

review

04|2021 de

Logistik

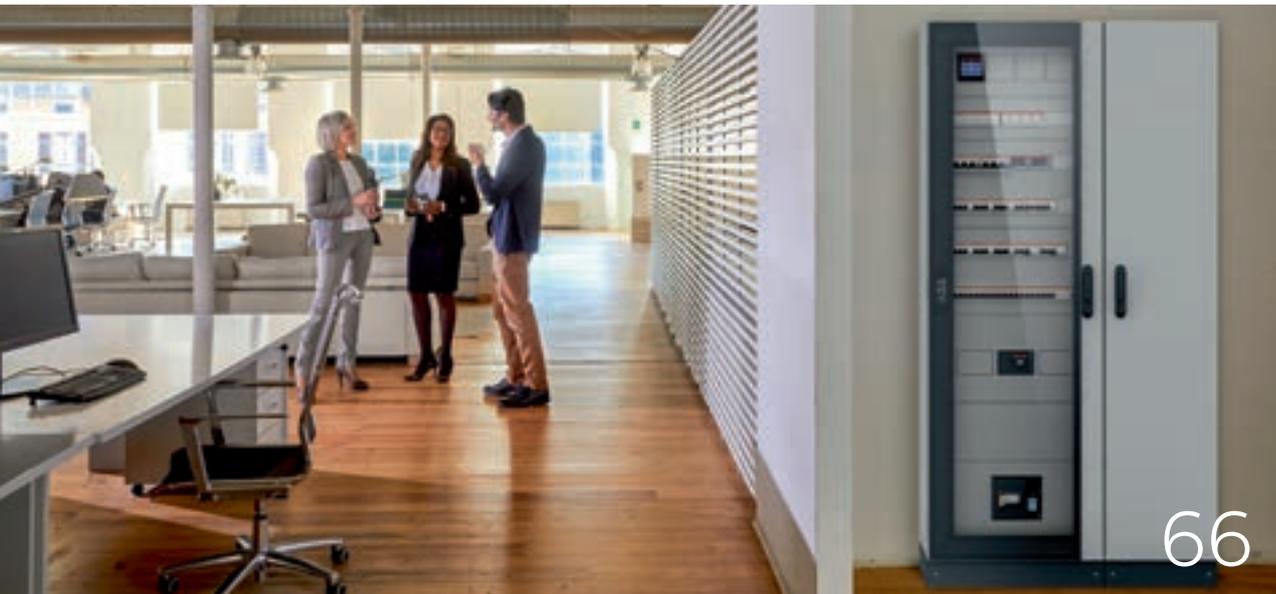


38

- 08–57 Logistik
- 58–73 Effizienz & Produktivität
- 74–79 30 Jahre Azipod®



74



System pro M compact® InSite



Azipod®-Schiffsantrieb

Elektrifizierung im Bergbau





ACOPOS 6D

05 Editorial

Forschungspreis

06 Hubertus von Grünberg Award

Logistik

- 10 ACOPOS 6D
- 16 ACS880 mit Anti-Pendel-Funktion
- 26 mySpareParts-Widget
- 32 Workflow Mining
- 38 Elektrifizierung im Bergbau
- 44 Überwachung von Schiffsemissionen
- 48 Brennstoffzellenforschung
- 50 Optimierung von Schüttgutlagerplätzen
- 54 Stockyard Management System

Effizienz & Produktivität

- 60 ABB Ability™
- 62 Haussteuerungssystem
- 66 System pro M compact® InSite

Pionierleistungen

- 74 Azipod®-Schiffsantrieb

Buzzwords entschlüsselt

- 80 Autonome Schifffahrt

-
- 81 Abonnement
 - 81 Impressum

-
- 82 Index 2021



Logistik

Ziel der Logistik ist es, Dinge vom Ursprungs- zum Bestimmungsort zu bringen. Dazu gehört es auch, den Planeten durch Verbesserung der Transparenz, Flexibilität und Produktivität nachhaltig zu einem besseren Ort zu machen. Es geht also nicht nur darum, wie Dinge dorthin gelangen, wo wir sie benötigen – es geht auch darum, wie wir in Zukunft überleben. Teilen Sie Ihre Gedanken mit uns: abb.review@ch.abb.com.

EDITORIAL

Logistik



Liebe Leserin, lieber Leser,

das Ende eines Projekts hat auch immer etwas Befriedigendes – z. B. wenn ein Auto vom Band rollt oder eine Prozessanlage erstmalig angefahren wird. Vieles ist den Aktivitäten im Hintergrund zu verdanken, die die notwendigen Materialien, Teile, Werkzeuge, Fähigkeiten und Daten zusammenbringen.

Eine gute Planung erfordert genaue Daten. Anlagenfahrer müssen wissen, wann welche Ressourcen zur Verfügung stehen und wie schnell sie aufgestockt werden können. Manager müssen wissen, wie Ressourcen beschafft und bewegt und wie Kosten und Energie eingespart werden können.

