahl von Endprodukten wie Butter, Joghurt, Käse, Sahne usw. verarbeitet wird. In größeren Molkereien erfolgt die Behandlung der Milch in weitgehend automatisierten, geschlossenen Prozesslinien. Aufgrund der Komplexität einiger Prozessschritte, der besonderen Beschaffenheit des Rohprodukts und der Notwendigkeit zur Einhaltung strenger Hygienevorschriften muss die Instrumentierung zur Messung, Überwachung, Steuerung und Regelung der Prozesslinie genau, zuverlässig, robust und hygienisch sein. ABB bietet eine breite Palette solcher Geräte an, deren Eigenschaften sich am besten anhand ihres Einsatzes beschreiben lassen.



Die ABB-Druck- und Temperaturmessgeräte eignen sich ideal für die meisten Prozesse der Milchverarbeitung.

In vielen Teilen der Welt ist Milch ein wichtiges Nahrungsmittel. Milch enthält Wasser, Fett, Eiweiß, Milchzucker (Laktose), Enzyme, Vitamine, Minerale und Spurenelemente. Sie kann zu Butter, Sahne, Käse, Joghurt usw. verarbeitet werden. In größeren Molkereien ist die Verarbeitung weitgehend automatisiert. Aufgrund der komplexen Zusammensetzung der Milch und der potenziellen Gefahr für die Gesundheit, die entsteht, wenn bei der Verarbeitung etwas schief läuft, ist bei jedem Schritt von der Rohmilch bis zum Endprodukt größte Sorgfalt geboten. Um eine gute Qualität und Produktkonsistenz zu gewährleisten, sind die meisten Teile des Prozesses in größeren Molkereien instrumentiert.

Die meisten Bereiche der Molkerei – Milchverarbeitung, Käseherstellung, Joghurtproduktion usw. – sind im Hinblick auf die Instrumentierung ähnlich. Ein genauer Blick auf einen Bereich – z.B. die Milchverarbeitung – liefert einen guten Eindruck davon, wie Messtechnik von ABB einen Molkereibetrieb als Ganzes unterstützen kann → 1.

Anlieferung und Pasteurisierung

Die Rohmilch wird in Tanklastwagen zur Molkerei geliefert und sofort auf Bakterien und andere Verunreinigungen untersucht. Ist alles in Ordnung, wird die Milch in Lagertanks gepumpt oder direkt dem Prozess zugeführt. An dieser Stelle werden die Liefermengen normalerweise mithilfe eines magnetisch-induktiven Durchflussmessers wie dem ABB HygienicMaster FEH300/500 bestimmt. Zur Wahrung der

Hygiene besteht der HygienicMaster aus Edelstahlelementen und ist mit einer vakuumfesten PFA-Beschichtung versehen. Er ist der am häufigsten eingesetzte Durchflussmesser in mit ABB-Technik ausgerüsteten Molkereien. Hat sich die Milch beim Transport erwärmt, wird sie in Kühl tanks mit Rührwerken auf 5 °C heruntergekühlt. Füllstands- und Druckmessgeräte von ABB – z.B. vom Typ SMW und 261GG/AG – können hier und in der gesamten Molkerei zur Überwachung von Tankfüllständen eingesetzt werden.

Zur Wahrung der Hygiene besitzt der HygienicMaster FEH Edelstahlelemente und eine Beschichtung aus PFA.

Titelbild

Molkereiprozesse sind heikel und erfordern eine bestmögliche Instrumentierung. ABB bietet entsprechende Produkte zur Überwachung und Steuerung jedes Schritts bei der Verarbeitung von Milch zu Sahne, Joghurt, Butter und Käse an.

Die Pasteurisierung ist das Herzstück einer jeden Molkerei. Hier wird die Rohmilch zu Trinkmilch verarbeitet oder

Der CoriolisMaster eignet sich hervorragend für die Online-Korrektur der Rahmkonzentration.

1 Die Milchverarbeitung ist ein heikler Prozess, der eine bestmögliche Instrumentierung erfordert.



für die Verwendung in anderen Produkten wie Käse usw. vorbereitet. Bei der Pasteurisierung wird die Milch 15 bis 30s lang auf etwa 74°C erhitzt und anschließend sofort wieder abgekühlt, um schädliche Organismen abzutöten. Bei der Kühlung wird ein Großteil der Wärmeenergie in sorgfältig geregelten Wärmetauschern zurückgewonnen. Mit Überdruck wird verhindert, dass die behandelte Milch mit unbehandelter in Kontakt kommt. Die ABB-Druck- und Temperaturmessgeräte wie der Druckmessumformer 261GG/AG, der Temperaturfühler SensyTemp TSHY für hygienische Anwendungen und der Temperatur-Messumformer TTH300 für die Fühlerkopfmontage eignen sich ideal für die meisten Prozesse der Milchverarbeitung.

Für die Durchflussregelung in der gesamten Molkerei bietet ABB den digitalen Stellungsregler TZIDC. Der intelligente Stellungsregler aus rostfreiem Edelstahl verbindet hohe Präzision mit adaptiven Regelungsfunktionen. Sein automatischer Selbstabgleich vereinfacht die Inbetriebnahme. Der TZIDC ist wartungsarm und arbeitet über einen großen Temperaturbereich, womit er sich besonders für den Einsatz in der Milchverarbeitung eignet.

Der TZIDC ist wartungsarm und arbeitet über einen großen Temperaturbereich, womit er sich besonders für die Milchverarbeitung eignet.

Separierung und Standardisierung

Zur weiteren Reinigung der Milch und zur Trennung einzelner Bestandteile – z. B. Rahm und Magermilch – durchläuft die Milch einen Separierungsvorgang. Anschließend muss die Milch standardisiert werden: Rohmilch besitzt einen höheren Fettgehalt als vom Gesetzgeber für Trinkmilch vorgesehen. Darum wird der von der Milch getrennte Rahm kontrolliert wieder zugeführt, bis sich der gewünschte Fettgehalt einstellt.

Um sicherzustellen, dass einerseits die gesetzlichen Vorgaben eingehalten werden, aber andererseits nicht zu viel des wertvollen Rahms „verschwendet“ wird, muss dieser sogenannte Blendvorgang sehr genau geregelt werden. Neben



Die ABB-Füllstands- und Druckmessgeräte können zur Überwachung von Tankfüllständen in der gesamten Molkerei eingesetzt werden.

der bereits genannten Instrumentierung kommt in dieser Prozessphase der ABB-Durchflussmesser CoriolisMaster FCB/FCH150 bzw. FCB/FCH450 zum Einsatz, der auf den Seiten 34–36 dieses Hefts genauer beschrieben wird. Der CoriolisMaster eignet sich hervorragend für die Online-Korrektur der Rahmkonzentration, denn neben der genauen Messung des Massedurchflusses mithilfe des Coriolis-Effekts ermöglicht das Gerät eine unabhängige Dichtemessung mithilfe der Resonanzfrequenz des gefüllten Systems, was wiederum eine einfache Verfolgung der sich verändernden Rahmkonzentration ermöglicht. Die Durchfluss-Messgenauigkeit des FCB/FCH150 und FCB/FCH450 beträgt 0,1 %. Der CoriolisMaster ist außerdem weniger anfällig für falsche Messwerte als andere Durchflussmesser, wenn sich Gasblasen im Medium befinden, wobei Kavitationsvorgänge die Messungen allerdings verfälschen können → 2.

Homogenisierung und Verpackung

Um zu verhindern, dass sich der in der Milch enthaltene Rahm absetzt und auf dem Endprodukt schwimmt, wird die Milch durch ein feines Sieb gedrückt, wobei die größeren Fettkügelchen aufgebrochen werden. Ein Kavitationsverfahren zerkleinert die Kügelchen weiter, sodass sie sich im gesamten Medium

verteilen und nicht so leicht an der Oberfläche sammeln. Anschließend wird die Milch in ihre Verkaufsverpackung abgefüllt.

Die bereits beschriebene Instrumentierung wird auch in diesen Prozessschritten zur Durchfluss-, Druck- und Füllstandsmessung eingesetzt. Ein wichtiger Aspekt hierbei ist, dass die Instrumente in der Lage sind, hohen Drücken standzuhalten und gleichzeitig den Hygieneanforderungen genügen.

Hygiene

Eine gründliche tägliche Reinigung und Sterilisierung ist ein wichtiger Bestandteil des täglichen Molkereibetriebs. Hier sorgen Temperaturfühler und Durchflussmesser dafür, dass die Reinigungsmittel die richtige Temperatur haben und alle notwendigen Teile der Anlage erreichen. Mithilfe von Leitfähigkeitsmessungen wird erkannt, wie viel Schmutz das Reinigungsmedium aufgenommen hat und ob zusätzliches Reinigungsmittel hinzugefügt werden muss.

Service

Neben der Lieferung der Messgeräte organisiert ABB auch die Installation und Inbetriebnahme der Instrumentierung und bietet regelmäßige Wartungen und Reparaturen an.

Optimierung vieler Aspekte

Milch ist ein komplexes Produkt. Um die kritischen Parameter der Milchverarbeitung wie Temperatur, Konzentrationen und Durchflussmengen zu beherrschen und gleichzeitig eine hervorragende Qualität und Hygiene sicherzustellen, werden Molkereien mit der bestmöglichen Mess- und Regeltechnik ausgestattet. Diese Automatisierungstechnik hilft zudem bei der Optimierung des Rohmilcheinsatzes, der Senkung des Energieverbrauchs und der Vereinfachung von täglichen Aufgaben wie der Reinigung. Die breite Palette der Instrumentierungslösungen von ABB passt hervorragend zu den strengen Anforderungen der milchverarbeitenden Industrie.

Frank Frenzel

ABB Automation Products GmbH
Göttingen, Deutschland
frank.w.frenzel@de.abb.com



Kraftpaket

Die robuste PowerLine DPA USV von ABB hält Produktionsanlagen für Nahrungsmittel und Getränke am Laufen

DIANA GARCIA – In vielen Branchen kann ein Stromausfall katastrophale Folgen haben. Dies gilt auch für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie: Produktionslinien müssen auf komplizierte und kostspielige Weise neu gestartet werden, teure Produkte können unbrauchbar werden, wertvolle Produktionszeit kann verloren gehen, Anlagen können beschädigt werden, und es können Sicherheitsprobleme auftreten. Da durch das Netz normalerweise keine saubere Stromversorgung garantiert werden kann, setzen viele Unternehmen auf unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USVs). Für kritische Anwendungen hat ABB die robuste PowerLine DPA USV auf den Markt gebracht, die für die rauen Bedingungen in vielen Industrieumgebungen ausgelegt ist. Die PowerLine DPA basiert auf der bewährten dezentralen Parallelarchitektur (DPA) von ABB, die aufgrund ihrer Modularität eine bestmögliche Verfügbarkeit, Wartungsfreundlichkeit und Flexibilität bietet. Darüber hinaus zeichnet sich die PowerLine DPA USV durch niedrige Gesamtbetriebskosten über ihre Nutzungsdauer von 15 Jahren hinweg aus.

Titelbild

Die robuste PowerLine DPA USV von ABB ermöglicht die Sicherung einer konstanten Energieversorgung in vielen rauen Betriebsumgebungen, z.B. der Nahrungsmittelherstellung.

Nur wenige Ereignisse sind schädlicher für einen Fertigungs- oder Produktionsprozess als eine Störung in der Stromversorgung. Netzstörungen können in verschiedenen Formen auftreten: Neben einem kompletten Stromausfall kann die Spannung kurzfristig absinken oder ansteigen. Geschieht dies über einen längeren Zeitraum, spricht man von Spannungsabfällen oder Überspannungen. Außerdem kann es zu elektrischem Rauschen in der Leitung kommen, oder es können Frequenzschwankungen oder Oberschwingungen in der Spannung auftreten. Solche Ereignisse können zu Datenverlust, Produktionsausfällen, Nichtverfügbarkeit wichtiger Dienste, Gefährdung der

Hardware, finanziellen Verlusten und Sicherheitsproblemen führen. Aus diesem Grund schützen die meisten professionellen Unternehmen ihre Stromversorgung mit einer USV.

Doch auch eine USV kann Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsprobleme bekommen. Aus diesem Grund hat ABB eine Architektur entwickelt, die im Hinblick auf Verfügbarkeit, Flexibilität, Kosten und Benutzerfreundlichkeit ein optimales USV-Design ermöglicht – DPA.

Dezentrale Parallelarchitektur (DPA)

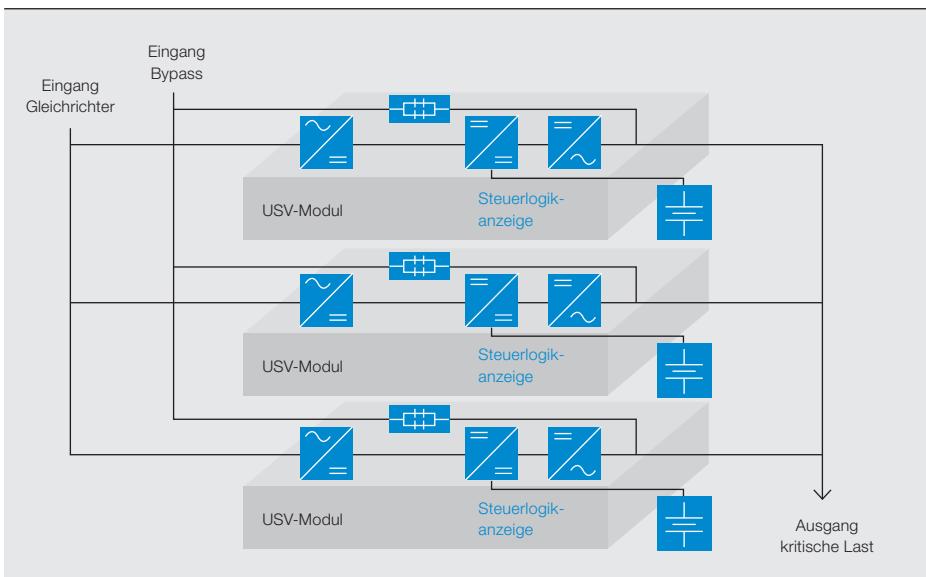
USV-Systeme mit einer zentralen Parallelarchitektur (CPA) besitzen zum Teil eine hierarchische, zentrale Steuerung

Da auch eine USV Zuverlässigkeit- und Verfügbarkeitsprobleme bekommen kann, hat ABB eine Architektur entwickelt, die ein optimales USV-Design ermöglicht – DPA.

bzw. Hardware (z.B. einen statischen Bypass). Dies macht CPA-Geräte anfällig, wenn an einer dieser zentralen Komponenten ein Fehler auftritt, denn ein Fehler kann zum Ausfall der gesamten USV führen. Die DPA hingegen ist eine modulare USV-Anlage, bei der jedes

Bei der DPA ist jedes Modul mit der für einen autonomen Betrieb notwendigen Hard- und Software ausgestattet.

1 Jedes USV-Modul verfügt über die notwendige Hard- und Software für einen autonomen Betrieb. Es gibt keine kritischen, gemeinsam genutzten Elemente.



Modul mit der kompletten, für einen autonomen Betrieb notwendigen Hard- und Software ausgestattet ist. Dazu gehören: Gleichrichter, Wechselrichter, Batterieumformer, elektronischer Bypass-Schalter, Rückspeisungsschutz, Steuerlogik, Anzeige und Fließbild zur Überwachung und Steuerung → 1. Eine Störung innerhalb der USV-Anlage beeinträchtigt nicht die Leistung eines Moduls. Bei Ausfall eines Moduls übernehmen die anderen Module die Last. Ein aus mehreren Modulen bestehendes System ist störungstolerant, und es gibt keine alleinigen Ausfallpunkte. Die Verfügbarkeit wird maximiert.

Die einzigen USV-Elemente, die von allen Modulen gemeinsam genutzt werden, befinden sich in demselben Schrank, in dem auch die USV-Module untergebracht sind – E/A-Anschluss, Kundenschnittstelle, Wartungsbypass und eine Systemanzeige. Diese Elemente sind für den USV-Betrieb nicht entscheidend.

Wartungsfreundlichkeit

Ein wesentlicher Vorteil der DPA liegt in der Möglichkeit zum Austausch der Module bei laufendem Betrieb, d.h. sie

können ohne Abschalten der Spannungsversorgung oder Umschaltung auf eine rohe Netzeinspeisung und ohne Gefährdung der kritischen Last gezogen oder eingesetzt werden. Dieser einzigartige Aspekt der Modularität erfüllt die Forderungen nach einem kontinuierlichen Betrieb, senkt deutlich die mittlere Reparaturdauer (MTTR), reduziert den Ersatzteilbedarf und vereinfacht die Systemnachrüstung. Auch bei der War-

Ein wesentlicher Vorteil der DPA liegt im Austausch der Module bei laufendem Betrieb ohne Abschalten oder Umschalten der Spannungsversorgung und ohne Gefährdung der kritischen Last.

tung zahlt sich der modulare Aufbau aus: Das Wartungspersonal vor Ort benötigt keine speziellen Fertigkeiten; Servicetechniker, die von außen hinzugezogen werden, verbringen weniger Zeit auf der Anlage; und die Gefahren eines Datenverlusts oder Produktionsausfalls werden minimiert.

Skalierbarkeit

Ändern sich die Leistungsanforderungen an die USV – z.B. wenn eine neue Prozesslinie eröffnet wird –, können



Die neue PowerLine DPA USV basiert auf der DPA und ist speziell für den Einsatz in rauen Industrieumgebungen ausgelegt.

dank des modularen Aufbaus der DPA problemlos Module hinzugefügt und die Leistungsfähigkeit erhöht werden. Das bedeutet, dass die ursprüngliche Konfiguration nicht überdimensioniert sein muss, um für eine zukünftige Erweiterung gewappnet zu sein – es werden bei Bedarf einfach Module hinzugefügt (oder entfernt, wenn die Leistungsanforderungen sinken). So muss nur das verkabelt, versorgt und gekühlt werden, was wirklich benötigt wird. Der Stromverbrauch ist für viele Betreiber ein wichtiges Thema, und die Energieeinsparungen, die das modulare Erweiterungskonzept über die Nutzungsdauer der USV ermöglicht, sind beträchtlich. Die Möglichkeit zum Modulaustausch bei laufendem Betrieb hat nicht nur erhebliche Auswirkungen auf die Gesamtkosten, sondern kann auch dabei helfen, eine Verfügbarkeit von 99,9999 % („Six Nines“) zu realisieren – ein äußerst erstrebenswertes Ziel auf dem Weg zu null Ausfallzeit.

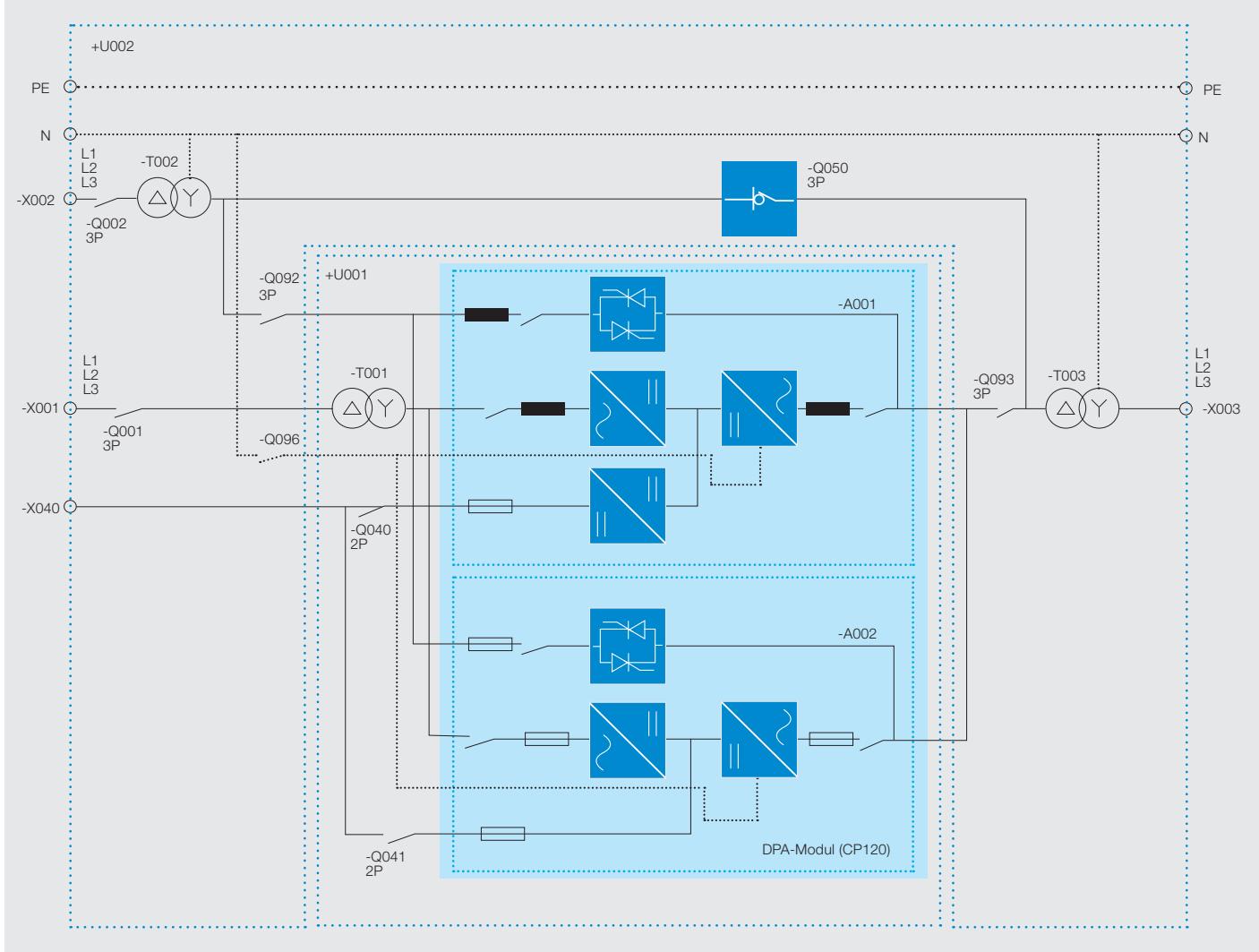
PowerLine DPA

Die PowerLine DPA USV ist das neueste Produkt im ABB-Portfolio von Leis-

tungsschutzprodukten auf Basis der DPA → 2-3 und speziell für den Einsatz in rauen Industrieumgebungen ausgelegt.

Überlebensfähigkeit ist entscheidend, weshalb die physische Robustheit eine besondere Rolle spielt. Durch die Schutzart IP31 ist die PowerLine DPA bestens vor Staub, Kondenswasser, hoher Luftfeuchtigkeit (bis zu 95 %), einer korrosiven Umgebung und rauem Umgang geschützt. Die USV ist für einen Betriebstemperaturbereich von –5 bis +45 °C ausgelegt. Da die Sicherheit im Mittelpunkt steht, bietet die PowerLine DPA ein hohes Maß an Schutz für das Bedien- und Wartungspersonal. Die Konformität mit den einschlägigen Normen – IEC/EN 62040-1 für allgemeine und Sicherheitsanforderungen, IEC/EN 62040-2 für EMV und IEC/EN 62040-3 für Leistungs- und Prüfungsanforderungen – ist nachgewiesen.

Der Platz für elektrische Anlagen ist häufig begrenzt oder sehr teuer. Die PowerLine DPA USV besitzt nicht nur eine geringe Stellfläche, sondern auch



Kabeleingänge an der Vorderseite (oben und unten), sodass kein rückwärtiger Zugang und der damit verbundene zusätzliche Platz erforderlich ist.

Die PowerLine DPA ist eine USV mit Online-Doppelwandlung, d.h. der eingehende Wechselstrom (AC) wird zunächst in Gleichstrom (DC) umgewandelt, aus dem dann der Ausgangswechselstrom in Form einer sauberen Sinuswelle synthetisiert wird. Durch diese

beiden Umwandlungsschritte wird die Wellenform der Ausgangsspannung von möglichen Störungen auf der AC-Seite isoliert.

Die USV basiert auf dem Prinzip der Pulsweitenmodulation (PWM) und nutzt leistungselektronische Bauelemente, die den Oberschwingungsanteil im Eingangsstrom auf unter 3 % senken und somit Verzerrungen der Netzspannung reduzieren, die den Betrieb anderer am

Durch die Schutzart IP31 ist die PowerLine DPA bestens vor Staub, Kondenswasser, hoher Luftfeuchtigkeit, einer korrosiven Umgebung und rauem Umgang geschützt.

Netz befindlicher Geräte beeinträchtigen können. Zur Erhöhung der Sicherheit und galvanischen Trennung der USV und der nachgeschalteten Last können am Ein- und Ausgang der USV

zusätzliche Trenntransformatoren installiert werden. Dies kann z. B. erforderlich sein, wenn der AC-Eingangsstrom der USV von einer Schaltanlage oder einer Motorsteuerung kommt und elektrisch stark rauschende Lasten wie drehzahlgeregelte Antriebe an dieselbe Sammelschiene angeschlossen sind.

Zur Einhaltung spezieller Spannungsanforderungen sind entsprechende Step-up/-down-Transformatoren erhältlich. Darüber hinaus besitzt die PowerLine DPA eine hohe Überlastbarkeit und Kurzschlussfestigkeit und ist mit Nennleistungen von 20 bis 120 kVA erhältlich. Mit (dreiphasigen) Eingangs- und Ausgangsspannungen im Bereich von 220 bis 415 V AC deckt die USV einen breiten Anwendungsbereich ab.

Die PowerLine DPA USV besitzt nicht nur eine geringe Stellfläche, sondern auch Kabeleingänge an der Vorderseite, so dass kein rückwärtiger Zugang erforderlich ist.

Eine Schrankheizung gegen Korrosion, Hebeösen, Staubfilter, Schutzart IP42, halogenfreie Kabel und Kaltstartfähigkeit gehören zu den weiteren Merkmalen der PowerLine DPA, die speziell für den Einsatz in anspruchsvollen Industrieumgebungen konzipiert wurden.

Batteriebank

Die meisten Industrieprozesse beziehen eine erhebliche Strommenge über eine USV-Anlage. Deshalb ist die PowerLine DPA mit ventilgeregelten Blei-Säure-(VRLA-) oder Nickel-Cadmium-(NiCd-) Batterien ausgestattet, die eine Autonomiezeit von bis zu 10 Stunden sicherstellen. Eine schnelle Wiederaufladung ist ebenfalls möglich, um die Betriebsbereitschaft der Batteriebank schnellstmöglich wiederherzustellen.

Fernüberwachung

Bei einem Stromausfall muss das zuständige Personal schnell und umfassend über den Anlagenstatus informiert werden. Deshalb kann die PowerLine DPA USV mit Relaiskarten und einer Netzwerk-Managementkarte ausgestattet werden, die die Verbindung zu einem dezentralen Leitsystem (DCS) oder SCADA-System über SNMP, Modbus TCP oder Modbus RS 485 herstellen. Diese Schnittstellen ermöglichen eine Überwachung von Umweltdaten, eine umfangreiche Behandlung und Weiterleitung von Alarmen, eine redundante Überwachung der USV, die Integration der PowerLine DPA in hersteller- und plattformunabhängige Umgebungen und die Bereitstellung von USV-Daten für Web-Anwendungen.

Die Konnektivität über Schnittstellen wie Modbus und SNMP ermöglicht außerdem die Integration der USV in das „Internet der Dinge, Dienste und Menschen“ (IoTSP). Damit wird die USV Teil eines Netzwerks, über das Produktionsanlagen Informationen austauschen und miteinander interagieren können. Das IoTSP ermöglicht die Zusammenarbeit mit dem Prozessleitsystem und die Bereitstellung von USV-Daten entlang der gesamten Wertschöpfungs- und Lieferkette in Echtzeit. Die Präsenz im Netzwerk verbessert insgesamt die Datenerfassung, den Betrieb, die Wartung und erweiterte Serviceleistungen.

Ein HMI (Bedienpanel) mit Bildschirm zur Anzeige des USV-Fließbilds, des Betriebszustands der USV (normal, Batterie und Bypass) ermöglicht Bedieneingriffe und Messungen vor Ort. Zusätzlich können Alarmmeldungen programmiert werden.

Eine USV für die Zukunft

Die Garantie einer kontinuierlichen Versorgung kritischer Betriebsabläufe mit sauberer Energie ist bei vielen Unternehmen zu einer Grundvoraussetzung für den geschäftlichen Erfolg geworden. Dies gilt für das Transportwesen ebenso wie für den Bergbau und die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie, um nur einige zu nennen. Die für den Einsatz in einer rauen industriellen Betriebsumgebung ausgelegte PowerLine DPA USV kann diese Garantie geben. Aufgrund ihrer modularen Architektur kann sie auf einfache Weise gewartet und erweitert

Die PowerLine DPA ist mit VRLA- oder NiCd-Batterien ausgestattet, die eine Autonomiezeit von bis zu 10 Stunden sicherstellen.

werden. Durch die Möglichkeit eines Modulaustauschs bei laufendem Betrieb muss sie niemals abgeschaltet werden (sie ist für eine Lebensdauer von 15 Jahren bei Dauerbetrieb ausgelegt), sodass eine erstklassige Verfügbarkeit erreicht wird.

Mit einem Wirkungsgrad von bis zu 97 % und einem Leistungsfaktor von eins bietet die PowerLine DPA USV eine verbesserte Effizienz und Rentabilität sowie eine hohe Benutzerfreundlichkeit und Sicherheit in einer Vielzahl von Industrieumgebungen. Dies und die hohe Wartungsfreundlichkeit der PowerLine sorgen für äußerst niedrige Gesamtbetriebskosten über die Produktlebensdauer hinweg.

Diana Garcia

ABB Discrete Automation and Motion,
Power Converters
Turgi, Schweiz
diana.garcia@ch.abb.com

Gerührt, nicht geschüttelt

Ultralow Harmonic Drives beseitigen schädliche Oberschwingungen aus Nahrungsmittel- und Getränkeanwendungen

TIMO HOLTTINEN – Kunden erwarten, dass ihre Anlagen die Produkte vorsichtig behandeln und unnötige Erschütterungen oder Vibrationen vermeiden. Dies gilt nicht nur für die Nahrungsmittel und Getränke auf der Produktionslinie, sondern auch für die Stromversorgung, die die Anlagen am Laufen hält. In Stromnetzen kann es leicht zu Oberschwingungen, also Schwingungen höherer Ordnung kommen, die durch Geräte verschiedener Art erzeugt werden. Oberschwingungen können sich negativ auf andere am Netz angeschlossene Geräte auswirken und z. B. zu Überhitzung und Fehlfunktionen führen. Obwohl es Lösungen gibt, die Oberschwingungen entgegenwirken oder mindern, ist es besser, Geräte einzusetzen, die sie gar nicht erst erzeugen – wie die Ultralow Harmonic Drives von ABB.

Vieler Phänomene in der Natur treten zyklisch auf, z. B. ein sich drehendes Rad, Wellen auf dem Meer oder die Jahreszeiten. Der Ausdruck „Zyklus“ deutet auf eine Rotation mit konstanter Geschwindigkeit hin – etwas, was Mathematiker mithilfe der Sinusfunktion beschreiben. Doch die eben genannten Beispiele lassen sich (vielleicht mit Ausnahme des Rads) nicht allein durch diese Funktion ausreichend beschreiben, denn sie weisen überlagerte höhere Frequenzen auf, die selbst ebenfalls Sinusfunktionen darstellen. So, wie die Außentemperatur dem langsamem Zyklus der Jahreszeiten folgt, aber gleichzeitig auch dem viel kürzeren Zyklus von Tag und Nacht unterliegt.

Oberschwingungen (engl. harmonics) an sich stellen kein Problem dar. Ohne Oberschwingungen würden alle Musikinstrumente gleich klingen, Musiker könnten keine Akkorde spielen, und Surfer hätten keine große Freude auf den Wellen. In elektrischen Systemen jedoch können Oberschwingungen eine Menge anrichten. Da sich Generatoren in Kraftwerken mit konstanter und geregelter Geschwindigkeit drehen, ist der Strom in einem Wechselstrom-

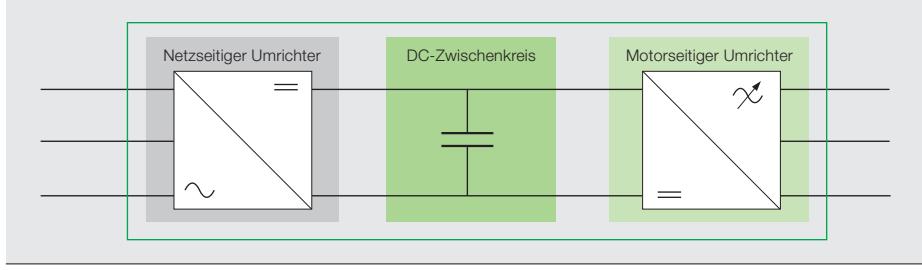
netz im Idealfall sinusförmig. In der Realität ist dies jedoch häufig nicht der Fall, weil durch verschiedene Einflüsse Oberschwingungen ins Netz eingespeist werden. Zu den Geräten, die Oberschwingungen erzeugen, gehören Motorstarter, drehzahlgeregelte Antriebe, Schweißgeräte, unterbrechungsfreie Stromversorgungen und Computer. Die von ihnen erzeugten Oberschwingungen können sich negativ auf andere Geräte und Systeme auswirken, die an das Netz angeschlossen sind. In Moto-

Oberschwingungen können sich negativ auf andere Geräte und Systeme im Netz auswirken.

ren, Transformatoren und anderen Geräten verursachen sie eine Erwärmung, d. h. es geht nicht nur unnötig Energie verloren, sondern es ist auch eine zusätzliche Kühlung erforderlich, und die betreffende Ausrüstung kann Schaden nehmen. Anzeigen und Beleuchtungen können flackern, Leistungsschalter können auslösen, und Messgeräte können falsche Werte liefern.

Aber warum erzeugt ein drehzahlgeregelter Antrieb Oberschwingungen? Ein elektrischer Antrieb wandelt eine feste Eingangsspannung und -frequenz (vom Netz) in eine

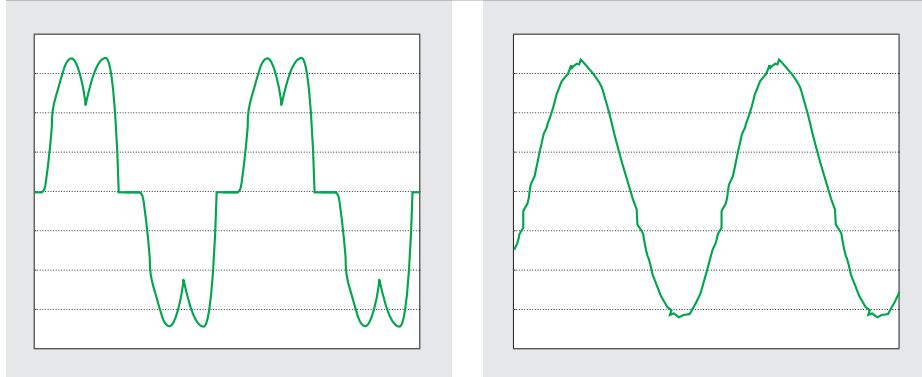
1 Der netzseitige Umrichter kann Oberschwingungen im Netz erzeugen.



4 Frequenzumrichter vom Typ ACS800-31



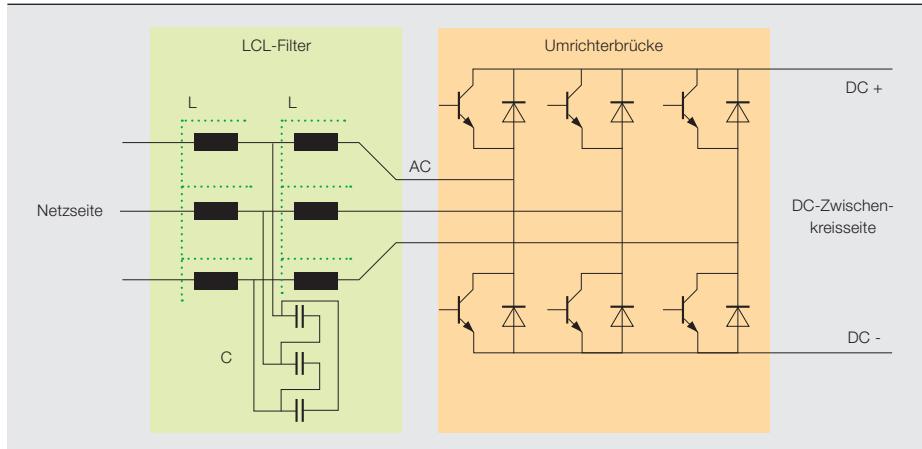
2 Die Oberschwingungen werden von 30-50 % auf nur 5 % reduziert.



2a Dioden-Einspeiseeinheit

2b Aktive Einspeiseeinheit

3 Der netzseitige Umrichter und der eingebaute Filter



veränderliche Ausgangsspannung und -frequenz (typischerweise zum Antrieb und zur Steuerung eines Motors) um. Dies geschieht normalerweise mithilfe eines Gleichspannungs-Zwischenkreises. Dabei sind zwei Umrichter so gegeneinander geschaltet, dass der eingehende Wechselstrom (AC) im ersten Umrichter in Gleichstrom (DC) und anschließend im zweiten Umrichter wieder in Wechselstrom mit der gewünschten Spannung und Frequenz umgewandelt wird → 1. In herkömmlichen Antrieben kommt im netzseitigen Umrichter eine Sechspuls-Diodenbrücke zum Einsatz. Der Nachteil dieser Lösung ist, dass sie Oberschwingungen im Netz erzeugt → 2a. Besonders häufig sind die sogenannten Oberschwingungen der fünften und siebten

Ordnung (d.h. sie besitzen das fünf- bzw. siebenfache der Netzfrequenz). Die daraus resultierende Verzerrung kann 30 bis 50 % des Gesamtstroms betreffen.

Das Problem der Oberschwingungen ist alles andere als neu, und es gibt mehrere Lösungen wie aktive und passive Filter, Drosselpulen und Mehrpuls-Verfahren mit Mehrwicklungstransformatoren. Doch Vorbeugung ist besser als Behandlung, weshalb ABB sogenannte Ultralow Harmonic Drives anbietet, die diese Oberschwingungen durch ihre Konstruktion vermeiden. In Kombination mit der eingebauten aktiven

Einspeiseeinheit und dem Netzfilter ist ein solcher Umrichter in der Lage, die Stromverzerrung auf unter 5 % zu reduzieren → 2b-3. Der Eingangsumrichter eines Ultralow Harmonic Drive nutzt keine Dioden, sondern IGBTs¹, die eine aktive Modulation glatterer Wellenformen ermöglichen.

ABB bietet eine Familie von Ultralow Harmonic Drives an, zu der auch der ACS800-31 gehört, ein Frequenzumrichter für bis zu 110 kW für die Wandmontage. Er verfügt über EMV-Filter und E/A-Erweiterungsmodul und ist in der Schutzart IP21 erhältlich, womit er sich für verschiedene Anwendungen in der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie eignet.

Für höhere Leistungsanforderungen steht der ACS800-37 in Schrankausführung für bis zu 2.800 kW in verschiedenen Schutzarten bis IP54 zur Verfügung.