Auf den folgenden Seiten präsentieren wir unter anderem ein Tool, das ein virtuelles Abbild von Schüttgutlagerplätzen liefert, und eine Software, die die Bewegung von Regalbediengeräten optimiert. Außerdem werfen wir einen Blick auf Sensoren, die dabei helfen, Schiffsemissionen zu reduzieren, künstliche Intelligenz, die Bedienerentscheidungen unterstützt, und eine Lösung für ein proaktives Ersatzteilmanagement. Sie werden sehen, es sind spannende Zeiten für die Logistik!

Eine interessante Lektüre wünscht Ihnen

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized initials 'BR' followed by a long horizontal stroke.

Björn Rosengren
Chief Executive Officer, ABB Group



HUBERTUS VON GRÜNBERG

Der Forschungspreis wird zu Ehren von Hubertus von Grünberg ausgelobt, der von 2007 bis 2015 als Vorsitzender des Verwaltungsrats von ABB tätig war.

Von Grünberg, der als theoretischer Physiker 1970 seine Dissertation über Einsteins Relativitätstheorie schrieb, war maßgeblich daran beteiligt, ABB auf einen nachhaltigen Wachstumskurs zu führen. Er hat unter anderem dafür gesorgt, dass die Förderung der Forschung – an Hochschulen und innerhalb des Unternehmens – zum festen Bestandteil der Strategie von ABB wurde. Mit jährlichen F&E-Investitionen von rund 1,3 Mrd. USD und zahlreichen Forschungszentren rund um den Globus gehört ABB zu den innovativsten Unternehmen weltweit, die die digitale Transformation in der Industrie vorantreiben.



FORSCHUNGSPREIS

Hubertus von Grünberg Award

Aufruf an talentierte Forscher: Die Bewerbungsfrist für den ABB-Forschungspreis zu Ehren von Hubertus von Grünberg hat begonnen. Der renommierte Preis wird nur alle drei Jahre verliehen und würdigt herausragende Forschungsarbeiten in den Bereichen Automatisierung und Elektrifizierung mit einer Forschungsförderung in Höhe von 300.000 US-Dollar.

—
01 Hubertus von
Grünberg.

—
02 Bisherige Träger
des Preises.

—
Weitere Informationen
zum Preis erhalten Sie
unter: [new.abb.com/
hvg-award](https://new.abb.com/hvg-award)



BISHERIGE PREISTRÄGER

2019

2019 ging der Preis an Ambuj Varshney von der Universität Uppsala in Schweden für seine Arbeit an nachhaltigen NES (Networked Embedded Systems). Er entwickelte ein Kommunikationssystem mit äußerst geringer Leistungsaufnahme und großer Reichweite (LoRea) für batterie lose Sensoren, die geringe Energiemengen aus der Umgebung gewinnen. Diese können über Entfernungen von mehreren Kilometern kommunizieren und benötigen nur einige Mikrowatt.

2016

2016 ging der Preis an Jef Beerten von der Universität Leuven in Belgien für seine Forschung zur Modellierung und Steuerung von Gleichstromnetzen.

02

Andreas Moglestue
ABB Review
Zürich, Schweiz

[andreas.moglestue@
ch.abb.com](mailto:andreas.moglestue@ch.abb.com)

ABB hat den Forschungspreis zu Ehren des ehemaligen Vorsitzenden des Verwaltungsrats Hubertus von Grünberg →01 ins Leben gerufen. Der Preis wurde bisher zweimal – 2016 und 2019 – verliehen →02.

Der Preis beinhaltet eine Forschungsförderung in Höhe von 300.000 USD und richtet sich an promovierte Forscher aller Hochschulen, die sich in den Bereichen Elektrifizierung oder Automatisierung spezialisiert haben. Die dritte Verleihung des Preises findet 2022 statt.

In der Jury sitzen Professoren führender Hochschulen und leitende Forscher von ABB sowie Hubertus von Grünberg selbst.

Die Bewerbungsfrist endet am 29. Januar 2022.
new.abb.com/hvg-award •



Logistik





26



10

Neue Lösungen von der Theorie in eine zuverlässige Anwendung zu überführen, kann eine ziemliche Herausforderung sein. ABB verbindet Kunden mit dem Neuesten aus der Forschung und bietet ihnen die richtigen Technologien, um betriebliche Verbesserungen zu erzielen – wiederholt, profitabel und nachhaltig.

- 10 ACOPOS 6D läutet eine neue Ära der Produktivität ein
- 16 Auf zu neuen Höhen
- 26 ABB mySpareParts bietet klaren Überblick über Ersatzteile
- 32 Workflow Mining von Bedieneringriffen
- 38 Bergbau: mehr Nachhaltigkeit durch Elektrifizierung
- 44 Präzise Überwachung von Schiffsemissionen
- 48 Finetuning für die Brennstoffzellenforschung
- 50 Optimierter Betrieb von Schüttgutlagerplätzen
- 54 Bergbau: Informationen optimieren den Materialumschlag für Schüttgüter



50

LOGISTIK

ACOPOS 6D läutet eine neue Ära der Produktivität ein

Herkömmliche industrielle Produktionsanlagen benötigen viel Platz und sind nicht flexibel genug. ACOPOS 6D von B&R beseitigt diese Unzulänglichkeiten mit magnetisch schwebenden Shuttles, die Produkte individuell durch den Produktionsprozess transportieren. Damit eignet sich ACOPOS 6D ideal für die Produktion in kleinen Losgrößen und mit ständig wechselnden Produktdesigns.