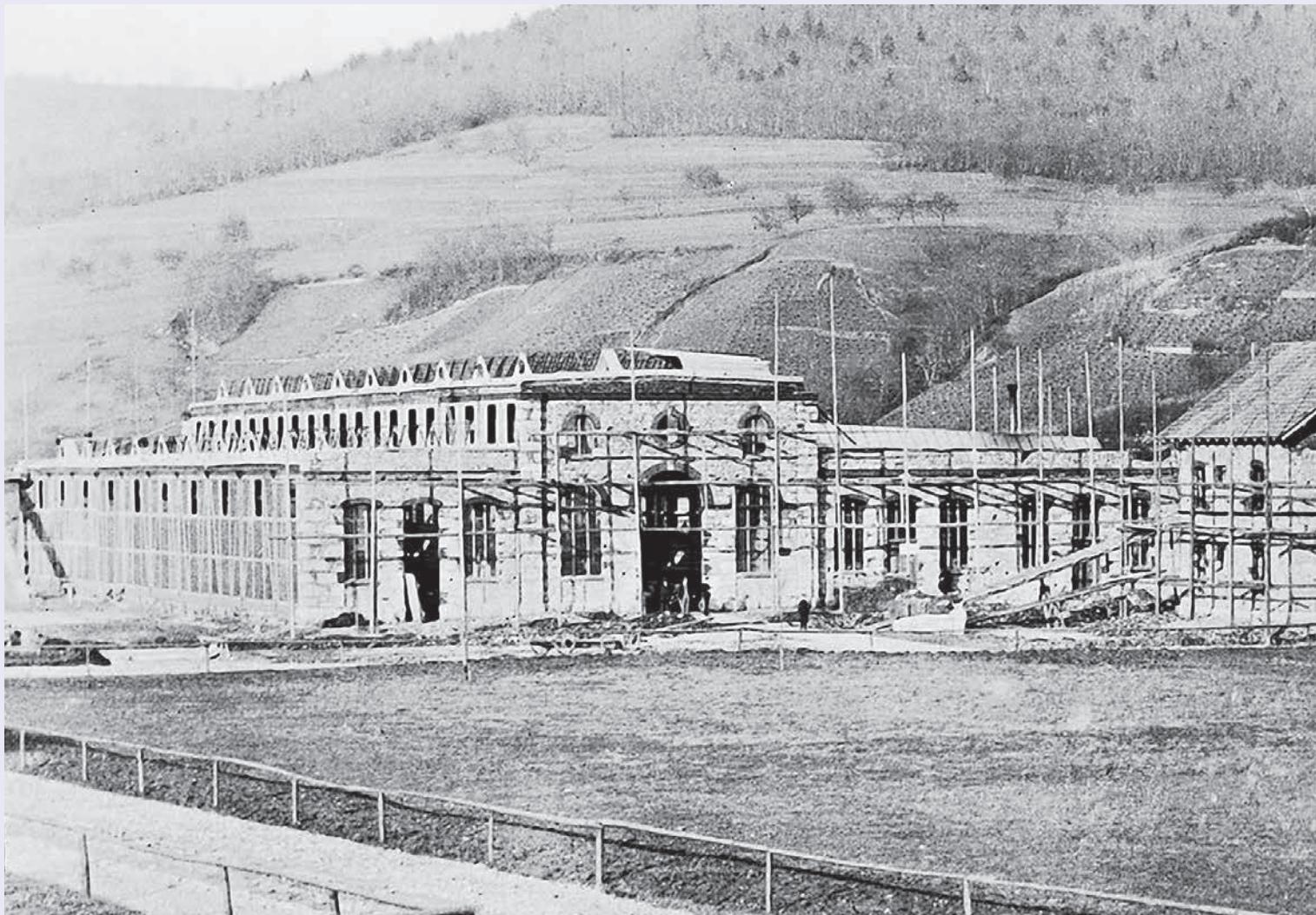
Die ABB-Frequenzumrichter sind einfach einzurichten und zu konfigurieren und eignen sich für eine breite Palette von Arbeitsumgebungen und Leistungsklassen.

Timo Holttinen

ABB Discrete Automation and Motion, Drives and Controls
Helsinki, Finnland
timo.holttinen@fi.abb.com

Fußnote

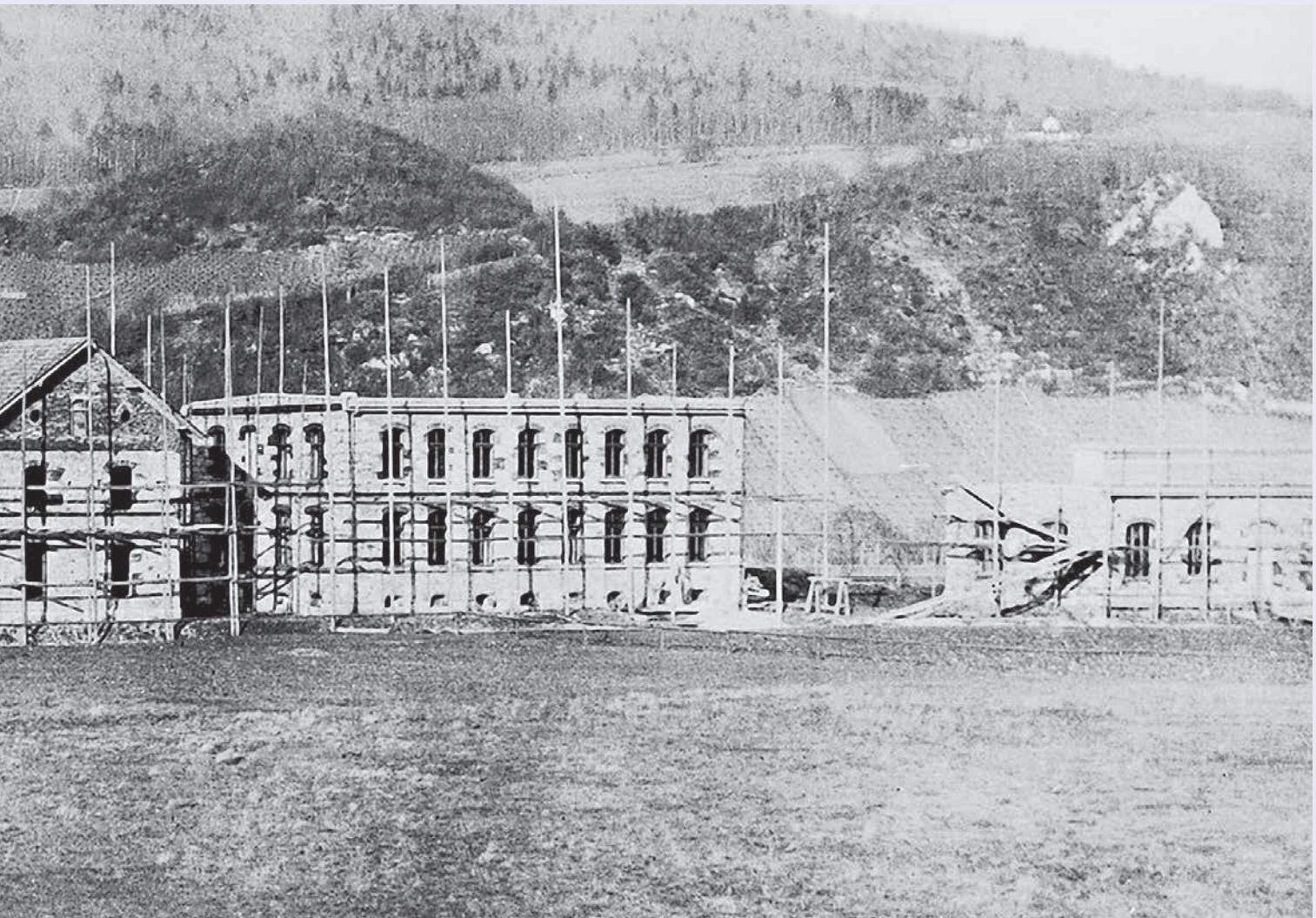
1 Siehe auch Seite 58.



125 Jahre

ABB feiert 125-jähriges Jubiläum in der Schweiz

MALCOLM SHEARMUR – Im Jahr 1891 gründeten Charles Brown und Walter Boveri im schweizerischen Baden ein neues Unternehmen, um das Potenzial einer vielversprechenden neuen Technologie zu nutzen – der Elektrizität. Dank der Vision und des Unternehmergeistes seiner Gründer entwickelte sich Brown Boveri & Cie. (BBC) schnell zu einem erfolgreichen Unternehmen, das den Grundstein für viele bedeutende Innovationen in der modernen Energieversorgung legte. Einige Jahre zuvor, im Jahre 1883, gründete Ludvig Fredholm im schwedischen Västerås das Unternehmen ASEA zur Herstellung von elektrischen Beleuchtungsprodukten und Generatoren. Auch ASEA war ein Pionier und hat bis zur Fusion mit BBC zu ABB im Jahr 1988 eine ganze Reihe von Innovationen für energietechnische und industrielle Anwendungen hervorgebracht. Dieser Artikel – der erste in einer Reihe von Beiträgen über die Errungenschaften von ABB und ihren Vorgängerunternehmen in den letzten 125 Jahren – befasst sich mit den Auswirkungen von ABB-Entwicklungen auf die moderne Gesellschaft.



Brown und Boveri ergänzten einander perfekt. Brown war ein begnadeter Ingenieur und hatte unter anderem den Transfator und Generator für das erste Kraftwerk mit Hochspannungs-Drehstromübertragung (in Lauffen, Deutschland) konstruiert, während Boveri – ebenfalls technisch begabt – ein visionärer Geschäftsmann war, der die europäische Expansion von BBC vorantrieb.

BBC gehörte von Beginn an zu den Pionieren auf dem Gebiet der Elektrotechnik: Binnen eines Jahres nach der Gründung am 2. Oktober 1891 hatte das Unternehmen die eigene Fabrik elektrifiziert und den Bau des ersten Kraftwerks in der Stadt Baden ermöglicht. Bis 1895 lieferte BBC die elektrische Ausrüstung für die Straßenbahn in Lugano, und im Jahr 1897 entwickelte das Unternehmen den ersten ölfüllten Hochspannungs-Leis-

tungsschalter, der die Grundlage für das Know-how von ABB auf dem Gebiet der Schaltanlagen legte.

Glaube an die Kraft der Elektrizität

Der Erfolg von BBC war zu einem Großteil auf den Glauben der Gründer zurückzuführen, dass die Elektrizität die Welt verändern würde. Tatsächlich waren sie so überzeugt, dass Dampfloks bald durch Elektro-

lokomotiven ersetzt würden, dass BBC im Jahr 1905 den gerade fertiggestellten Simplon-Eisenbahntunnel zwischen der Schweiz und Italien auf eigene Kosten elektrifizierte. Sechs Jahre zuvor hatte das Unternehmen eine elektrisch angetriebene Lokomotive entwickelt, die auf der ersten elektrifizierten Normalspurstrecke Europas zwischen Burgdorf und Thun zum Einsatz kam und damit eine neue Ära der Bahnelektrifizierung einläutete.

Diese Innovationen sind nur einige von vielen wegweisenden technischen Entwicklungen, die BBC und später ABB zum Inbegriff für Innovation machten. In den 1940er Jahren entwickelte BBC die

Der Erfolg von BBC war zu einem Großteil auf den Glauben der Gründer zurückzuführen, dass die Elektrizität die Welt verändern würde.

erste Hochgeschwindigkeitslokomotive mit Direktantrieb – was die Effizienz und Zuverlässigkeit verbesserte – und in den 1960er Jahren den ersten getriebelosen Antrieb für Zementmühlen. Das Unternehmen baute in den 1970er Jahren den leistungsstärksten Transformator der Welt und lieferte in den 1980er Jahren Erzeugungs- und Übertragungssysteme für das weltweit größte Wasserkraftwerk.

Titelbild

Bau der ersten Büro- und Produktionsgebäude von BBC im schweizerischen Baden im Jahr 1891.

BBC entwickelte die erste Hochgeschwindigkeitslokomotive mit Direktantrieb und in den 1960er Jahren den ersten getriebelosen Antrieb für Zementmühlen.

Innovationen von ASEA

Seit ihrer Gründung im Jahr 1883 folgte auch ASEA dem Pfad der Innovation und verzeichnete frühe Fortschritte auf dem Gebiet der Drehstromgeneratoren, -motoren und -transformatoren. Das Unternehmen baute ganze Kernkraftwerke, nahm diese in Betrieb und erkannte früh das Potenzial der Robotertechnik. Im Jahr 1974 kam der erste Industrieroboter von ASEA auf den Markt.

ABB setzt die Innovation fort

Seit der Fusion von BBC und ASEA im Jahr 1988 zu ABB treibt das Unternehmen die Innovation in seinen Kernsegmenten Energie- und Automatisierungs-technik weiter voran. ABB hat Technologien entwickelt, die Kunden eine zuverlässige Stromversorgung und Verbesserung der Produktivität bei gleichzeitiger Reduzierung der Umweltbelastung ermöglichen. ABB ist Markt- und Technologie-führer in vielen Bereichen, darunter die Industrierobotik, die zur Verbesserung der Qualität und Sicherheit in der Fertigung beiträgt; drehzahlgeregelte Antriebe, die den Energieverbrauch von Elektromoto-ren drastisch senken; Automatisierungssysteme, die dabei helfen, Fabriken kostengünstig zu betreiben; und Hochspannungs-Gleichstromtechnik, die eine verlustarme Übertragung von Strom über große Entfernungen ermöglicht.

Kurz gesagt, viele Vorteile, die uns im täglichen Leben so selbstverständlich erscheinen – von der Stromversorgung auf Knopfdruck bis hin zur durchgängig hohen Qualität industrieller Waren – wurden durch Technologien ermöglicht, die von ABB und ihren Vorgängerunternehmern ASEA und BBC in den letzten 125 Jahren entwickelt wurden.

ABB ist überall

Heute sind Systeme von ABB in der Erdumlaufbahn und tief unter der Erdoberfläche, auf dem Ozean und auf dem Meeresgrund im Einsatz. Technik von ABB ist in Haushalten, Büros und Fabriken ebenso zu finden wie in Anlagen, die Strom erzeu-gen und Wasser aufbereiten, auf Feldern, auf denen Nahrungsmittel wachsen, und in den Zügen und Bussen, die für das Verkehrsnetz eine so wichtige Rolle spielen.

ABB glaubt an den Aufbau langfristiger, wertschöpfender Partnerschaften mit Kunden, Lieferanten, Geschäftspartnern, Mitarbeitern und den Kommunen, in denen das Unternehmen tätig ist. Deshalb

möchte das Unternehmen dieses bedeu-tende Jahr mit allen, die zum Erfolg des Unternehmens beigetragen haben, feiern.

Jubiläumsveranstaltungen

ABB feiert das 125-jährige Jubiläum im Jahr 2016 mit einer Reihe von Veranstaltungen in der Schweiz und rund um die Welt. Dazu gehören Galaveranstaltungen für Kunden, Amtsträger und andere Betei-ligte im Oktober. Außerdem ist das Unter-nahmen an der Eröffnung des Gotthard-Basistunnels, des längsten Eisenbahn-tunnels der Welt, beteiligt. Nachdem BBC bereits bei der Elektrifizierung des Ende des 19. Jahrhunderts eröffneten ersten Gotthardtunnels eine bedeutende Rolle spielte, ist nun ABB ein wichtiger Lieferant für das neueste Projekt.

Bei den Veranstaltungen wird ABB einige Veränderungen präsentieren, die von den 8.500 Mitarbeitern des Unternehmens im Bereich Forschung und Entwicklung vorangetrieben werden. Da Stromnetze aufgrund der steigenden Nachfrage nach erneuerbarer Energie immer komplexer werden, bie-tet ABB z. B. neue Lösungen zur Verbesse- rung der Effizienz und Zuverlässigkeit der Stromversorgung, die für das Wohlergehen von Familien und Unternehmen rund um die Welt von zentraler Bedeutung ist.

In der Industrie eröffnet die Revolution der digitalen Technik neue Möglichkeiten zur Steigerung der Produktivität. So zeichnet sich ein neues industrielles Zeitalter ab, in dem Maschinen zunehmend in der Lage sind, ihre Umgebung wahrzunehmen und mit dem Menschen zu interagieren – im sogenannten „Internet der Dinge, Dienste und Menschen“.

ABB ist ein multikulturelles Team, das sich um den gesamten Globus erstreckt und in einer faszinierenden Welt der Hochtech-nologie tätig ist. Zusammen mit allen Beteiligten freut sich ABB darauf, die Errungenschaften der letzten 125 Jahre zu feiern und gemeinsam in eine span-nende Zukunft zu blicken.

125
YEARS SERVING
THE WORLD FROM
SWITZERLAND
www.abb.com

Malcolm Shearmur

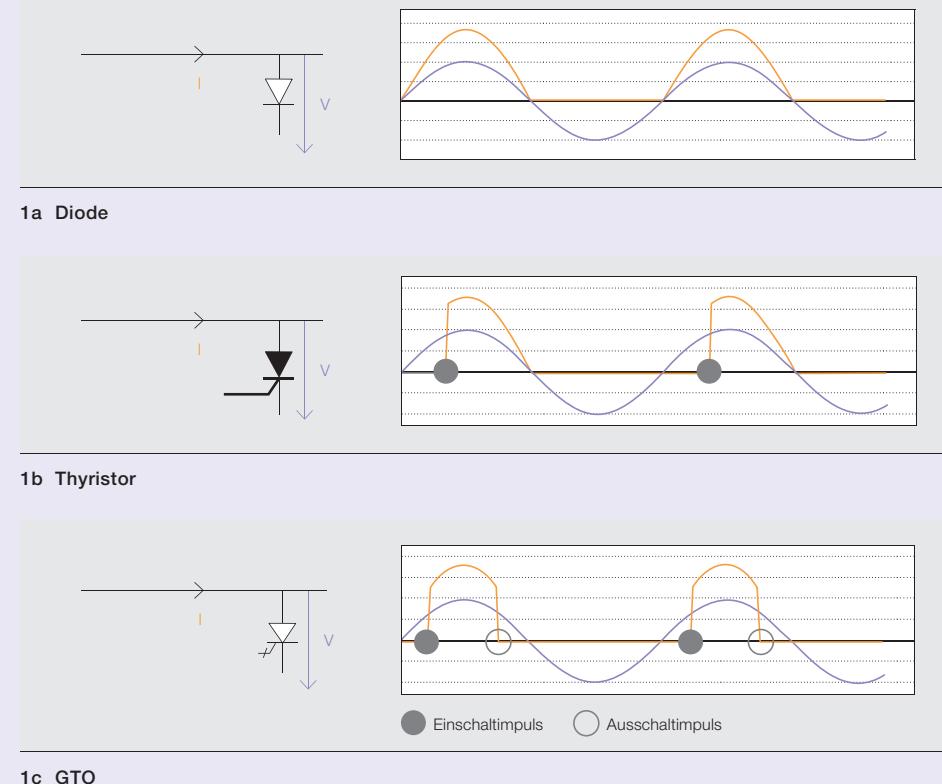
ABB Corporate Communications
Zürich, Schweiz
malcolm.shearmur@ch.abb.com



Leistungshalbleiter

Halbleitertechnik bei ABB – früher und heute

ANDREAS MOGESTUE, MUNAF RAHIMO, SVEN KAKA, CHRISTOPH HOLTMANN – Was haben eine Lokomotive, eine HGÜ-Station und ein Telefonladegerät gemeinsam? In allen drei wird elektrischer Strom umgewandelt, und wenn sie neueren Datums sind, ist dabei höchstwahrscheinlich Leistungselektronik im Spiel. Seit über 60 Jahren entwickeln und fertigen ABB und ihre Vorgängerunternehmen Leistungshalbleiter – jene kleinen, robusten Schaltelemente im Herzen von Stromrichtern.



1c GTO

Der Begriff „Halbleiter-Revolution“ wird häufig im Zusammenhang mit neuen Technologien verwendet, die in jüngster Vergangenheit in den Bereichen Kommunikation, Datenverarbeitung und Unterhaltungselektronik entstanden sind. Immer mehr Menschen können soziale Medien nutzen oder Online-Handel betreiben, weil hochintegrierte Halbleiter heute zu geringen Stückpreisen verfügbar sind. Daneben findet sozusagen im Verborgenen eine weitere Halbleiter-Revolution statt, die keinen geringeren Einfluss auf die weitreichenden Veränderungen der letzten Jahrzehnte hatte: die Entwicklung der Leistungselektronik.

Die Leistungselektronik ermöglicht eine sichere, effiziente und kostengünstige Umwandlung von Elektrizität mit verschiedenen Frequenzen und Spannungen. Wenn man bedenkt, dass schätzungsweise 65 % der erzeugten elektrischen Energie für Elektromotoren eingesetzt werden, liegt in der Möglichkeit zur effizienteren Steuerung von Motoren mittels Leistungselektronik ein enormes Einsparungspotenzial im Hinblick auf

Ressourcen und Emissionen. Darüber hinaus kann durch den Einsatz von Leistungselektronik im Stromnetz (z. B. durch FACTS oder HGÜ) die Regelbarkeit des Leistungsflusses verbessert werden, und es kann mehr Leistung mit geringeren Verlusten übertragen werden. Und auch das massive Wachstum im Bereich der Sonnen- und Windenergie in den letzten Jahren wäre ohne leistungselektronische Umrichter als Bindeglied zum Stromnetz nicht möglich gewesen.

Doch was genau sind Halbleiter?

Ohne Leistungs-halbleiter wäre die derzeitige Revolution der erneuerbaren Energien undenkbar.

Halbleiter

Ein Halbleiter ist ein Material, das sowohl die Eigenschaften eines Leiters als auch eines Nichtleiters aufweisen kann. Seine Leitfähigkeit kann durch Faktoren wie Verunreinigungen, Geometrie, elektrische Felder, Temperatur, Druck und Licht

Titelbild

Das ABB-Werk in Lenzburg mit der alten Fabrik für bipolare Bauelemente links und der neuen BiMOS-Anlage rechts.

2 Meilensteine in der Halbleitergeschichte von ABB

1954	Beginn der Halbleiterentwicklung in Ludvika (ASEA) und Baden (BBC)
1956	BBC bringt ihre erste Diode auf den Markt (100 V/100 A).
1961	Einführung des ersten BBC-Thyristors (1.200 V/100 A)
1961	Dioden erreichen 650 V/200 A.
1969	Eröffnung des neuen BBC-Werks in Lampertheim
1970	Thyristoren erreichen 3.000 V/800 A.
1976	Einführung der Neutronen-Transmutationsdotierung (BBC)
1977	Eröffnung des neuen BBC-Werks in Lenzburg
1980	Thyristoren erreichen 5 kV/2 kA.
1988	ASEA und BBC fusionieren zu ABB.
1990	Verkauf des Werks Lampertheim an IXYS
1991	Konzentration der ABB-Halbleiteraktivitäten in Lenzburg
1992	Vorstellung des IGBT-Prototyps für 4,5 kV/600 A
1995	Erste Prototypen des IGCT für 4,5 kV/3 kA
	GTOs und Dioden erreichen 4,5 kV/4 kA.
1996	Einführung des 3,3-kV/1,2-kA-IGBT-Moduls für Traktionsanwendungen
	Einführung der BCT-Technologie (bidirektional gesteuerter Thyristor)
	ABB bringt eine komplette IGCT-Reihe von 500 kW bis 9 MW auf den Markt.
1997	Einführung des 4,5-kV/1,2-kA-IGBT-Moduls mit integriertem Kühlkörper für Traktionsanwendungen
	Einführung des 2,5-kV/700-A-IGBT für HVDC Light®
1998	Eröffnung der 5"-IGBT-Waferfertigung in Lenzburg
2000	Einführung der 2,5-kV-StakPak-Module für HVDC Light
2001	Einführung des IGBT für 1,2 kV–1,7 kV auf Basis der Thin Wafer Soft Punch-Through (SPT) Plattform
	Einführung der Plattform für Hochspannungs-SPT-IGBT/Dioden (mit rekordverdächtigem sicherem Arbeitsbereich)
2003	Einführung der HiPak-Modulplattform für SPT-IGBT mit 2,5 kV–3,3 kV
	Erweiterung auf 6"-IGBT-Waferfertigung in Lenzburg
2005	Einführung der HS-HiPak-Modulplattform für SPT-IGBT mit 3,3 kV–6,5 kV
2006	Einführung der verlustarmen SPT+-IGBT-Plattform für 1,2 kV–6,5 kV
2007	Einführung der High-Power-Technology (HPT)-IGCT-Plattform
2009	Einführung des 8,5-kV/8-kA-Thyristors
	Einführung der Hochspannungs-BIGT-Technologie
	Erweiterung der Kapazität in Lenzburg und Akquisition von Polovodice
2010	Einführung der 4,5-kV-StakPak-Module für HVDC Light
	Vorstellung der 10-kV-IGCT-Technologie
2011	Demonstration des BIGT für HGÜ-Leistungsschalter
	Spatenstich für WBG-Labor in Baden-Dättwil
2013	Einführung des verbesserten HiPak 2013
	Einführung der BGCT-Technologie (IGCT mit rückwärts leitender Diode auf demselben Wafer)
2014	Einführung der Enhanced-Trench-IGBT-Technologie

3 Thyristoren von BBC aus den 1970er Jahren



BBC brachte ihren ersten Thyristor 1961 auf den Markt.

beeinflusst werden. Aus diesem Grund eignen sich Halbleiter für viele Sensoranwendungen. Vor allem aber sind sie aufgrund der gegenseitigen Abhängigkeit der Eingangs- und Ausgangsgrößen inhärent steuerbar. So lässt sich aus einem Transistor, dem vielleicht bekanntesten Halbleiterbauelement, ein einfacher Verstärker bauen: Ein von einer Antenne aufgenommenes (und auf geeignete Weise gefiltertes und gleichgerichtetes) schwaches Signal kann einem Transistor zugeführt werden, wo es in ein stärkeres Ausgangssignal umgesetzt wird, das sich mit einem Lautsprecher wiedergeben lässt. Dies ist die Grundlage für einfaches Radio.

In der Leistungselektronik werden Bauelemente mit einer etwas anderen Funktionalität benötigt. Hier ist eine möglichst energieeffiziente Leistungsumwandlung gefragt – nicht nur aus wirtschaftlichen Gründen, sondern auch, weil Verluste unmittelbar in Wärme umgesetzt werden, was die Bauelemente beschädigen kann. Deshalb werden Leistungshalbleiter weniger als Verstärker, sondern eher als physische Schalter konzipiert, die entweder ein- oder ausgeschaltet sind.

Die Diode

Die Diode ist das einfachste Bauelement in der Leistungselektronik. Sie leitet Strom in eine Richtung und sperrt ihn in die andere Richtung → 1a. Damit eignet sie sich hervorragend für die Gleichrichtung, d.h. die Umwandlung von Wechselstrom (AC) in Gleichstrom (DC). Das Konzept der Diode ist bereits seit 1874 bekannt, als Karl Ferdinand Braun die Gleichrichtung in Metallsulfiden entdeckte. Die ersten für energietechnische Anwendungen geeigneten Halbleiterdioden kamen jedoch erst in den 1950er Jahren auf.

Die ABB-Vorgängerunternehmen ASEA und BBC begannen beide im Jahr 1954 mit der Entwicklung und 1956 mit der Produktion von Halbleiterdioden → 2.

Der Thyristor

Einer der Nachteile von Diodengleichrichtern ist, dass ihre Ausgangsleistung nicht steuerbar ist. Anders als eine Diode kann ein Thyristor kontrolliert eingeschaltet werden, indem an einen dritten Kontakt, das sogenannte Gate, ein Strom angelegt wird. Nun mag man sich fragen, was ein Schalter nützt, der ein- aber nicht ausgeschaltet werden kann. Wer würde sich z.B. einen Lichtschalter installieren, der nicht wieder abgeschaltet werden kann? Tatsächlich sind in vielen Dimmerschaltern Thyristoren verbaut. Der Trick besteht darin, dass der Strom nicht abgeschaltet werden muss, sondern beim Nulldurchgang von selbst aufhört zu fließen → 1b. Durch Veränderung des Zündphasenwinkels kann die durchschnittliche Leistungsaufnahme der



Im Jahr 1998 eröffnete ABB eine neue Waferfertigung. Seitdem kann die gesamte IGBT-Fertigung in-house abgewickelt werden.

Leuchte (und damit ihre Helligkeit) gesteuert werden. Neben der Wandlung von Wechsel- in Gleichstrom können Thyristoren auch zur Wandlung von DC in AC (Wechselrichtung) eingesetzt werden, sofern eine lokale Kommutation (z.B. eine lokale Stromerzeugung) auf der AC-Seite vorhanden ist.

Der Thyristor wurde erstmals 1950 von William Shockley beschrieben. BBC begann 1961 mit der Produktion.

Der GTO

Obwohl der Thyristor in vielen Bereichen Anwendung findet, besteht dennoch ein Bedarf an Bauelementen, die auch abgeschaltet werden können – z.B. bei der Pulsweitenmodulation (PWM) zur Umwandlung von DC in AC ohne die Unterstützung lokaler Kommutation (wobei zudem weniger Oberschwingungen entstehen und somit auf Filter verzichtet werden kann).

Dies wird durch den Gate Turn-Off Thyristor (GTO) ermöglicht. Von der Funktionsweise her ähnelt er dem Thyristor, jedoch kann er durch einen negativen Strom am Gate abgeschaltet werden → 1c.

GTOs gibt es seit den 1960er Jahren, aber sowohl ASEA als auch BBC wurden auf diesem Gebiet erst spät aktiv. So brachte BBC ihren ersten GTO im Jahr 1980 auf den Markt.

Der IGBT

In den 1990er Jahren tauchte ein neues Bauelement in der Leistungselektronik

auf. Der Integrated-Gate Bipolar Transistor (IGBT) wird durch Anlegen einer Spannung anstelle eines Stroms gesteuert, was die Steuerschaltung deutlich vereinfacht. Zudem bietet er eine höhere Betriebsstabilität als die oben beschriebenen früheren Bauelemente (die unter dem Begriff der bipolaren Technologie zusammengefasst werden), da die Spannung des IGBT bei einem Kurzschluss ansteigt und der Strom automatisch begrenzt wird. Dies reduziert die Komplexität der erforderlichen Schutzbeschaltung. Und da IGBTs nicht in druckkontakteierten Stapeln (sog. Stacks) montiert werden müssen, lassen sie sich leichter installieren und austauschen.

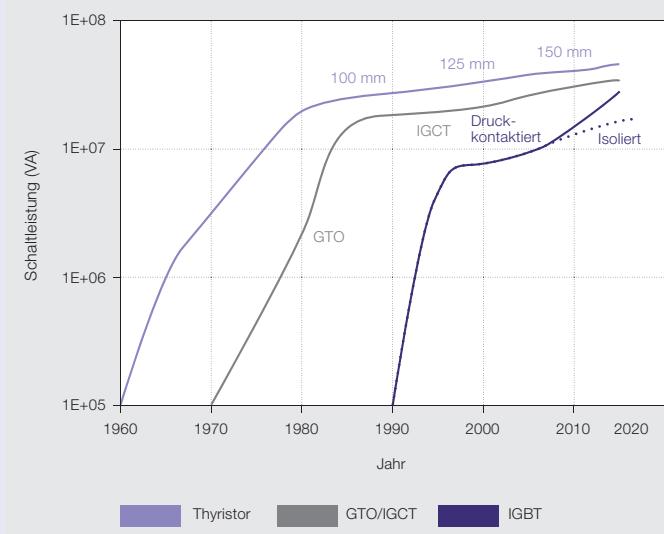
ABB begann im Jahr 1992 mit der IGBT-Fertigung. Im Jahr 1998 eröffnete das Unternehmen eine neue Waferfertigung im schweizerischen Lenzburg. Seitdem kann die gesamte IGBT-Fertigung in-house abgewickelt werden.

Während IGBTs zunächst hauptsächlich für Antriebsanwendungen eingesetzt wurden, spielen sie seit Einführung der selbstgeführten HGÜ mit HVDC Light im Jahr 1997 auch in Stromnetzen eine Rolle.

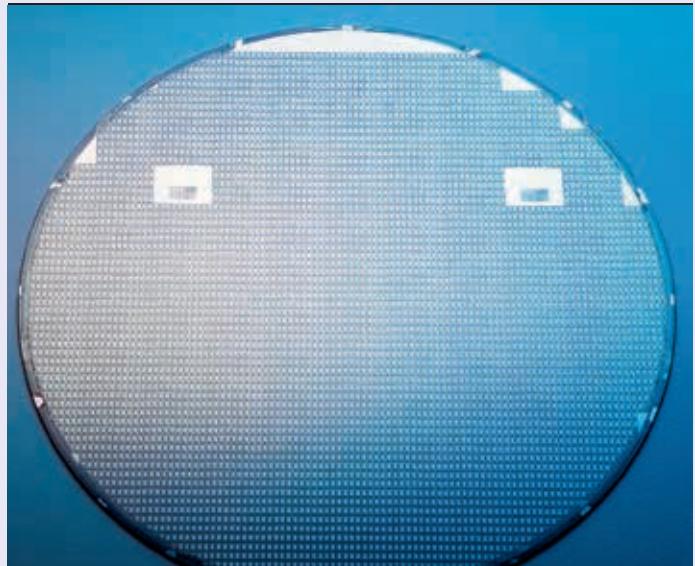
Der IGCT

Auch wenn man denken könnte, dass mit der raschen Verbreitung des IGBT die Ära des GTO ebenso schnell zu Ende gehen müsste, sind diese Bauelemente besonders in höheren Leistungsklassen, die von IGBTs nicht optimal bedient werden, noch immer gefragt.

6 Entwicklung der Schalteistung



7 Ein IGBT-Wafer vor dem Zuschnitt



Der IGCT ist im Wesentlichen ein GTO mit integrierter (statt externer) Gate-Einheit.

Im Jahr 1997 brachte ABB den Integrated Gate-Commutated Thyristor (IGCT) auf den Markt. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um einen GTO mit integrierter (statt externer) Gate-Einheit, die Stromimpulse an das Gate liefert. Die stärkere räumliche Integration verringert die Induktivität, was schnellere Schaltvorgänge und geringere Oberschwingungen ermöglicht. Der IGCT eignet sich hervorragend für Hochleistungs-Antriebsanwendungen. Alle diese Schaltelemente werden von ABB kontinuierlich weiterentwickelt → 6.

Halbleiterfertigung

Die Herstellung von Leistungshalbleitern ist ein komplexer Prozess, der eine hohe Präzision und eine kontrollierte, äußerst saubere Umgebung erfordert. Der Grundwerkstoff ist ein reiner monokristalliner Siliziumhalbleiter in Form einer dünnen Scheibe (Wafer), dessen elektrische Eigenschaften durch Einbringen von Fremdatomen eines Dotierstoffs in die Kristallstruktur verändert werden. Zur Herstellung der komplexen Struktur eines Leistungshalbleiters sind zahlreiche Schritte notwendig → 7. Aus dem fertigen Wafer

werden schließlich die einzelnen Halbleiter zugeschnitten, getestet und gehäust.

Halbleiter bei ABB

Die beiden ABB-Vorgängerunternehmen ASEA und BBC stiegen unabhängig voneinander im Jahr 1954 in die Halbleiterforschung und -herstellung ein → 2. Zum Zeitpunkt der Fusion im Jahr 1988 gab es drei aktive Fertigungsstandorte, die 1991 im Lenzburger Werk zusammengeführt wurden. Während die Erforschung und Fertigung von Halbleitern anfangs vor allem der Unterstützung anderer Aktivitäten des Unternehmens diente, konnte ABB nach Gründung der Tochtergesellschaft ABB Semiconductors Ltd das Halbleitergeschäft weiter ausbauen, um schließlich auch externe Kunden direkt zu beliefern.

1998 wurde in Lenzburg eine Fabrik für BiMOS-Bauelemente (IGBTs und Dioden) eröffnet → **Titelbild**. Mit der Übernahme des Prager Unternehmens Polovodice kam 2010 ein zweiter Fertigungsstandort hinzu. Heute findet die Fertigung bipolarer Bauelemente sowohl in Prag als auch in Lenzburg statt, während BiMOS nur in Lenzburg hergestellt werden.

Wide-Bandgap-Materialien

Abgesehen von einigen frühen Germaniumdioden basieren alle bisher hier beschriebenen ABB-Halbleiter auf Silizium. Im Jahr 2014 eröffnete ABB in ihrem Forschungszentrum in Baden-Dättwil (Schweiz) ein neues Labor für die Entwicklung von Werkstoffen mit großem Bandabstand (Wide Bandgap). Bauele-

mente aus diesen Werkstoffen versprechen geringere Verluste und eine bessere Wärmebeständigkeit als Elemente auf Siliziumbasis, sodass noch höhere Leistungen erreicht werden können. Damit setzt sich die Halbleiter-Revolution auch nach mehr als 60 Jahren Entwicklung kontinuierlich fort.

Dieser Beitrag basiert zum Teil auf dem Artikel „Halbleitergenerationen: Rückblick auf 60 Jahre Halbleiterentwicklung bei ABB“, der in der ABB Review 3/14 erschienen ist.

125
YEARS SERVING
THE WORLD FROM
SWITZERLAND
www.abb.com

Andreas Moglestue

ABB Review

Baden-Dättwil, Schweiz

andreas.moglestue@ch.abb.com

Munaf Rahimo

Sven Klaka

Christoph Holtmann

ABB Semiconductors Ltd.

Lenzburg, Schweiz

munaf.rahimo@ch.abb.com

sven.klaka@ch.abb.com

christoph.holtmann@ch.abb.com



Integration von IT und OT

Effektivere Integration von Informations- und Betriebstechnologie mit Decathlon Services

MARGRET BAUER, WERNER SCHMIDT, JAN-CHRISTOPH SCHLAKE, PER LARSEN, CHRISTIAN JOHANSSON – Die Erfassung und Bereitstellung von industriellen Produktionsdaten war bisher ein kostspieliges Unterfangen – weniger aufgrund der teuren Sensortechnik, sondern vielmehr aufgrund der Kosten, die mit der Verlegung von Strom- und Kommunikationskabeln, dem Anschluss von Controllern und Gateways und der Integration von Messungen in die Automatisierungsarchitektur verbunden sind. Angesichts dieses Aufwands ist es verwunderlich, dass ein Großteil der erfassten und gespeicherten Daten häufig ungenutzt bleibt. Dank kostengünstiger Sensortechnik werden in Zukunft noch mehr Daten zur Verfügung stehen. Laut Schätzungen kann ein mit neuer Sensortechnik ausgestatteter moderner Windpark 150.000 Datenpunkte pro Sekunde erzeugen [1]. Die Schlüssel zur Verwaltung und wertschöpfenden Nutzung solch großer Datenmengen liegen in der Bereitstellung eines einfachen Zugangs und der Portabilität der Daten, der Verknüpfung von Betriebsdaten mit IT-basierten Daten und der Definition von Business-Intelligence und -Logik auf der Grundlage von Daten. Die ABB Decathlon Services Plattform bietet die dafür erforderliche Technologie.

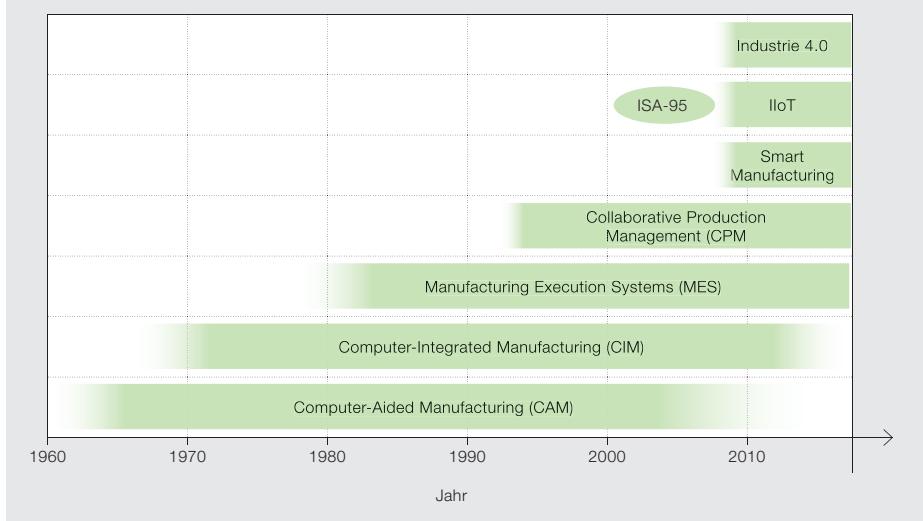
Titelbild

Die ABB Decathlons Services Plattform ermöglicht Anlagen wie dieser eine effektive Entscheidungsfindung durch die Integration von häufig vernachlässigten Betriebsdaten und Informationstechnologie.