Dario Rovelli
B&R Industrial
Automation GmbH
Eggelsberg, Österreich

dario.rovelli@
br-automation.com

Heutige Produktionsanlagen benötigen viel Platz, aber nur ein Bruchteil davon trägt direkt zur Produktivität bei. Der meiste Platz wird benötigt, um Produkte z. B. mit Förderbändern, Rundtischen oder Transportkarussellen von A nach B zu transportieren. Dieses scheinbar unveränderliche

Track-Systeme erleichtern die dynamische Anpassung von Prozessschritten.

Merkmal der Produktion hat auch noch einen weiteren Nachteil: mangelnde Flexibilität. Um den Forderungen nach kleineren Losgrößen, kürzeren Lebenszyklen und einer stärkeren Personalisierung nachzukommen, müssen die Fesseln einer strikt sequenziellen Produktion – einst die Stütze der effizienten Massenproduktion – abgelegt werden. Kurzum, was benötigt wird, ist ein völlig neuer Ansatz für den Produkttransport.

Mehr Flexibilität mit Track-Systemen

Neue Technologien und insbesondere Track-Systeme wie SuperTrak und ACOPOStrak [1] von B&R (ein Unternehmen, das seit 2017 zur ABB-Gruppe gehört) helfen dabei, die Produktion flexibler zu gestalten und eine individualisierte Massenproduktion wirtschaftlich rentabel zu machen. Track-Systeme bewegen jedes Produkt

individuell, wobei die dazugehörigen Shuttles als eigenständige Achse bei Bearbeitungsstationen eingesetzt werden können. Zudem können Produktströme mithilfe von Track-Systemen bei voller Geschwindigkeit getrennt und wieder zusammengeführt werden. Langsame Prozesse werden einfach parallelisiert und Produktivitätseingänge beseitigt.

Individualisierte Massenproduktion

Track-Systeme erleichtern die dynamische Anpassung bestimmter Prozessschritte zur Herstellung kundenspezifischer Produkte. Doch was ist, wenn sich die Reihenfolge der Prozessschritte ständig verändert? Wie kann das Modell des linearen Produkttransports vollständig aufgelöst und ein mehrdimensionaler Produktionsraum geschaffen werden? Ein Raum, in dem sich jedes Produkt

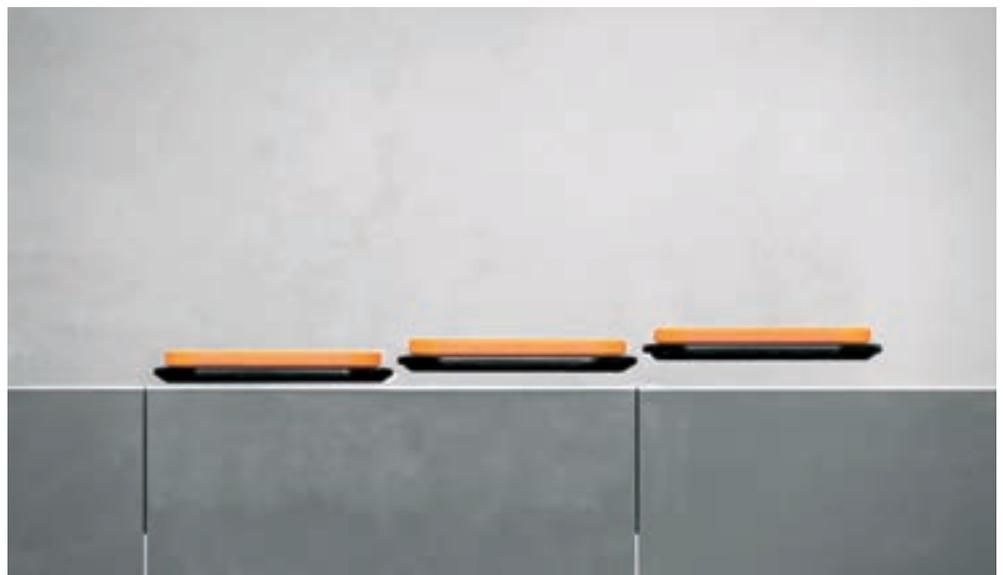


01



—
01 Der modulare ACOPOS 6D von B&R nutzt Magnetschwebetechnik, um Produktionslinien eine beispiellose Flexibilität zu verleihen. (Das österreichische Automatisierungsunternehmen B&R ist seit 2017 eine Geschäftseinheit von ABB.)

—
02 Die Magnetschwebetechnologie ermöglicht Produktmanipulationen und -transporte mit sechs Freiheitsgraden.





03



04



05



individuell von Bearbeitungsstation zu Bearbeitungsstation bewegt, ohne an einen rigiden, sequenziellen Produktionstakt gebunden zu sein? ACOPOS 6D von B&R liefert die Lösung.

ACOPOS 6D: die Produktion der Zukunft

ACOPOS 6D basiert auf dem Prinzip der Magnetschwebetechnik: Shuttles mit integrierten Permanentmagneten bewegen sich geräusch- und berührungslos auf einer Fläche aus Motorsegmenten und transportieren dabei Produkte mit einer Schwebehöhe von 0,5 bis 4,0 mm →01–02. Die elektromagnetischen Motorsegmente sind 240 x 240 mm groß und können beliebig zusammengesetzt werden. Die in zehn Größen erhältlichen Shuttles tragen je nach Größe Nutzlasten von 0,6 bis 14 kg und beschleunigen mit 20 m/s² auf Geschwindigkeiten von bis zu 2 m/s. Damit deckt ACOPOS 6D einen weitaus größeren Anwendungsbereich ab als vergleichbare Systeme. Die Shuttles können sowohl zweidimensional verfahren als auch ihre Schwebehöhe ändern. Außerdem lassen sie sich um drei Achsen drehen oder neigen, sodass das System insgesamt über sechs Freiheitsgrade verfügt (daher auch das „6D“ im Produktnamen).

ACOPOS 6D ist einfach im Aufbau – es gibt nur drei Komponenten:

- den 6D Controller
- die Motorsegmente
- die Shuttles

Das System wurde gemeinsam mit dem Unternehmen Planar Motors Inc. (PMI) entwickelt, das sich seit mehr als 15 Jahren mit der Erforschung und Entwicklung von Magnetschwebetechnologie für die industrielle Produktion befasst. PMI (an dem auch ABB beteiligt ist), verfügt über umfangreiches geistiges Eigentum im Bereich Magnetschwebetechnik. PMI wird Forschung und Entwicklung weiter vorantreiben, während B&R sein Know-how in den Bereichen Industrialisierung, Vertrieb und Service beisteuert.

Einfache Einrichtung und Bedienung

ACOPOS 6D bietet nahezu unbegrenzte Möglichkeiten bei der Gestaltung von Maschinen und Anlagen. Gleichzeitig ist das System sehr einfach einzurichten.

Im Gegensatz zu vergleichbaren Systemen ist bei ACOPOS 6D jedes Shuttle mit einer weltweit

einmaligen ID ausgestattet. Der Controller weiß beim Hochfahren daher sofort, wo genau auf den Motorsegmenten sich welches Shuttle befindet. Aufwändige Homing-Sequenzen oder manuelle Eingaben nach dem Hochfahren sind nicht notwendig. Die Produktion kann sofort beginnen.

ACOPOS 6D nutzt Magnetschwebetechnik für den geräusch- und berührungslosen Produkttransport.

Da die Positionen der Shuttles zu jeder Zeit auf ±5 µm genau bekannt sind, eignet sich ACOPOS 6D ideal für Applikationen, bei denen es auf höchste Präzision ankommt. Die hohe Positionswiederholgenauigkeit ermöglicht zudem die Berechnung kollisionsfreier Bahnen für jedes Shuttle, ohne dass zusätzliche Sensoren erforderlich sind. Dabei werden die Bahnen so gewählt, dass ein minimaler Energieverbrauch gewährleistet ist. Darüber hinaus verfügt ACOPOS 6D über eine dezentrale Intelligenz.

Die gesamte Bahnplanung erfolgt in einem dedizierten Controller, der mit POWERLINK (einem Echtzeit-Protokoll für Standard-Ethernet) in das Maschinennetzwerk eingebunden wird. Das bedeutet, dass die Bahnplanung weder die Performance des Netzwerkes noch die der Maschinensteuerung beeinträchtigt. Andere Systeme setzen auf eine zentrale Systemarchitektur, die eine teure und komplexe Infrastruktur erfordert, die für gewöhnlich schwer skalierbar ist.

Zudem lassen sich die Shuttles als Achsen bei Bearbeitungsstationen einsetzen. So kann z. B. ein CNC-Werkzeug starr angebracht werden, während das Shuttle das Werkstück entsprechend bewegt →03.

Weniger Platzbedarf

Bei ACOPOS 6D können auf jedem Motorsegment bis zu vier Shuttles gleichzeitig fahren – eine Eigenschaft, die kein anderes System bietet. Das reduziert den Platzbedarf für die Produktion und ermöglicht eine bis zu viermal höhere Verarbeitungsdichte. Durch eine enge, lückenlose Anordnung der Shuttles lässt sich die

—
03 Umgekehrt zum Normalfall kann ein ACOPOS-6D-Shuttle ein Werkstück zur präzisen Bearbeitung bewegen, während das CNC-Werkzeug starr angebracht ist.

—
04 Das Shuttle kann auch als hochpräzise Wiegestation fungieren.

—
05 ACOPOS 6D lässt sich mikrosekundengenau mit dem Vision-System und allen anderen Komponenten von B&R synchronisieren.