Um einen sinnvollen Mehrwert zu generieren, müssen die Daten in den Kontext aller Softwaresysteme eingebettet sein.

1 Initiativen zur Integration von Softwarelösungen in den Prozessindustrien



einzelne Softwarelösungen u. a. das Management der Produktion, der Betriebsanlagen, der Energienutzung, der Rohstoffe und der Betriebssicherheit.

Doch es gibt eine grundlegende Ebene, auf der all diese Systeme miteinander verbunden sind – der eigentliche Prozess. Ihr gemeinsames Ziel ist die Steigerung des Durchsatzes und die Senkung der Betriebskosten.

In der Vergangenheit waren Softwarelösungen zur Unterstützung von Geschäftsprozessen und des Anlagenbetriebs in der Regel unabhängige „Insellösungen“ in Form von speziell entwickelten „Bottom-Up-Lösungen“. Als diese Inseln immer größer wurden, sich einander annäherten und schließlich überlappten, kam man auf die Idee, Brücken zwischen ihnen zu bauen.

→ 1 zeigt eine zeitliche Übersicht über Integrationsinitiativen, wie sie sowohl von staatlicher Seite als auch von der Industrie propagiert wurden. Computer-Integrated Manufacturing (CIM) baut auf verschiedenen Aspekten wie der computergestützten Fertigung (Computer-Aided Manufacturing, CAM) und der schlanken Fertigung (Lean Manufacturing) auf. In einer anderen Terminologie werden einige Aspekte von CIM als Manufacturing Execution Systems (MESs) oder ab den 1990er Jahren als Collaborative Production Management (CPM) bezeichnet. Um das Jahr 2000 veröffentlichte die International Society

of Automation die Norm ISA-95, um die Schnittstelle zwischen Unternehmensführungs- und Leitsystem zu beschreiben. Die ISA-95 beschreibt u. a. das Purdue-Referenzmodell, das aus CIM-Diskussionen und -Initiativen hervorgegangen ist [2].

In jüngster Vergangenheit haben die Regierungen der USA und Deutschlands die Initiativen „Smart Manufacturing“ bzw. „Industrie 4.0“ ins Leben gerufen. Grundlage beider Initiativen sind die Technologien des sogenannten „industriellen Internets der Dinge“ (Industrial Internet of Things, IIoT), das Maschinen, Sensoren und Aktuatoren über Internetprotokolle miteinander verbindet. Industrie 4.0 und Smart Manufacturing beinhalteten viele verschiedene Elemente, doch eine wichtige Gemeinsamkeit ist die einfache Verbindung und Interaktion aller Komponenten – Sensoren, Aktuatoren, Steuerungen, Produktionsausrüstung usw. – in einer Anlage. ABB definiert die Bemühungen zur Verknüpfung aller Aspekte der Produktion per Internet als das „Internet der Dinge, Dienste und Menschen“ (Internet of Things, Services and People, IoTSP), wobei die Datenanalyse oder Business Intelligence (Dienste) auf Betriebsmittel (Dinge) angewandt und von Entscheidungsträgern (Menschen) genutzt werden.

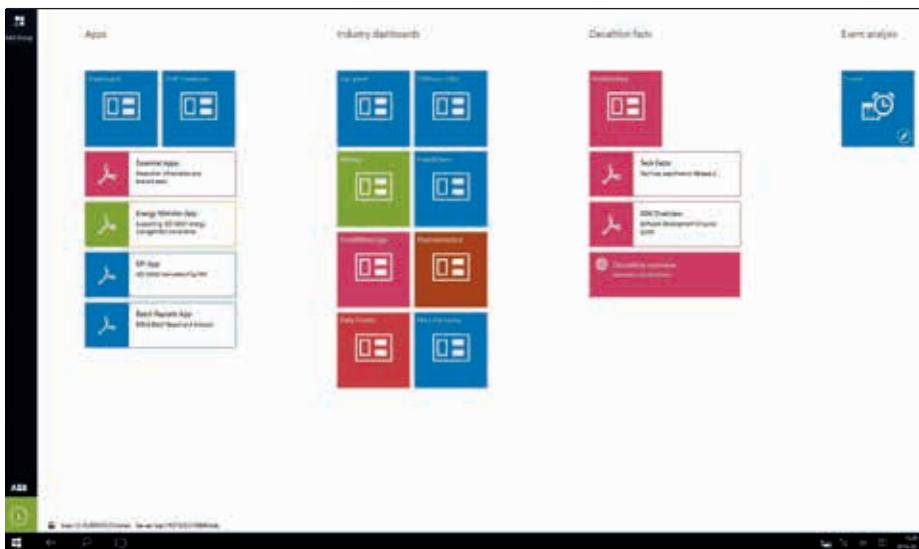
Herausforderungen der Integration

Die Idee der Integration ist nicht neu. Tatsächlich gibt es sie schon seit mindestens 30 Jahren. So bezeichnen Kritiker Industrie 4.0 auch als „alten Wein in neu-

Das Marktforschungsunternehmen Gartner nennt Daten, die erfasst und gespeichert, aber nicht genutzt werden, „Dark Data“ – dunkle Daten. Gartner geht davon aus, dass die Kosten für die Speicherung und Sicherung von Betriebsdaten höher sind als ihre Wertschöpfung, es sei denn, es wird Business-Intelligence eingesetzt, um die darin enthaltenen Informationen zu nutzen.

Von CIM zum „Internet der Dinge, Dienste und Menschen“

Dunkle Daten verbleiben auf dem „Datengräber“, wenn sie nur von Bedienern und Ingenieuren interpretiert werden können, die mit der Produktionsanlage, von der die Daten stammen, bestens vertraut sind. Diese Experten verknüpfen häufig Informationen aus Wartungsprotokollen, Rohrleitungs- und Instrumentierungsschemata, Prozesstrends und Alarmen „händisch“ miteinander. Kurzum, die Daten müssen in den Kontext aller Softwaresysteme eingebettet sein, um einen sinnvollen Mehrwert zu generieren. Computer und Informationstechnologie (IT) sind in Fertigungs- und Verarbeitungsbetrieben seit Langem in vielen Bereichen präsent – von der Entscheidungsfindung auf der Managementebene bis hin zur Betriebsführung auf der Produktionsebene. Anfangs übernahmen



en Schläuchen“ [8]. Aber warum wird nur über sie geredet, während sie in den meisten potenziellen Anwendungsbereichen nicht genutzt wird?

Damit zwei oder mehr Softwarekomponenten zusammenarbeiten können, müssen einige Hürden überwunden werden. Technologie ist ein Aspekt, der die Integration erschwert. Daneben gibt es aber noch einige weitere, die mit Geschäftsentscheidungen und organisatorischen Belangen zusammenhängen.

Vorhandene Altsysteme

An jedem industriellen Produktionsstandort gibt es viele vorhandene Softwaresysteme, die unterschiedliche Aspekte der Produktion behandeln – Automatisierungssystem, Unternehmensressourcenplanung, Produktions- und Wartungsplanung sowie Asset-, Alarm- und Energiemanagement. Diese Systeme werden nicht auf einen Streich ersetzt. Doch einige von ihnen bieten vielleicht eine Schnittstelle, sodass Daten verfügbar werden. Häufig sind Microsoft Excel bzw. Dateien im CSV-Format (Comma-Separated Values) der gemeinsame Nenner und die einzige Möglichkeit für einen Datenaustausch.

Integration umfasst die gesamte Wertschöpfungskette

Die Integration betrifft sämtliche Aspekte des Anlagenbetriebs von der Auftragsverwaltung und Ablaufplanung über die Steuerung und Wartung bis hin zum Qualitätsmanagement. Diese Bandbreite beinhaltet nicht nur unterschiedliche

Zielsetzungen, sondern auch die Beteiligung von Menschen aus verschiedenen Bereichen des Unternehmens. Die Herausforderung besteht nun darin, die Hautpanforderungen jedes Aspekts zu erfassen, unwesentliche Anforderungen auszusieben und einen Standard zu finden, der alle kritischen Aufgaben erfüllt.

Nicht quantifizierbarer Nutzen

In älteren Anwendungen betreiben vorhandene Softwaresysteme die Anlagen so effizient wie möglich. Um eine Integration wirtschaftlich zu rechtfertigen, sind konkrete Beispiele notwendig, die zeigen, dass durch den Austausch von Daten entweder die Betriebskosten gesenkt oder die Produktionsleistung bzw. die Qualität erhöht werden. Häufig zeigt sich der Nutzen erst, wenn die Integration abgeschlossen ist – wenn Synergien greifen und Menschen und Geschäftsprozesse besser zusammenarbeiten.

Technische Herausforderungen

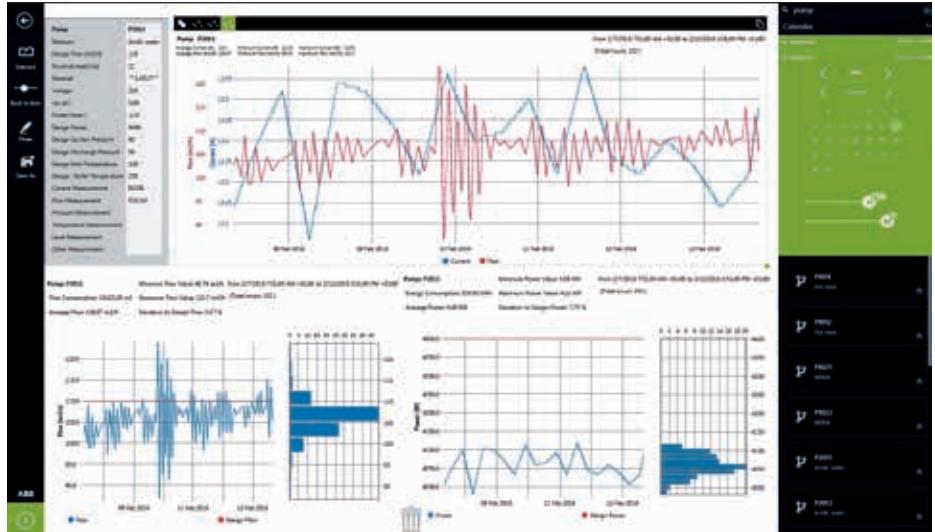
Die technischen Herausforderungen sind vielfältig, doch sie können mithilfe moderner Technologie bewältigt werden. Die Frage ist nur, ob der Aufwand gerechtfertigt ist. Zu den technischen Herausforderungen gehören:

- Anforderungen an die Datenintegrität, Sicherheit und Zuverlässigkeit
- Datenschutz und Cybersicherheit des Leitsystems
- Standardisierte Beschreibungen und Definitionen von Komponenten
- Integration über verschiedene Zeitspannen

Damit zwei oder mehr Softwarekomponenten zusammenarbeiten können, müssen einige Hürden überwunden werden.

Der Schlüssel zur Integration vorhandener IT- und OT-Infrastrukturen liegt darin, Verbindungen ohne Konfigurationsaufwand zu schaffen.

3 Interaktives Dashboard mit Drag-&-Drop-Objekten



- Einbindung von menschlichen Eingriffen
 - Integration von Unternehmens- und Prozessmodellen

Anforderungen an eine Integrationsplattform

Neueste technische Fortschritte und die stetige Entwicklung im Bereich Big Data sorgen dafür, dass eine Integration der IT und Automatisierungstechnik – nach mehreren Jahrzehnten mehr oder weniger vergeblicher Versuche – der Realisierung näher steht als jemals zuvor. Um die Hürden hinsichtlich des betriebswirtschaftlichen Nutzens zu überwinden, muss eine Integrationsplattform folgende Kriterien erfüllen:

Einfache Installation, Upgrades und Nutzung

Kein sachkundiger Nutzer wird so leicht ein System aufgeben, mit dem er oder sie schon lange arbeitet – es sei denn, das neue System lässt sich deutlich einfacher nutzen. Im Zeitalter von Smartphones sind die Erwartungen in puncto Usability sehr hoch. Industrielle Software hat noch viel aufzuholen, um das gleiche Level wie privat genutzte Technologie zu erreichen.

Verbindung zu vorhandenen Systemen

Der Schlüssel zur Integration vorhandener IT- und OT-Infrastrukturen (OT = Operational Technology, Betriebstechnologie) liegt nicht darin, sie zu ersetzen (zumindest nicht gleich), sondern Verbindungen zu schaffen, die keinen Konfigurationsaufwand erfordern. Die Tatsache, dass das System darauf ausgelegt ist, parallel zu vorhandenen Lösungen zu

laufen, bedeutet auch, dass die Daten, die genutzt werden sollen, nicht einfach kopiert werden, sondern dass wirklich auf sie zugegriffen wird, d.h. die Daten werden nur bei Bedarf abgerufen, analysiert und angezeigt.

Implementierung von Business Intelligence

Stehen die Daten von den verschiedenen Teilen der Produktion zentral zur Verfügung, müssen sie zur Realisierung von Business Intelligence verknüpft und analysiert werden. Business Intelligence ist häufig Logik, die von qualifiziertem Personal manuell angewandt wird – z. B. „wenn Bedingung A erfüllt wird und eine Prozessmessung B ihren Grenzwert überschreitet, dann handle.“ Diese Logik muss auf intuitive Weise in Konfigurationstools konfiguriert und verwaltet werden, die allen Nutzern zugänglich sein sollten.

Generierung von betriebswirtschaftlichem Nutzen

Die Plattform sollte Möglichkeiten zur Senkung der Produktionskosten durch Anpassung von Produktionsprozessen oder zur Steigerung der Produktion durch effektivere Nutzung von Betriebsmitteln aufzeigen.

Diese Ziele lassen sich durch Verknüpfung von Informationen aus verschiedenen Systemen – z.B. Asset- und Betriebsinformationen – erreichen, um einen Mehrwert zu generieren.



Das Dashboard macht dunkle Daten nutzbar, indem es das Abrufen, Verknüpfen und Interpretieren von Trends ermöglicht.

Internet der Dienste für die Industrieautomatisierung

ABB Decathlon Services ist eine Plattform, die den Herausforderungen der Integration mit modernster Technologie begegnet.

Die ABB Decathlon Services Plattform begegnet den Herausforderungen der Integration mit modernster Technologie.

Launchpad für industrielle Software

Decathlon Services bietet eine Umgebung zur Einbettung von Anwendungen, die sich auf den gleichen Produktionsprozess beziehen – z. B. Alarmmanagement und Ressourcenzuweisung. Die Softwareanwendungen – oder Apps – sind im Decathlon Launchpad angeordnet, das als zentraler Zugangspunkt für Desktop-Benutzer zu Apps, Berichten, Dokumentationen und anderen Daten fungiert. Aussehen und Bedienung orientieren sich an modernen Betriebssystemen wie Microsoft Design Language bzw. Android- oder iOS-Smartphones → 2. Die Apps auf dem Launchpad werden zentral verwaltet und können für jedes Nutzerprofil personalisiert werden.

Durchsuchen sämtlicher Daten

Wie eine Internet-Suchmaschine liefert die Decathlon-Suchmaschine relevante Ergebnisse zu einem Stichwort in Form von Ergebnisseiten oder Kacheln (grafi-

sche Darstellungen). Es kann nach allgemeinen Begriffen wie „KPI“ und „Pumpe“ gesucht werden, woraufhin alle KPIs (Key Performance Indicators, Leistungskennzahlen) und Pumpen in einer Anlage ausgegeben werden, oder nach bestimmten Elementen wie einer Sensormessung – z. B. „LC1006“, einer Füllstandsmessung (L) gemäß ISA-5.1-2009, die zur Regelung (C) verwendet wird.

Ein Suchwerkzeug für eine Anlage ist generell einfacher als eine Internet-Suchmaschine. Jede Variable – Prozessmessung, KPI, physisches Betriebsmittel oder Bild – hat einen bekannten Namen und eine ID. So kann ein Milchsäurereaktor, der mit einer Reihe von Sensoren und Aktuatoren verbunden ist, mit dem Suchbegriff „Milchsäure“ gefunden werden. Um einen bestimmten Temperaturmesswert zu finden, kann der Nutzer nach „Milchsäure“ und „Temperatur“ oder „TC“ suchen, falls es sich um eine geregelte Temperatur handelt. In Decathlon ist die Suchfunktion in das Dashboard integriert, kann aber auch von anderen Anwendungen aus aufgerufen werden.

Interaktives Dashboard

Ein Dashboard dient dazu, dem Bedienpersonal in einer Produktionsanlage wichtige Informationen anzuzeigen. Die Decathlon Dashboard App und ein Beispiel eines konfigurierten Dashboards

sind in → 3 dargestellt. Ausgangspunkt ist die Suchfunktion in der oberen rechten Ecke. Gibt man dort z. B. den Suchbegriff „Pumpe“ ein, werden alle Pumpen in der Anlage aufgelistet. zieht man die Suchergebnisse auf eine freie Fläche, wird die Pumpen-Kachel dargestellt. Es gibt mehr als eine Möglichkeit, die Suchergebnisse darzustellen, die als Register in der oberen linken Ecke der Kachel angezeigt werden.

Das Dashboard macht dunkle Daten nutzbar, indem es das Abrufen, Verknüpfen und Interpretieren von Trends ermöglicht. Die Daten werden aus dem „Datenfriedhof“ geholt und können auch von Menschen genutzt werden, die nicht umfassend mit dem Prozess vertraut sind. Die Daten stehen allen zur Verfügung und können sorgfältig nach Informationen über den Produktionsprozess untersucht werden.

Kollaborative Umgebung

Die Integration von IT und OT kann zu einer Herausforderung werden, da sie mehrere Teile der Versorgungskette umfassen muss und die Zusammenarbeit von Menschen und IT/OT-Systemen innerhalb des gesamten Unternehmens erfordert. Auch wenn ein Datenaustausch zwischen verschiedenen Quellen möglich ist, wird Expertenwissen benötigt, um die Daten zu interpretieren. So kann es eine Herausforderung sein, bei umfangreichen Entscheidungsfindungsprozessen alle beteiligten Parteien an einen Tisch zu bekommen.

Die Integration von IT und OT erfordert die Zusammenarbeit von Menschen und IT/OT-Systemen im gesamten Unternehmen.

5 Mit seinem 55“-Touchscreen und ergonomischem Design für 24/7-Umgebungen ermöglicht der ABB Collaboration Table die Interaktion mit und Untersuchung von IT/OT-Daten.



Decathlon Services ist für den Einsatz auf dem ABB Collaboration Table optimiert → 4-5. Der Collaboration Table integriert OT-Daten direkt aus dem Leitsystem und setzt neue Maßstäbe für die Nutzung industrieller Daten in einer Büroumgebung.

Integrationstechnologien

Technologische Fortschritte tragen zur Integration unterschiedlicher industrieller Software bei, die bisher unabhängig voneinander benutzt wurde, obwohl bereits seit mehreren Jahrzehnten Integrationsversuche unternommen wurden. Einige wichtige Neuerungen im Softwaredesign sind in → 6 aufgeführt. Ein bedeutendes Ergebnis des technologischen Fortschritts ist ein ver besserter Lebenszyklus. Häufig sind Datenanalyse-tools schnell veraltet, weil sie sich nicht einfach an Veränderungen der Anlage anpassen lassen. Das Problem sollte durch die Aufteilung zwischen Benutzerinteraktion und Business Intelligence beseitigt werden, da nur verfügbare Datenquellen verknüpft werden und der Algorithmus intakt und funktional bleibt.

Einfache Implementierung von Apps

Zwei Bereiche, in denen die Decathlon Service Apps wertvolle Informationen zur Entscheidungsfindung liefern können, sind die Energieüberwachung und das Management von KPIs.

Energieüberwachung

Steigende Energiekosten und neue Bestimmungen hinsichtlich des Energieverbrauchs erfordern die Überwachung, Planung und Optimierung der Energienutzung in Produktionsprozessen. Dazu müssen die Produktionsprozesse genau überwacht werden, wozu wiederum Messungen aus dem Prozessleitsystem benötigt werden. Messungen der Strom-, Leistungs- oder Gaszufuhr liefern Informationen über den genauen Energiebedarf jedes Betriebsmittels. Diese Messungen werden abschnittsweise zusammengefasst und im ABB Energy Monitor bereitgestellt. Die App orientiert sich an der Norm ISO 5001:2011 zur Umset-

Die Decathlon Service Apps liefern wertvolle Informationen zur Entscheidungsfindung.

zung, Pflege und Verbesserung eines Energiemanagementsystems. Der Energieverbrauch wirkt sich direkt auf die Produktionsplanung, das Asset-Management und andere Aspekte der Produktion aus. Mit Decathlon werden Informationen über die Energienutzung direkt für Planungs- und Asset-Überwachungssysteme zur Verfügung gestellt.

KPI-Management

Aufgabe eines Produktionsleiters ist es, die Leistung einer oder mehrerer Anlagen eines Unternehmens zu überwa-

6 Wichtige Neuerungen im Softwaredesign

IoTSP-Merkmal	Nutzen
Software-Ökosystem und User Experience	Decathlon fördert die Entwicklung eines industriellen Software-Ökosystems, d. h. einer Reihe von Softwaresystemen, die im selben Umfeld entwickelt werden und sich entwickeln [4]. Es liefert die Technologie für ein positives Nutzererlebnis durch ein interaktives Design mit Drag-&-Drop-Funktion, One-Click-Interaktion und Zoommöglichkeiten.
Software Development Kit (SDK)	Ein Faktor für den Erfolg von Apple war das Konzept eines Software Development Kits. Ein SDK umfasst eine Reihe von Werkzeugen zur Erstellung von Apps für ein bestimmtes Software-Framework oder Betriebssystem. Apple veröffentlichte sein SDK für iOS im März 2008, wenige Monate vor Eröffnung des App-Stores. Im Juni 2015 waren 1,4 Millionen Apps verfügbar. Decathlon Services bietet ein SDK, das es Drittentwicklern wie Kunden, Hochschulen und Privatpersonen ermöglicht, industrielle Software zu schreiben, die sämtliche Betriebsdaten integriert.
Data Accessors	Data Accessors sind Verbindungselemente zu Datenbasen. Datenbasen sind Prozessdatenspeicher in ERP-Systemen (Enterprise Resource Planning). Sie können in SQL, NoSQL oder NewSQL geschrieben werden. Der Data Accessor macht die in der Datenbasis enthaltenen Daten für native Apps und das konfigurierbare Dashboard verfügbar.

chen. Dies erfordert den Zugang zu anlagenbezogenen Produktionsdaten wie Produktdurchsatz, Betriebsmittelverfügbarkeit und Ressourcenverbrauch. Diese produktionsbezogenen KPIs sind in der Norm ISO 22400 definiert. Eine Decathlon Services App bietet ein benutzerfreundliches KPI-Konfigurationstool, das KPIs auf der Basis von Online-Produktionsdaten definiert. Diese KPIs stehen auf dem konfigurierbaren Dashboard zur Verfügung, und Berichte können einfach per Drag-&-Drop-Funktion zusammengestellt werden. Dazugehörige Zeittrends anderer Prozessmessungen können ebenfalls in die Berichte eingebunden werden. Diese Darstellung verknüpfter Daten hilft dem Produktionsleiter dabei, die Ursachen von KPIs zu finden, die unter dem Soll liegen.

Die Hürden der Integration überwinden

Decathlon Services ist einfach zu installieren und zu konfigurieren. Vor allem aber werden die Funktionalitäten vorhandener Programme in Apps vorgehalten, die heruntergeladen und installiert werden können. Die Apps sind unabhängig von Plattformänderungen und können einzeln hinzugefügt oder entfernt werden. Die Dashboard App ermöglicht die Anzeige und Analyse von Daten mithilfe einer intuitiven Drag-&-Drop-Funktion.

Das Konzept der Accessors ermöglicht die Verbindung zu Datenbasen von jeder App innerhalb von Decathlon. Daten-

punkte von Sensoren oder sogar berechnete Daten können mithilfe der Suchfunktion gefunden werden.

Business-Logik kann ebenfalls in den Apps implementiert werden. Prozessdaten und andere Daten stehen zur Verfügung, und logische Verknüpfungen können festgelegt werden. So kann z. B. eine Wartungsanforderung ausgelöst werden, wenn die Betriebsstunden einer Pumpe einen bestimmten Wert überschreiten. Decathlon enthält zudem ein SDK, das Nutzern, unabhängigen Softwareunternehmen und akademischen Einrichtungen die Entwicklung neuer Apps ermöglicht.

Die Integration unterschiedlicher Anwendungen ermöglicht die Verknüpfung von Produktionsdaten aus verschiedenen Systemen. Die Flexibilität der Decathlon Services Plattform unterstützt eine erweiterte Wertschöpfung und die Ausweitung von Geschäftsmöglichkeiten. Neben seinen Integrationsfähigkeiten bietet Decathlon die Analyse der integrierten Daten – ein Angebot, das seinesgleichen sucht. Ganz gleich, wo die Daten gespeichert sind oder wo sie verarbeitet werden (lokal oder in der Cloud), Decathlon Services bietet die notwendigen Mittel, um als Steuer- und Überwachungszentrale für Betriebs- und Betriebsmitteldaten zu fungieren. Nichts von alledem wäre möglich ohne die Integration von IT und OT.

Margret Bauer

ehemals ABB Corporate Research

Werner Schmidt

Jan-Christoph Schlake

ABB Corporate Research

Ladenburg, Deutschland

werner.a.schmidt@de.abb.com

jan-christoph.schlake@de.abb.com

Per Larsen

ABB Process Automation, Control Technologies

Skovlunde, Dänemark

per.larsen@dk.abb.com

Christian Johansson

ABB Process Automation, Control Technologies

Malmö, Schweden

christian.johansson@se.abb.com

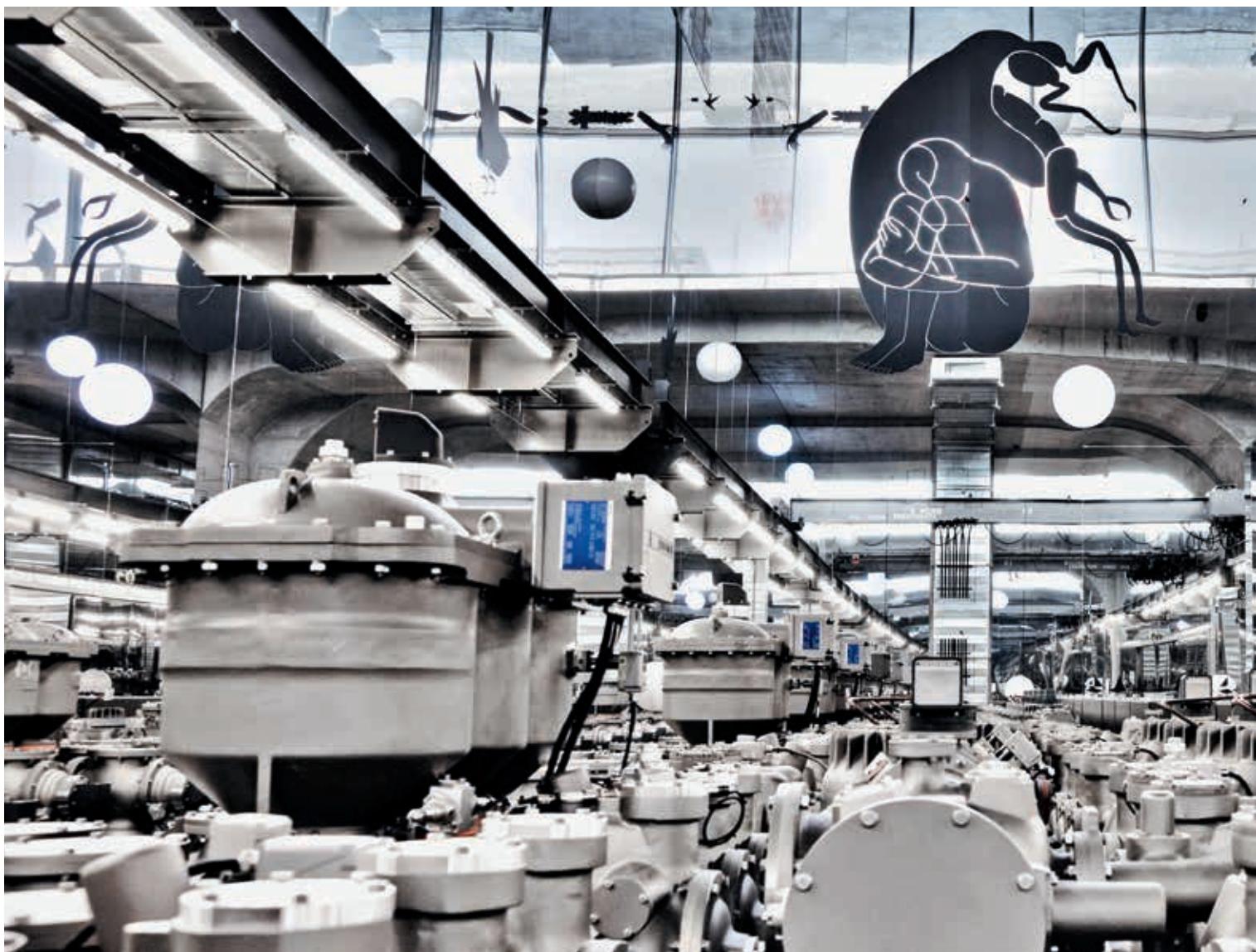
Literaturhinweise

- [1] K. Steenstrup et al.: „Industrial Analytics Powered by the Internet of Things“. Datawatch, Issue 2. Gartner Research, 19. August 2014
- [2] T. J. Williams: „The Purdue enterprise reference architecture“. Computers in Industry, Vol. 24, No. 2. September 1994. S. 141–158
- [3] J. Jasperneite: „Industrie 4.0 – Alter Wein in neuen Schläuchen“. Computer & Automation 12/2012. S. 24–28
- [4] M. F. Lungu (2009): „Reverse engineering software ecosystems“. Dissertation. Universität Lugano, Lugano, Schweiz

Weitere Informationen

<http://new.abb.com/decathlon>

<http://www.isa-95.com/>



AirPlus™

Eine Alternative zu SF₆ als Isolations- und Schaltmedium in elektrischen Schaltanlagen

THOMAS DIGGELMANN, DENIS TEHLAR, JOCELYN CHANG, SEBASTIAN ZACHE –

Seit Jahrzehnten ist Schwefelhexafluorid (SF₆) aufgrund seiner einzigartigen Eigenschaften ein beliebtes Isolations- und Schaltmedium für elektrische Schaltanlagen. Doch SF₆ ist auch ein Treibhausgas, dessen Nutzung mit steigenden Lebenszykluskosten verbunden ist. Seit einigen Jahren forscht ABB nach Alternativen mit geringeren Umweltauswirkungen, aber ähnlichen Isolations- und Lichtbogenlöscheinigenschaften wie SF₆. Dieses Ziel wurde nun mit der Inbetriebnahme der weltweit ersten Pilotinstallation einer gasisolierten Schaltanlage (GIS) mit einem neuen Gasgemisch erreicht.



Benötigt wird eine SF₆-Alternative für eine größere Bandbreite von Anwendungen.

In vielen Unternehmen und Branchen sorgt ein wachsendes Bewusstsein für die globale Erwärmung und den Klimawandel dafür, dass immer mehr Produkte durch umweltfreundlichere Alternativen ersetzt werden. Das allgegenwärtige Isolations- und Schaltmedium SF₆, ein künstliches Gas, das Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelt wurde, ist da keine Ausnahme. Aufgrund seiner hervorragenden elektrischen Isolations- und Lichtbogenlöscheinigenschaften ermöglicht SF₆ einen sicheren und zuverlässigen Betrieb von Schaltgeräten und ermöglicht gleichzeitig den Bau erheblich kompakterer Schaltanlagen.

Titelbild

SF₆ hat sich als Isolationsmedium in elektrischen Schaltanlagen bewährt. Doch das Treibhauspotenzial von SF₆ wird zunehmend kritisch beäugt. Nun hat ABB eine Alternative entwickelt, die in bestimmten Fällen sehr nahe an die Leistungsfähigkeit von SF₆ herankommt. Das Bild zeigt eine Hochspannungs-GIS.

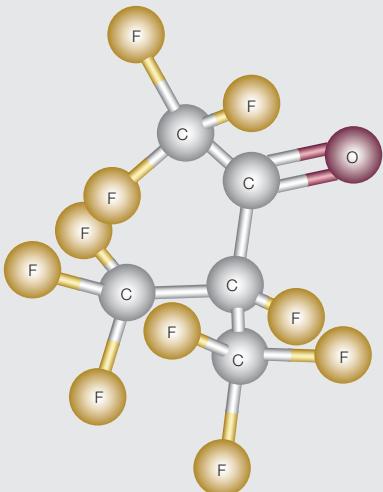
Doch SF₆ ist ein Treibhausgas, dessen Nutzung mit steigenden Lebenszykluskosten verbunden ist. Dies gilt besonders bei der Stilllegung älterer Schaltanlagen. Angesichts der zunehmenden Nachfrage nach Elektrizität – und damit auch nach gasgefüllten Hochspannungs- und Mittelspannungs-Schaltanlagen – werden diese Kosten in Zukunft weiter steigen. Umso dringlicher ist die Suche nach einer umweltfreundlichen Alternative zu SF₆.

ABB hat bereits luftisierte Hochspannungs-Leistungsschalter, die Kohlendioxid (CO₂) als Isolations- und Lichtbogenlöscheinigenschaften nutzen, und Mittelspannungs-Ringkabel-Schaltanlagen (RMUs), die Luft in einem gasisierten Design verwenden, entwickelt und in Betrieb genommen. Doch diese Lösungen sind nur ein Teil des Ganzen – benötigt wird eine Alternative zu SF₆, die in einer größeren Bandbreite von Anwendungen eingesetzt werden kann.

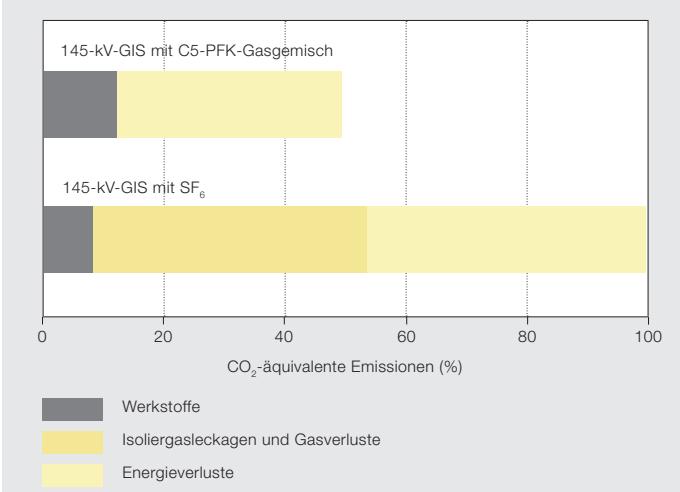
Die Suche nach einem geeigneten Medium

Die entscheidenden technischen Parameter für ein Isoliergas in Schaltanlagen sind seine Spannungsfestigkeit und seine Lichtbogenlöscheinigenschaften. Für den Einsatz in GIS spielen noch weitere, weniger offensichtliche, aber ebenso wichtige Eigenschaften wie ein niedriger Siedepunkt, geringe Toxizität, Stabilität, geringe Entflammbarkeit, null Ozonabbaupotenzial (ODP) und ein sehr niedriges Treibhauspotenzial (GWP) eine Rolle [1]. Das Treibhauspotenzial ist das Verhältnis der von einer bestimmten Masse des betreffenden Gases aufgenommenen Wärmemenge zur Wärmemenge, die von der gleichen Masse CO₂ aufgenommen wird. Der Wert wird über einen bestimmten Zeitraum, normalerweise 20, 50 oder 100 Jahre, berechnet.

1 Modell eines $C_5F_{10}O$ -Moleküls



2 Relative Anteile an CO_2 -äquivalenten Emissionen



Nach vielen Jahren der Forschung fand ABB eine geeignete Alternative zu SF_6 , die alle geforderten Eigenschaften aufweist.

Forschungsgruppen rund um den Globus haben bereits erhebliche Anstrengungen unternommen, um eine geeignete Alternative zu SF_6 zu finden → 2–4, doch bisher konnte kein Medium gefunden werden, das alle geforderten Eigenschaften aufweist und SF_6 eins-zu-eins ersetzen kann.

Ein Fluorketon-basiertes Gasgemisch

Um die Suche nach einem SF_6 -Ersatz zu unterstützen, wurden (von Dritten) effiziente Berechnungsverfahren zur Untersuchung geeigneter Moleküle für die Hochspannungs-Isolierung entwickelt [5]. Die Verfahren beinhalten ein virtuelles Screening der Moleküle hinsichtlich des GWP, der Toxizität, Entflammbarkeit usw. mit anschließender Untersuchung ihrer Durchschlagfeldstärke und ihres Siedepunkts. Schon bald zeichnete sich eine Familie von Verbindungen auf der Basis von Fluoralkenen, Fluoralkylsulfiden, Fluoralkoholen und Fluoralkylaminen als vielversprechende Quelle für einen möglichen Kandidaten ab [5].

Nach vielen Jahren der Forschung fand ABB eine umweltfreundliche Alternative zu SF_6 , die alle geforderten Eigenschaften aufweist. Das Gasgemisch basiert auf einem Produkt von 3M mit der Bezeichnung Novec5110 Dielectric Fluid, einem perfluorierten Keton mit fünf Kohlenstoffatomen (C5 PFK) [1, 6] → 1. Die Substanz wird in flüssiger Form geliefert und beim Füllvorgang verdampf und gemischt. Das Fluorketon-basierte Gasgemisch für Schaltanlagenanwendungen wurde in Zusammenarbeit mit 3M entwickelt und trägt den Namen AirPlus™.

Das neue Gasgemisch enthält:

- Fluorketon, Kohlendioxid und Sauerstoff für Hochspannungs-(HS-)GIS
- Fluorketon, Stickstoff und Sauerstoff für Mittelspannungs-(MS-)GIS

Das fluorierte Molekül zerfällt schnell unter ultraviolettem Licht in der unteren Atmosphäre und weist daher eine kurze atmosphärische Lebensdauer auf (rund 15 Tage gegenüber 3.200 Jahren bei SF_6). Es zerfällt in CO_2 , das in der Atmosphäre verbleibt, und andere Moleküle, die ausgewaschen werden. Beide Mengen sind gering, sodass der Beitrag zur globalen Erwärmung vernachlässigbar ist. Daher liegt das GWP des neuen Gasgemischs bei unter 1 und damit noch unter dem von CO_2 (GWP = 1). Außerdem ist das fluorierte Molekül praktisch ungiftig, nicht entflammbar, und weder die Substanz selbst noch seine Zerfallsprodukte zerstören die Ozonschicht.

Versuche in den Labors von ABB haben gezeigt, welches Potenzial die Fluorketon-basierten Gemische als Schalt- und Lichtbogenlöschmedium im Leistungsbereich der Energieübertragung und -verteilung bieten. Das Gasgemisch beeinträchtigt weder die Qualität noch die Zuverlässigkeit der Ausrüstung und besitzt ein extrem niedriges Treibhauspotenzial. Tatsächlich ist es das einzige bisher erhältliche Isolationsmedium mit einem GWP von unter 1, das nach IEC-Standards typgeprüft wurde und ähnliche Leistungskriterien erfüllt wie SF_6 .