Raumnutzung weiter verbessern. Zudem können mehrere Shuttles zu Gruppen zusammengefasst werden, um größere oder schwerere Produkte zu transportieren.

Da jedes Shuttle auch als hochpräzise Waage mit einer Genauigkeit von ± 1 g dient, sind keine separaten Wiegestationen erforderlich, was zusätzlichen Platz spart.

Skalierbarkeit

Da ACOPOS 6D modular und dezentral aufgebaut ist, ist die Zahl der Shuttles und Motorsegmente, die für eine Produktionslinie eingesetzt werden können, praktisch unbegrenzt. Ein ACOPOS 6D Controller kann bis zu 200 Motorsegmente und

ACOPOS 6D ermöglicht die wirtschaftliche Umsetzung der Schwarmproduktion.

50 Shuttles ansteuern. Für größere Systeme lassen sich mehrere Controller einsetzen und miteinander synchronisieren →04. Da ACOPOS 6D vollständig in das B&R-System integriert ist, lassen sich die Shuttles mit allen Servoachsen, Robotern, Track-Systemen oder Vision-Kameras mikrosekundengenau synchronisieren →05.

Spannungsversorgung und Kühlung

Anders als die meisten vergleichbaren Produkte, die Wechselspannungen von 110 V oder mehr benötigen, läuft ACOPOS 6D mit 48–60 V Gleichspannung. Je nach Beschleunigung, Geschwindigkeit und Nutzlast beträgt die Leistungsaufnahme der Shuttles 15 bis 50 W, womit eine aktive Kühlung häufig nicht erforderlich ist. Bei hochdynamischen Anwendungen mit vielen Shuttles und starken Beschleunigungen lässt sich die Performance erhöhen, indem das System gekühlt wird. Bei Bedarf können die Motoren über vorinstallierte Leitungen einfach mit einer Flüssigkeitskühlung versehen werden →06.

ACOPOS 6D im praktischen Einsatz

ACOPOS 6D ist für viele Anwendungsgebiete geeignet. Das gilt insbesondere, wenn:

- höchste Präzision gefordert ist,
- die Reihenfolge von Prozessschritten sich immer wieder ändert,
- die Losgrößen sehr klein sind.

Das System eignet sich perfekt für schmutzempfindliche Prozesse, den Einsatz in Reinräumen oder in der Nahrungsmittel- und Getränkeproduktion, da es durch die kontaktlose Magnetschwebetechnik keinen Partikelabrieb gibt. Shuttles und Motorsegmente entsprechen standardmäßig der Schutzart IP67. Die Shuttles sind auch in einer Edelstahlausführung erhältlich. Wenn die Motorsegmente mit einer Edelstahlabdeckung versehen werden, kann die Schutzart IP69K erreicht werden.

Pilotkunden in den Bereichen Batteriezellenfertigung, Nahrungsmittel- und Getränkeherstellung, Druck und Pharmazeutika arbeiten zurzeit mit ACOPOS 6D. Sie wissen Merkmale wie Anti-Sloshing-Algorithmen zur Steuerung der Beschleunigung, Verzögerung und Neigung in Kurven besonders zu schätzen.

ACOPOS 6D und Track-Systeme wie ACOPOStrak oder SuperTrak ergänzen sich und werden in vielen Applikationen gemeinsam eingesetzt. Der Einsatz von ACOPOS 6D bietet sich an, wenn eine oder mehrere der einzigartigen Eigenschaften, z. B. die sechs Freiheitsgrade, eine hohe Präzision oder Reinraumtauglichkeit, gefragt sind. Deckt ein Track-System alle Anforderungen einer Applikation ab, ist es wirtschaftlicher, ein Track-System zu verwenden.

Gleitend in die Zukunft der Produktion

ACOPOS 6D ermöglicht die Umsetzung des Konzepts der Schwarmproduktion in die Realität. Dahinter verbirgt sich ein Konzept, bei dem sich Produkte selbständig durch den Produktionsraum bewegen. Es gibt also keinen vorprogrammierten Produktionsablauf, sondern jedes Produkt bewegt sich individuell zu den erforderlichen Bearbeitungsstationen →07. Dies erleichtert die Produktion von sehr kleinen und gemischten Chargen sowie die gleichzeitige Fertigung unterschiedlicher Produkte auf derselben Maschine.

Die berührungslose, geräuschlose, flexible und präzise Performance von ACOPOS 6D ermöglicht den Übergang von einer streng linearen Produktion zu einem offenen, adaptiven Produktionsraum und revolutioniert die Art und Weise, wie Produkte gefertigt, montiert und verpackt werden.

Verschiedene Pilotanwendungen mit ACOPOS 6D sind zurzeit in Betrieb. Die Serienverfügbarkeit und der Abschluss aller Zertifizierungen sind für Ende 2021 vorgesehen. •

— 06 Die Motorsegmente sind mit einem integrierten Wasserkühlsystem ausgestattet.

— 07 Durch Auflösung des linearen Produktransports wird ein mehrdimensionaler Produktionsraum geschaffen.