3 In Zürich installierte GIS mit dem neuen Gasgemisch

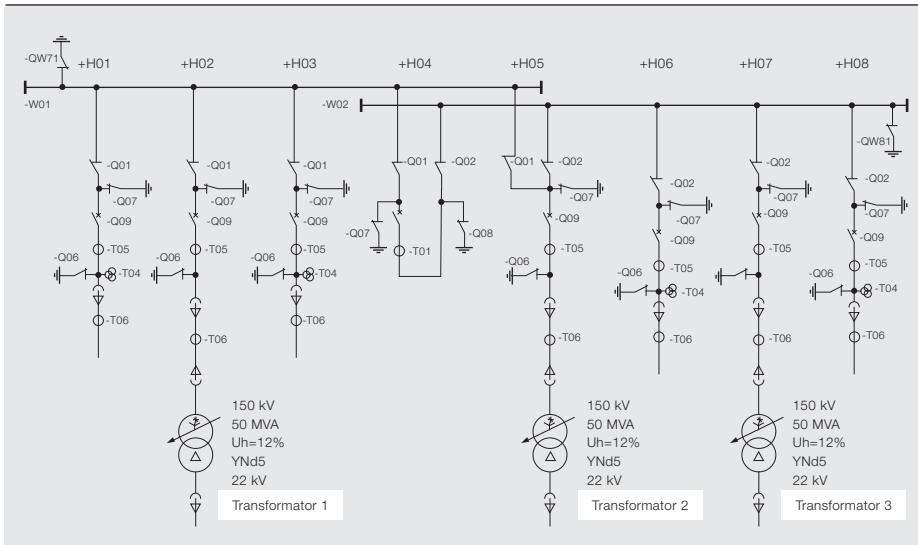


3a Hochspannungs-GIS für 170 kV



3b Mittelspannungs-GIS für 24 kV

4 Übersichtsschaltbild der HS-Schaltanlagen im ewz-Umspannwerk



Ökobilanz

Gemäß der Umweltmanagementnorm ISO 14040 berücksichtigt die Ökobilanz folgende drei Hauptverursacher von CO₂-äquivalenten Emissionen:

- Werkstoffe
- Isoliergasleckagen und Gashandhabungsverluste
- Energieverluste

Die Randbedingungen für HS-GIS sind:

- eine Lebensdauer der Ausrüstung von 30 Jahren
- eine Gasleckrate von 0,1 % pro Jahr, ein Handhabungsverlust von 1 % und ein Verlust bei der Stilllegung von ebenfalls 1 %
- ein Betrieb bei 50 % des Bemessungsstroms über 30 Jahre

Die Ökobilanz zeigt, dass durch den Einsatz einer Hochspannungs-GIS mit AirPlus die CO₂-äquivalenten Emissionen um bis zu 50 % gesenkt werden können. Die verbleibenden 50 % sind den Rohstoffen, der Fertigung und Wärmeverlusten zuzuschreiben.

Auch wenn der Anteil der Werkstoffe an den CO₂-äquivalenten Emissionen für GIS mit PFK-Gasgemisch etwas höher ist, sind die Energieverluste geringer, und die Leckage- und Handhabungsverluste verschwinden nahezu ganz → 2.

In Mittelspannungsanlagen, die mit geringeren Gasdrücken und Gasmengen arbeiten, trägt AirPlus ebenfalls zur Reduzierung der CO₂-äquivalenten Emissionen über die Lebensdauer der Schaltanlage hinweg bei. In Fällen, in denen die Gashandhabung außerhalb der Verantwortung oder Kon-

Das Gasgemisch basiert auf einem perfluorierten Keton mit fünf Kohlenstoffatomen und wurde in Zusammenarbeit mit 3M entwickelt.



5a Das Gebäude des Umspannwerks in Oerlikon



5b Das Umspannwerk mit der ABB HS-GIS-Fabrik im Hintergrund

trolle des Herstellers liegt, sorgt das neue Gasgemisch außerdem dafür, dass sich die Klimaauswirkungen von entweichendem Gas um fast 100 % reduzieren.

Weitere Vorteile der neuen Technologie sind:

- Spezielle Vorschriften für SF₆ – z. B. das Führen von Inventarlisten, spezielle Handhabungsanforderungen und Maßnahmen beim Füllen und Stilllegen von Geräten – werden vermieden.
- Die SF₆-bezogenen Steuern, die in einigen Ländern gelten, werden vermieden.

Die erste GIS-Installation mit dem neuen Gasgemisch

Als die Entwicklungsarbeiten an der neuen Technologie begannen, befand sich der Schweizer Energieversorger ewz in der frühen Planungsphase für ein neues Umspannwerk, das eine luftisierte Schaltanlage aus den 1940er Jahren ersetzen sollte. Entsprechend seiner Vision einer nachhaltigen Energieversorgung hatte sich ewz das Ziel gesetzt, im Umspannwerk innovative Technologien mit einem geringen CO₂-Fußabdruck einzusetzen. Neue, noch nicht auf dem Markt erhältliche Technologien wurden ebenfalls in Betracht gezogen.

Die neue Technologie von ABB erwies sich als perfekte Lösung für zuverlässige GIS mit kompakten Ausmaßen und einer geringen Umweltbelastung, sowohl auf der HS- als auch der MS-Seite. Beide Unternehmen arbeiteten zusammen, um die neue Technologie in einer Pilotanlage

in das Netz zu integrieren. Das neu in Betrieb genommene Umspannwerk in Zürich umfasst acht HS-GIS-Schaltfelder und 50 MS-GIS-Schaltfelder sowie sämtliche Komponenten einer typischen GIS mit Kabelanschlüssen → 3–4.

Während die MS-Felder aus der GIS-Fabrik von ABB in Ratingen (Deutschland) stammen, wurden die HS-GIS in der ABB GIS-Fabrik in Oerlikon in direkter Nachbarschaft zum ewz-Umspannwerk gefertigt → 5. Die GIS-Schaltfelder wurden im Sommer 2015 eingeschaltet und begannen einige Monate später, die Stadt Zürich mit Strom zu versorgen.

Die Pilotanlage stellt einen bedeutenden Meilenstein auf dem Weg zu einer SF₆-Alternative dar und wird langfristige Erfahrung im Netzbetrieb liefern. Diese Erfahrung wollen ewz und ABB in den nächsten Jahren nutzen, um den CO₂-Fußabdruck von Schaltanlagen weiter zu verbessern.

Das Netz der Zukunft

SF₆-Schaltanlagen sind seit Jahrzehnten im Einsatz und in der Elektrizitätswirtschaft allgemein anerkannt. Ihr kompaktes Design und ihre geringe Umweltbelastung machen GIS zu einer nachhaltigen Lösung. Die Handhabung im geschlossenen Kreislauf und geringe Leckraten führen zu einem geringen CO₂-Fußabdruck über die Lebensdauer der GIS. Aus diesem Grund wird SF₆ auch in den kommenden Jahren das Hauptisolationsmedium für GIS bleiben. Doch eine Alternative wie AirPlus kann dabei helfen, den CO₂-Fußabdruck des Stromnetzes weiter zu reduzieren.

Thomas Diggelmann

Denis Tehlar

Jocelyn Chang

ABB Power Grids, High Voltage Products

Zürich, Schweiz

thomas.diggelmann@ch.abb.com

denis.tehlar@ch.abb.com

jocelyn.chang@ch.abb.com

Sebastian Zache

ABB Electrification Products,

Medium Voltage Products

Ratingen, Deutschland

sebastian.zache@de.abb.com

Literaturhinweise

- [1] P. Simka, N. Ranjan: „Dielectric Strength of C5 Perfluoroketone“. 19th International Symposium on High Voltage Engineering. Pilsen, Tschechische Republik, 2015
- [2] J. C. Devins: „Replacement gases for SF6“. IEEE Transactions on Dielectric Electrical Insulation. Vol. 15, 1980. S. 81–86
- [3] L. G. Christophorou et al.: „Gases for electrical insulation and arc interruption: possible present and future alternatives to pure SF6“. National Institute of Science and Technology (NIST), Washington D.C., USA. Technical Note 1425, 1997
- [4] L. Niemeyer: „A systematic search for insulation gases and their environmental evaluation“. In: Gaseous Dielectrics VIII. Hgg. L. G. Christophorou u. J. K. Olthoff. New York: Kluwer/Plenum Publishers, 1998. S. 459–464
- [5] M. Rabie, C. M. Franck: „Computational screening of new high voltage insulation gases with low global warming potential“. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. Vol. 11, No. 1, 2015. S. 296–302
- [6] J. D. Mantilla et al.: „Investigation of the insulation performance of a new gas mixture with extremely low GWP“. IEEE 2014 Electrical Insulation Conference. Philadelphia, PA, USA. S. 469–473



Dämpfer für Resonanzen

Fortschrittliche Regelverfahren garantieren einen stabilen Betrieb von netzgekoppelten Niederspannungs-Umrichtern

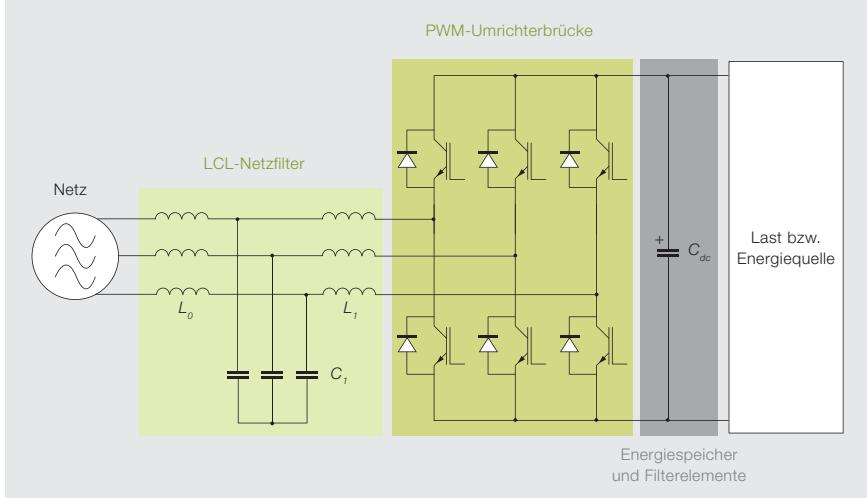
SAMI PETTERSSON – Um die Einhaltung der Netzqualitätsanforderungen gemäß internationaler und länder spezifischer Standards zu gewährleisten, werden in netzgekoppelten, pulsweitenmodulierten (PWM-) Stromrichtern Resonanzfilter als Netzfilter eingesetzt. Neue Halbleiterbauelemente mit geringeren Leistungsverlusten und mehrstufige Umrichtertopologien ermöglichen Umrichterdesigns mit höheren Schalt-

frequenzen. Da die Anforderungen an eine passive Filterung dann geringer sind, können höhere Leistungs dichten erreicht werden. Doch Netzfilter mit hohen Resonanzfrequenzen können vorhandenen Regelungssystemen Probleme bereiten. Der vierte und letzte Artikel der Reihe „Zähmung der Leistung“ befasst sich mit fortschrittlichen Regelverfahren, die von ABB zur Lösung dieser Resonanzprobleme entwickelt werden.

ZÄHMUNG DER LEISTUNG

ABB Review Reihe
Teil IV

1 Hauptstromkreis eines typischen netzgekoppelten Niederspannungs-PWM-Umrichters



Netzgekoppelte Niederspannungs-(NS-)Stromrichtersysteme mit aktiver PWM-Eingangsstufe werden heutzutage in verschiedenen Anwendungen eingesetzt, von denen viele im ABB-Produktportfolio zu finden sind: Vierquadranten-Motorantriebe, Umrichter für Windenergieanlagen, Photovoltaik-Umrichter, unterbrechungsfreie Stromversorgungen und aktive Strom- und Spannungsaufbereiter.

Eine aktive Eingangsstufe in einem netzgekoppelten Stromrichtersystem ermöglicht eine vollständige Nutzung der Energieübertragungskapazität des Systems bei gleichzeitiger Maximierung der Stromqualität. Darüber hinaus erlaubt sie einen bidirektionalen Energiefloss, d. h. vom Netz und zum Netz. Der Hauptstromkreis eines typischen netzgekoppelten NS-Umrichters ist in → 1 dargestellt.

Titelbild

Stromrichter kommen in vielen Anwendungen wie dem hier gezeigten Photovoltaik-Kraftwerk zum Einsatz. Möglichen Resonanzfrequenzen in den Umrichtern kann durch fortschrittliche Regelverfahren begegnet werden.

Wird ein PWM-Umrichter an ein Verteilnetz angeschlossen, ist normalerweise ein Netzfilter zwischen dem Umrichter und dem Netz erforderlich, damit die Netzströme geregelt und die Netzqualitätsanforderungen gemäß internationaler und länderspezifischer Standards erfüllt werden können. Die am häufigsten verwendete Netzfilteranordnung ist das sogenannte LCL-Filter, das aus zwei Sätzen Drosselspulen mit dazwischen angeordneten Filterkondensatoren besteht.

Das LCL-Filter ist ein Resonanzfilter, dessen Resonanzfrequenz typischerweise so abgestimmt ist, dass sie zwischen 20 und 40 % der PWM-Frequenz beträgt. Dies garantiert eine ausreichende Dämpfung der vom PWM-Umrichter erzeugten unerwünschten hochfrequenten Strombestandteile. Der Nachteil von Resonanzfiltern ist, dass sie ohne eine geeignete Dämpfung

unerwünschte Resonanzen im System verursachen und die Netzstromregelung destabilisieren können.

Resonanzdämpfung

Es gibt zwei grundsätzliche Methoden, unerwünschte Resonanzen zu bekämpfen: passive Dämpfung und

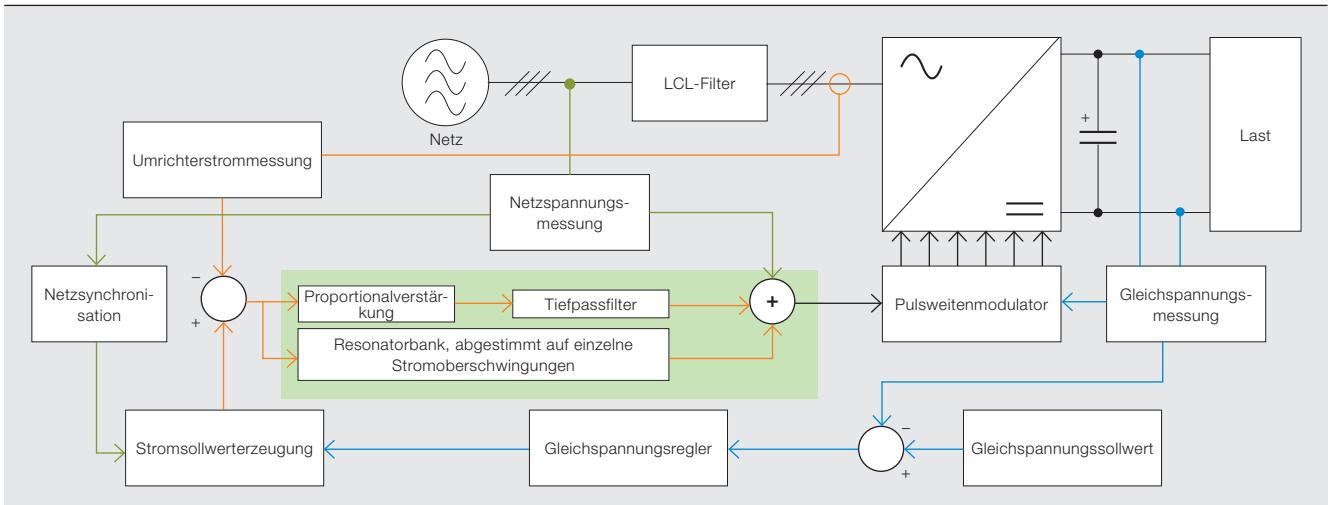
aktive Dämpfung. Bei der passiven Dämpfung wird die Filteranordnung um Widerstände ergänzt, um die Resonanz passiv zu dämpfen. Doch diese Widerstände benötigen zusätzliche Leistung, und die Gesamtfilterleistung ist der einer aktiven Dämpfung unterlegen.

Aktive Filtermethoden werden im Regelungssystem implementiert, ohne dass das Netzfilter physisch modifiziert werden muss. Das Konzept besteht entweder darin, die Bandbreite des Stromreglers zu begrenzen, sodass der PWM-Umrichter die Resonanz des LCL-Filters nicht erregt,

Der Nachteil von Resonanzfiltern ist, dass sie ohne eine geeignete Dämpfung unerwünschte Resonanzen verursachen und die Netzstromregelung destabilisieren können.

oder darin, die Resonanz aktiv mit Rückkopplung, z. B. unter Verwendung der Kondensatorspannung oder des Kondensatorstroms des LCL-Filters, zu dämpfen.

2 Netzstromregelung mit einem mit der Proportionalverstärkung des Stromreglers in Reihe geschalteten Tiefpassfilter. Der Stromregler ist farblich hervorgehoben.



Methode A: Begrenzung der Regelbandbreite

Die einfachste Möglichkeit zur Behandlung der LCL-Filterresonanz besteht darin, die Bandbreite des Stromreglers so zu begrenzen, dass sie unter der Bandbreite der Resonanzfrequenz liegt. Dies kann mithilfe eines zusätzlichen Tiefpassfilters (TPF) erreicht werden, das mit der Proportionalverstärkung des Stromreglers in Reihe geschaltet wird → 2.

In diesem Fall beeinflusst das TPF nur die Proportionalverstärkung, nicht die parallel geschaltete Resonatorbank, die einzelne Stromkomponenten bei bestimmten Frequenzen behandelt.

Diese Methode hat den Nachteil, dass sie nicht adaptiv ist und somit Informationen über das LCL-Filter und die Netzparameter für die Auslegung des TPF erforderlich sind. Doch für die Implementierung dieser Methode sind keine großen Veränderungen des Regelungssystems, kein großer Rechenaufwand oder zusätzliche Messungen erforderlich.

Die Auswirkungen des TPF auf die Frequenzantwort des Stromreglers ist in → 3. dargestellt.

Bei richtiger Auslegung dämpft das TPF den durch die LCL-Filterresonanz erzeugte Spitzeneffekt sehr wirksam und senkt die Empfindlichkeit des Reglers gegenüber hochfrequenten Störungen.

Methode B: aktive Resonanzdämpfung

Aktive Resonanzdämpfungsmethoden nutzen üblicherweise Informationen über die Spannung bzw. den Strom des LCL-Filterkondensators. Diese Parameter können gemessen oder geschätzt werden. Da zusätzliche Messungen die Systemkosten erhöhen, werden für kommerzielle Produkte bevorzugt Schätzmethoden eingesetzt.

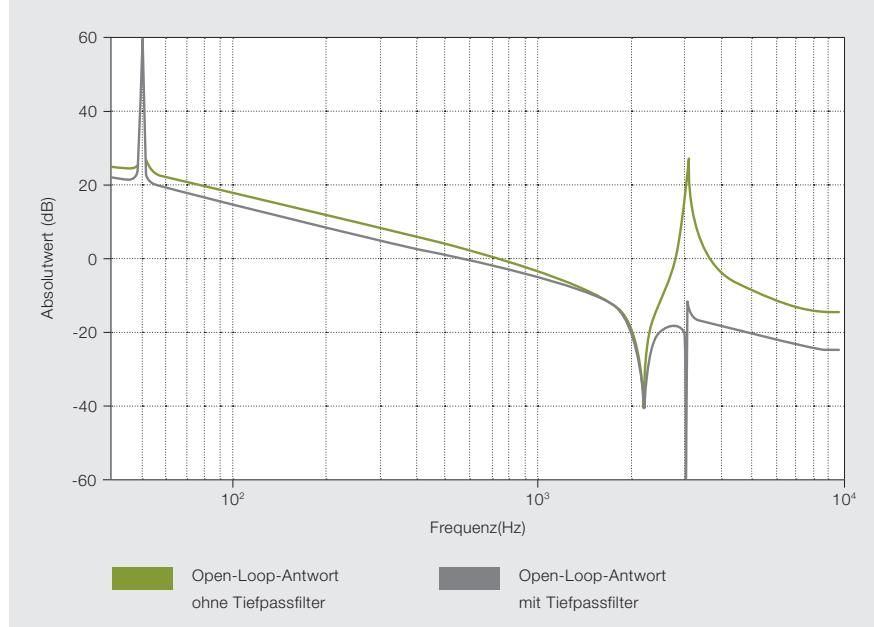
→ 4 zeigt ein Blockdiagramm eines Netzstromregelsystems mit aktiver Resonanzdämpfung auf Basis einer Rückkopplung der Kondensatorspannung des LCL-Filters. Um die Notwendigkeit zusätzlicher Messungen zu vermeiden, wird die Spannung des LCL-Filterkondensators mithilfe eines Beobachters auf der Grundlage des Sollwerts der Umrichterspannung, der gemessenen Netzspannung und des Umrichterstroms geschätzt [1, 2].