Literaturhinweis

[1] C. Klingler-Deiseroth: „Intelligenter Transport für Produktionslinien“. *ABB Review* 2/2018, S. 68–73.



06



07



LOGISTIK

Auf zu neuen Höhen

In Zusammenarbeit mit Industrie- und Hochschulpartnern ist es ABB gelungen, auf der Grundlage theoretischer Forschungsergebnisse die erste limitierte Version einer ACS880-Antriebsregelung mit Anti-Pendel-Funktion für Regalbediengeräte zu entwickeln. Die neue Funktion minimiert Mastschwingungen und verbessert die Stabilität und hilft so Kunden dabei, die Zykluszeiten beim Materialumschlag zu reduzieren.



Janne Jurvanen
ABB Motion Drive
Products
Helsinki, Finnland

janne.jurvanen@
fi.abb.com

Die Logistikbranche nutzt typischerweise Regalbediengeräte (RBGs), um Lasten in Lagerhäusern ein- und auszulagern. Dabei steht die Branche unter dem zunehmenden Druck, Wirtschaftlichkeits- und Nachhaltigkeitsziele zu erfüllen. Kürzere Zykluszeiten beim Materialumschlag und der Wunsch nach Kostenreduzierungen und einem geringeren Energieverbrauch erfordern

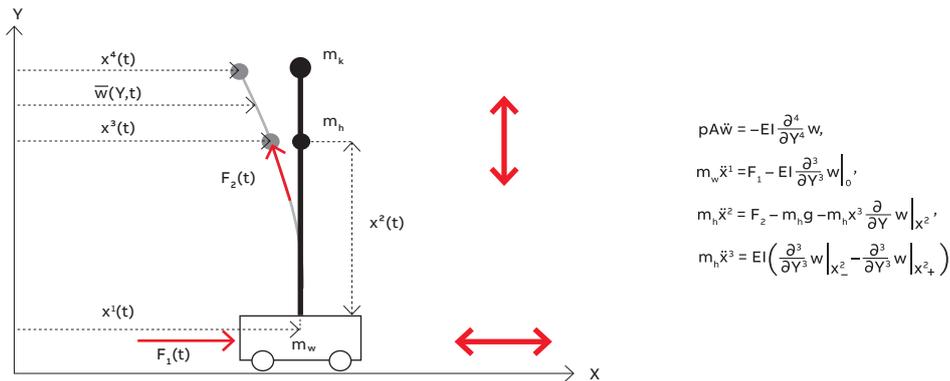


Arne Wahrburg
ABB Corporate Research,
Process Automation
Ladenburg, Deutschland

arne.wahrburg@
de.abb.com

Kürzere Zykluszeiten erfordern den Einsatz immer größerer und leichter RBGs.

den Einsatz immer größerer und leichter RBGs (weniger Metall). Diese strukturell weniger steifen Geräte sollen in der Lage sein, Lasten schnell und präzise zu platzieren, und gleichzeitig die erforderliche Stabilität und Sicherheit der Last gewährleisten. Dabei sind solche Rahmenkonstruktionen von Natur aus elastisch, sodass der Mast im Betrieb gefährlich in Schwingung geraten kann. Die beim Beschleunigen oder Abbremsen wirkende Trägheitskraft kann die Stabilität und die Positioniergenauigkeit bein-



01

trächtigen – die Folge sind Sicherheitsrisiken und eine mögliche Beschädigung der Last. Hinzu kommt, dass die Dynamik dieser Maschinen von der angehobenen Last abhängt, die in Größe und Position variiert. Um die schädlichen Folgen solcher Schwingungen zu umgehen, benötigt das Antriebssystem des RBG einige Sekunden zur Stabilisierung, damit die Schwingungen abklingen können, bevor die Bewegung fortgesetzt wird. Dieser Vorgang ist zeitaufwändig und reduziert den Durchsatz.

Wie können Mastschwingungen von RBGs durch eine schnelle, präzise und robuste Regelung minimiert werden, die wenig kostet und den Durchsatz verbessert? Als Antwort auf diese Herausforderung hat ABB eine Anti-Pendel-Funktion in das Lageregelungsprogramm für den Frequenzumrichter ACS880 integriert.

Ein zuverlässiger Partner

Angesichts der hohen Anforderungen an die Nachhaltigkeit und Leistungsfähigkeit wissen Hersteller von RBGs, dass sie sich auf ABB verlassen können, wenn es darum geht, Regelungsstrategien bereitzustellen, die nicht nur ihre logistischen Anforderungen, sondern auch ökologische und ökonomische Ziele erfüllen. Im Jahr 2007 brachte ABB die Motion-Control-Drives vom Typ ACSM1 auf den Markt. Diese flexiblen und vielseitigen Frequenzumrichter bieten allgemeine Drehzahl- und Drehmoment- sowie vielseitige Motion-Control-Regelungsfunktionen. Sie werden zur Steuerung von Asynchronmotoren, synchronen und asynchronen Servomotoren und drehmomentstarken Motoren mit verschiedenen Gebersystemen genutzt und unter anderem

auch für RBGs eingesetzt. Im Jahr 2018 hat ABB den ACS880 mit integrierter Lageregelung – mit absoluter und relativer Positionierung, Positionierungsprofilen, Positionssynchronisierung und schneller Referenzpositionserfassung – als Nachfolger der klassischen ACSM1-Umrichter für RBG-Kunden eingeführt. Dennoch müssen kleine Kranhersteller nach wie vor eine Anti-Pendel-Funktion entwickeln. Hier kommt die Anti-Pendel-Lösung von ABB ins Spiel, die diesen Kunden eine schnelle und präzise Minimierung von Mastschwingungen ermöglicht.