Zeichnet sich in der Kondensatorspannung des LCL-Filters eine Resonanz ab, verändert der aktive Dämpfungsmechanismus den Sollwert der Umrichterspannung so, dass die Resonanz verschwindet.

Da die aktive Dämpfung nur auf Spannungsoberschwingungen reagieren sollte, wird ein Kerbfilter verwendet, um die Grundkomponente aus der Schätzung der Kondensatorspannung zu beseitigen. Die Auswirkung der aktiven Dämpfung auf die Frequenzantwort der Stromregelung ist in → 5

Es gibt zwei grundsätzliche Methoden, unerwünschte Resonanzen zu bekämpfen: passive Dämpfung und aktive Dämpfung.

3 Simulierte Open-Loop-Antwort der Umrichterspannung auf den umrichterseitigen Strom mit und ohne aktive Resonanzdämpfung



dargestellt. Wird eine aktive Dämpfung in das Regelungssystem integriert, wird die von der Resonanz des LCL-Filters verursachte Spalte reduziert, was die Stabilität der Netzstromregelung verbessert.

Der Hauptvorteil der aktiven Dämpfung ist ihre Adaptivität, weshalb sie auch gegen Störungen aus dem Netz wirksam ist. Wie bei allen aktiven Methoden ist die Bandbreite der aktiven Dämpfung durch die Abtast- und PWM-Trägerfrequenz begrenzt. Um eine gute Performance zu erzielen, sollte die PWM-Trägerfrequenz mindestens dreimal höher sein als die Resonanzfrequenz des LCL-Filters.

Experimentelle Überprüfung

Die Leistungsfähigkeit der beiden beschriebenen Regelungsmethoden wurde an einem netzgekoppelten dreiphasigen 40-kVA-PWM-Gleichrichter mit einer ohmschen Last experimentell überprüft. Der Umrichter war an einem standardmäßigen 400-V-Niederspannungsnetz angeschlossen. Das Regelungssystem wurde mithilfe

eines digitalen 32-Bit-Signalprozessors mit Gleitkommaarithmetik und 300 MHz realisiert.

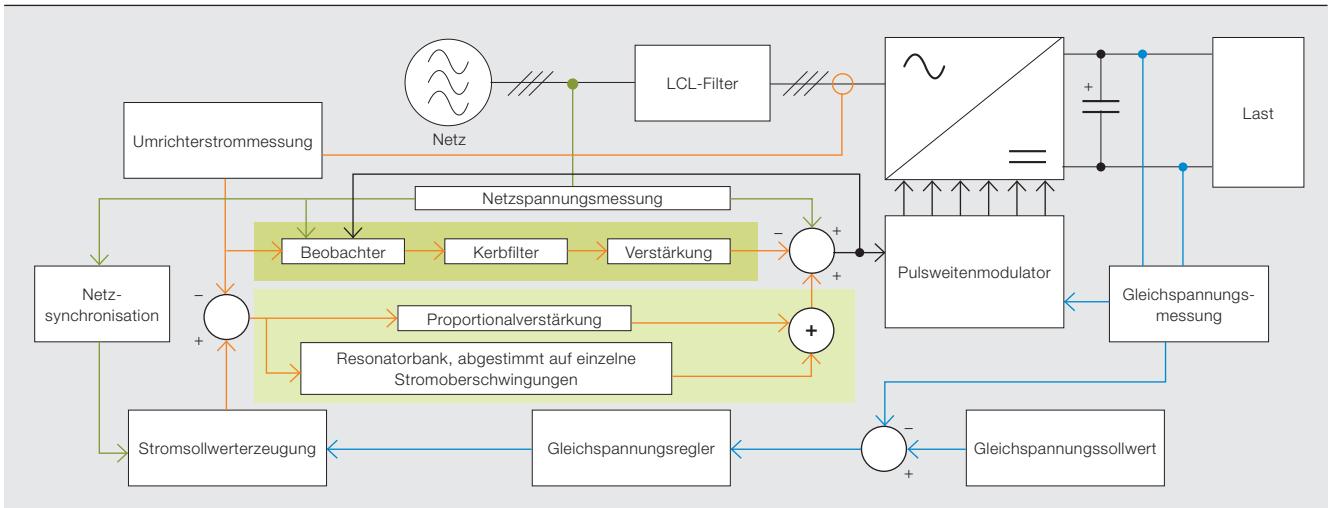
Die PWM-Trägerfrequenz bei den Versuchen beträgt 10 kHz, die Abtast- und Regelungsfrequenz 20 kHz. Die Resonanzfrequenz des LCL-Filters liegt bei etwa 3,2 kHz.

Aktive Filtermethoden werden im Regelungssystem implementiert, ohne dass das Netzfilter physisch modifiziert werden muss.

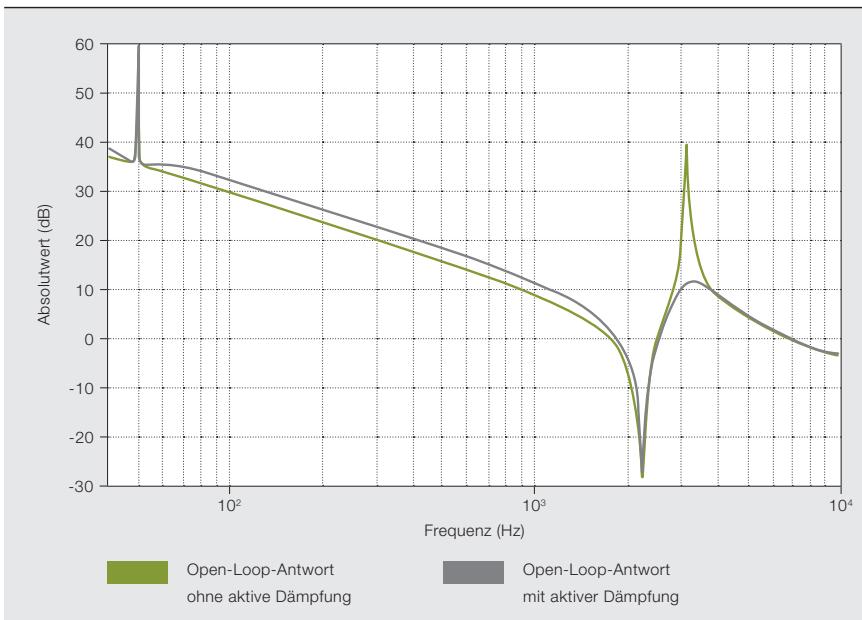
→ 6 zeigt, was passiert, wenn die LCL-Filterresonanz im Regelungssystem nicht berücksichtigt wird. Die Netzstromregelung ist instabil, und der Umrichter hört aufgrund einer Überstromauslösung durch die in Resonanz schwingenden Netzströme auf zu arbeiten.

→ 7 zeigt, dass es zu keiner Resonanz in den Netzströmen kommt und der Umrichter normal hochfahren kann, wenn ein korrekt ausgelegtes TPF mit der Proportionalverstärkung des Stromreglers in Reihe geschaltet wird. Ein nahezu identisches Startverhalten

4 Aktive Resonanzdämpfung mit Rückkopplung der Kondensatorspannung des LCL-Filters.
Der Teil der aktiven Dämpfung ist farblich hervorgehoben.



5 Simulierte Open-Loop-Antwort der Umrichter spannung auf den umrichterseitigen Strom mit und ohne aktive Resonanzdämpfung



kann auch mit aktiver Dämpfung erreicht werden. Doch nur die aktive Dämpfung ist in der Lage, Resonanzen zu behandeln, die aus dem Netz kommen, und sich an eine veränderte Resonanzfrequenz anzupassen.

Ergänzende Methoden

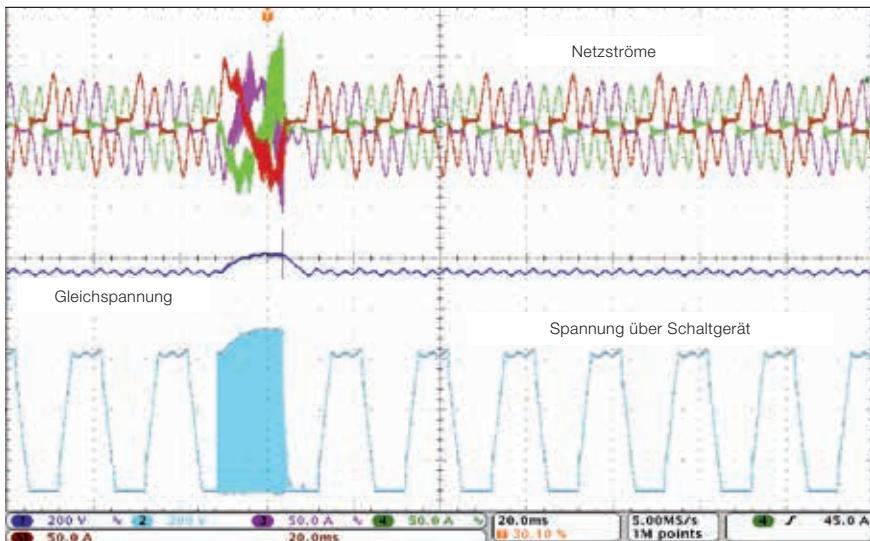
Netzgekoppelte Stromrichter mit kompakten Netzfiltern, die bei hohen Schaltfrequenzen arbeiten, stellen die Netzstromregelung vor neue Herausforderungen. Die Behandlung von hohen Filterresonanzfrequenzen erfordert einerseits eine große Regelbandbreite, andererseits sollte die Regelung nicht zu empfindlich gegenüber hochfrequenten Störungen sein. Die

Aktive Dämpfungs- methoden nutzen Informationen über die Spannung bzw. den Strom des LCL-Filterkonden- sators. Diese Para- meter können gemessen oder geschätzt werden.

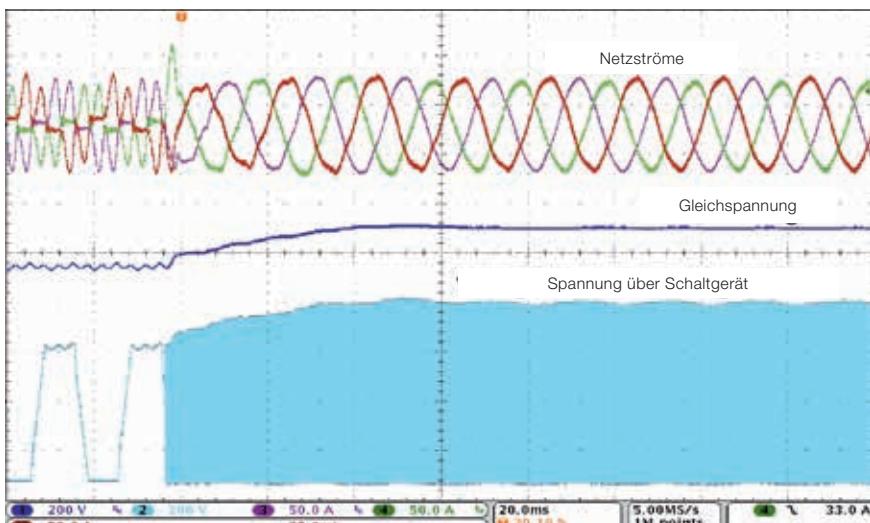
ZÄHMUNG DER LEISTUNG

ABB Review Reihe
Teil IV

6 Versuchter Start des Umrichters ohne Berücksichtigung der Resonanz des LCL-Filters im Regelungssystem



7 Start des Umrichters mit einem korrekt ausgelegten, mit der Proportionalverstärkung des Stromreglers in Reihe geschalteten Tiefpassfilter



beiden oben beschriebenen Methoden wurden speziell für Situationen dieser Art entwickelt.

Ihre Implementierung erfordert nur geringen Rechenaufwand von modernen Prozessoren. Außerdem sind keine zusätzlichen Spannungs- oder Stromsensoren erforderlich.

Auch wenn die Methoden hier getrennt voneinander vorgestellt wurden, ergänzen sie sich in Wirklichkeit. Werden sie zusammen eingesetzt, reduziert das TPF die Empfindlichkeit der Stromregelung gegenüber hochfrequenten Störungen, während die aktive Dämpfung sämtliche Störungen behandelt, die in der Kondensator-

spannung des LCL-Filters erkannt werden können. Dadurch ist keine genaue Auslegung des TPF erforderlich.

Experimentelle Prüfungen haben gezeigt, dass beide Methoden eine stabile Netzstromregelung mit einem kompakten LCL-Filter ermöglichen, ohne die Dynamik des Regelungssystems zu beeinträchtigen.

Sami Pettersson

ABB Corporate Research
Baden-Dättwil, Schweiz
sami.pettersson@ch.abb.com

Literaturhinweise

- [1] G. Escobar et al.: „Control of single-phase inverter connected to the grid through an LCL filter“. IECON 2012 – 38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society. Montreal, Quebec, Kanada, 2012. S. 3406–3411
- [2] A. Coccia et al.: „Control method for single-phase grid-connected LCL inverter“. European Patent 2 362 515. 25. Juli 2012

Editorial Board

Bazmi Husain

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
andreas.moglestue@ch.abb.com

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 © 2016
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 wiedergegebenen Informationen können nicht Grundlage für eine praktische Nutzung derselben sein, da in jedem Fall eine professionelle Beratung zu empfehlen ist. Wir weisen darauf hin, dass eine technische oder professionelle Beratung vorliegend nicht beabsichtigt ist. Die Unternehmen der ABB-Gruppe übernehmen weder ausdrücklich noch stillschweigend eine Haftung oder Garantie für die Inhalte oder die Richtigkeit der in dieser Publikation enthaltenen Informationen.

ISSN: 1013-3119

www.abb.com/abbreview



Vorschau 3116

Zwei Jubiläen

Das Jahr 2016 bietet für ABB einen doppelten Grund zum Feiern:

Vor 125 Jahren wurde BBC (eines der beiden Vorgängerunternehmen von ABB) im schweizerischen Baden gegründet, und vor 100 Jahren eröffnete ASEA (das andere Vorgängerunternehmen) das erste Forschungszentrum.

Heft 3/2016 der ABB Review widmet sich diesen beiden Jubiläen und wirft einen Blick auf viele der spannenden Entdeckungen und Entwicklungen, die dem Unternehmen im Laufe seiner faszinierenden Geschichte gelungen sind.

Jubiläen sind nicht nur eine Gelegenheit, zurückzublicken und das zu feiern, was erreicht wurde, sondern auch vorauszuschauen auf das, was noch kommt. So bietet die Jubiläumsausgabe neben historischen Themen auch Ausblicke auf aktuelle und zukünftige Entwicklungen in Forschung und Technik.



Tablet-Ausgabe

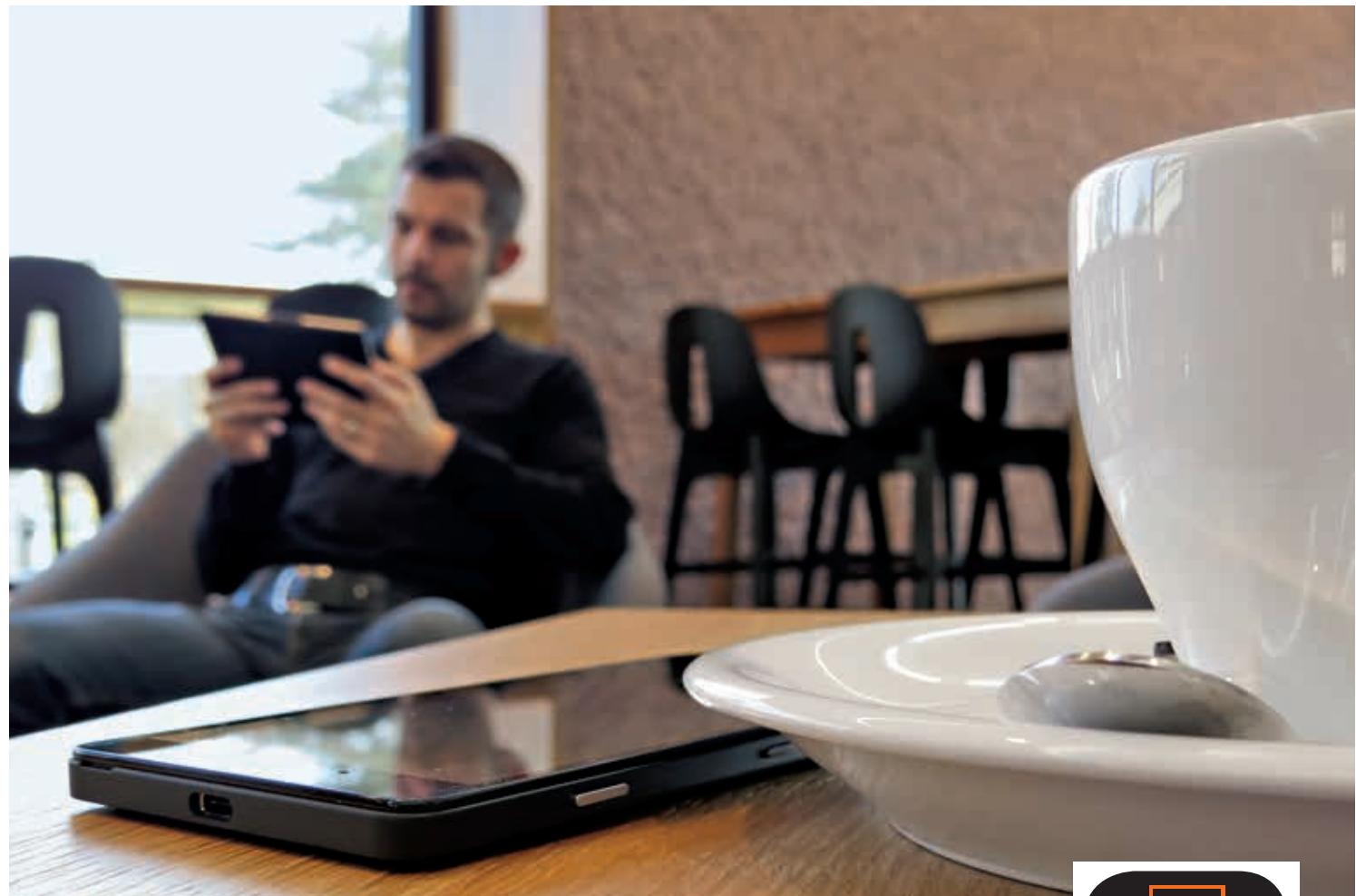
Die ABB Review ist auch als Tablet-Version verfügbar.
Besuchen Sie uns unter <http://www.abb.com/abbreviewapp>

Bleiben Sie auf dem Laufenden . . .



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

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



Artikel über technische Innovationen wann und wo Sie möchten?

Entdecken Sie die ABB Review App mit vielen praktischen Funktionen. Verfügbar in vier Sprachen bietet sie interaktive Funktionalitäten für Tablets und Smartphones wie vollständig durchsuchbare Inhalte, eingebundene Bildergalerien, Filme und Animationen. Verfügbar für iOS und Android.

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



Unbedingt.