—
RBG-Hersteller wissen, dass sie sich in puncto Regelungsstrategien auf ABB verlassen können.

Wie alles begann und Festlegen der Marschrichtung

ABB ist sich der wichtigen Verbindung zwischen Kollaboration und Innovation bewusst, wenn es darum geht, das volle Potenzial ihrer Antriebsregelungslösungen zu nutzen, und arbeitet daher eng mit Geschäfts- und Hochschulpartnern zusammen. Anfang 2017 startete das Unternehmen eine gemeinsame Studie, um die Machbarkeit der Integration einer Anti-Pendel-Funktion und funktionalen Sicherheit (sowie weiterer grundlegender Reglungsfunktionen) in das Lageregelungsprogramm des ACS880 für RBGs zu untersuchen. Ausgangspunkt war ein ABB-Kunde, der bereits seit über 10 Jahren einen Motion-Control-Drive vom Typ ACSM1 für RBGs

01 Von der JKU entwickeltes mathematisches Modell eines RBG mit den auf das Gerät wirkenden Kräften (F), der Masse der Hubeinheit (m_h), der Masse des Kopfteils (m_k) und der Masse der Fahreinheit (m_u).

02 Schematische Darstellung der Trajektoriengenerierung und der Bewegungsprofile, die die Grundlage für den ABB-Entwurf bilden.

02a Schematische Darstellung des Regelgesetzes für die Fahreinheit (P-PI-Kaskade). Zu sehen ist die Trajektoriengenerierung für die Überführung der Hubeinheit des ABB SC von einer anfänglichen Ruheposition in eine Zielposition.

02b Simulationsergebnisse der Trajektoriengenerierung für die Anti-Pendel-Regelung. Links die Ergebnisse der Standard-Lage-Regelung, rechts der weiterentwickelten Regelung mit dem dynamischen Modell. Die vorgeschlagene Trajektoriengenerierung beseitigt Mastschwingungen nahezu vollständig.

einsetzt. Dieser suchte eine Lösung für eine zunehmende Herausforderung: den Durchsatz in immer größeren Lagerhäusern auf ökonomische und nachhaltige Weise zu erhöhen und gleichzeitig Mastschwingungen in einem 32 m hohen, 68 t schweren RBG zu verhindern, das Lasten von 6 t bewegen muss.

2017 begann ABB, eine Anti-Pendel-Funktion für die Lageregelung des ACS880 zu entwickeln.

Zusammen mit der Johannes Kepler Universität (JKU) im österreichischen Linz machte sich ABB daran, eine entsprechende Anti-Pendel-Lösung zu entwickeln. Im Laufe der Theorie-, Test- und Designphasen entwickelte sich eine intensive Partnerschaft, bei der jeder Partner seine individuellen Fähigkeiten beisteuerte. Und da es für gewöhnlich eine Kluft zwischen dem theoretisch Möglichen und dem praktisch Machbaren gibt, führte ABB die vorläufigen Ergebnisse durch weitere Tests und Designiterationen und verwandelte sie schließlich in eine konkrete Anti-Pendel-Funktion, die in das Lageregelungsprogramm des ACS880 integriert wurde.

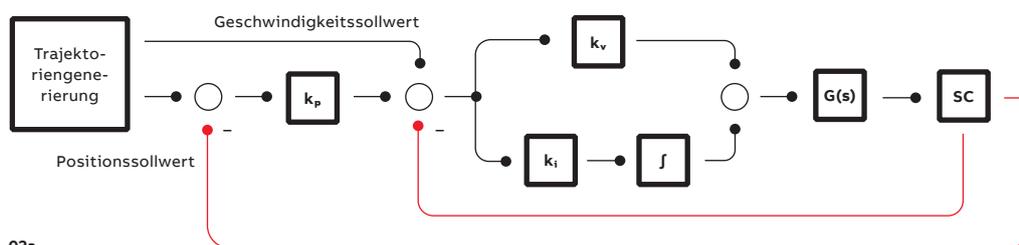
Die Forschungsprojekte im Überblick

Im Rahmen der synergetischen Zusammenarbeit zwischen ABB und der JKU wurden Forschungsprojekte mit folgenden Schwerpunkten durchgeführt:

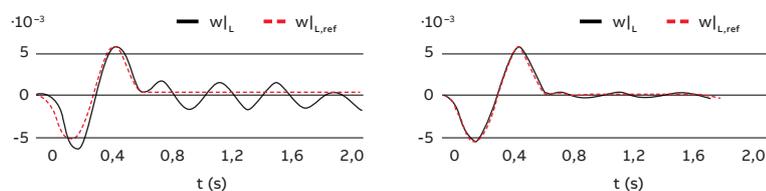
- Entwicklung von mathematischen Modellen zur Abbildung der Dynamik verschiedener Einmast-RBGs: des JKU-Prüfstands (JKU TB), ein Demonstrationsmodell im kleinen Maßstab, und des RBG von ABB (ABB SC).
- Kalibrierung des generischen Modells durch Bestimmung der jeweiligen Parameter der verwendeten RBGs
- Erstellung eines Regelschemas zur Generierung der Positions- und Geschwindigkeitssollwerte für das RBG, damit es bei der Bewegung nicht in Schwingung gerät.
- Bestimmung eines Feedback-Systems, das dafür sorgt, dass Restschwingungen aufgrund von Unzulänglichkeiten im Modell oder externen Störungen ausgegletet werden.

Theoretische Basis: mathematische Modelle

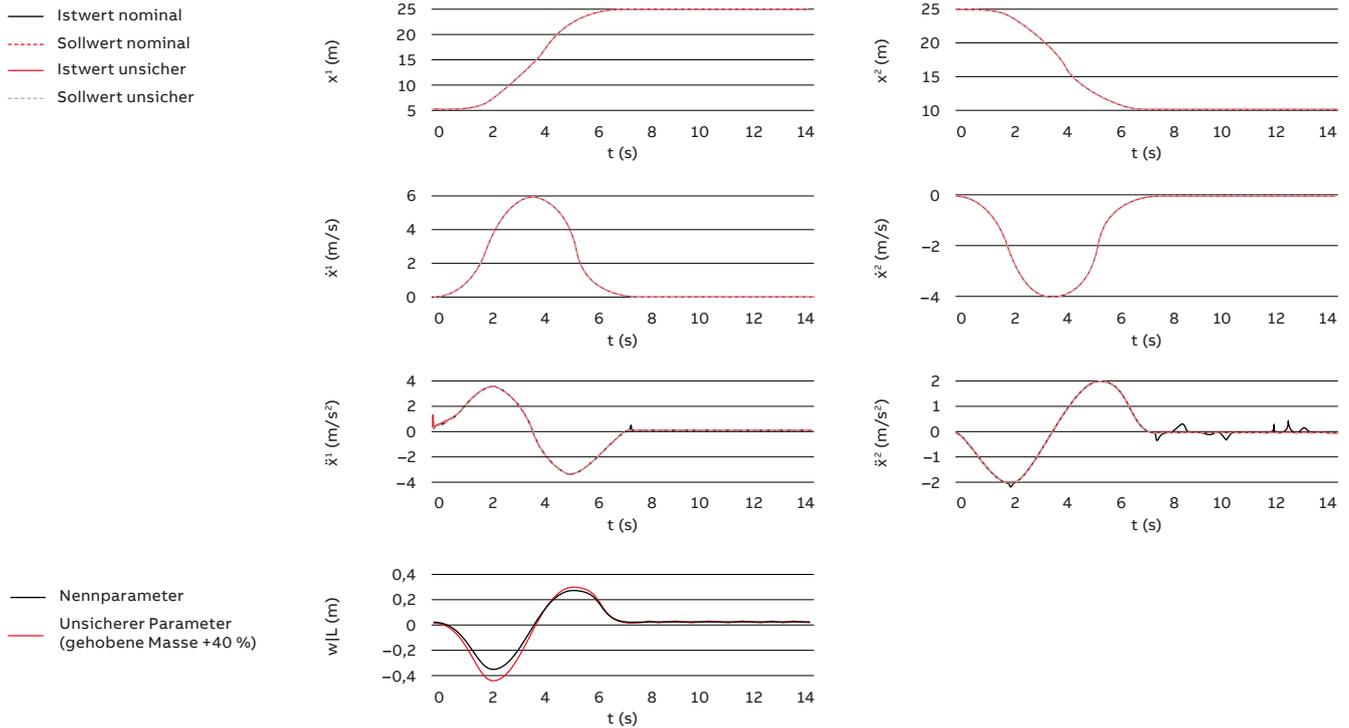
Zur Bestimmung der Machbarkeit einer Anti-Pendel-Regelungsfunktion wurden flachheitsbasierte Verfahren zur Trajektoriengenerierung auf ABB-RBGs angewendet [1,2,3]. Die Dynamik der Testsysteme von ABB (ABB SC) und der JKU (JKU TB) wurde als gemischt-dimensionales System



02a



02b



03

unter Verwendung von partiellen Differentialgleichungen (PDEs), gewöhnlichen Differentialgleichungen (ODEs) und unter Berücksichtigung von Randbedingungen modelliert.

Die PDEs wurden jeweils mithilfe der Rayleigh-Ritz-Methode diskretisiert, um ein reines ODE-System zu erhalten, was die Systemanalyse und den späteren Reglerentwurf vereinfacht.

Die Rayleigh-Ritz-Diskretisierung erfordert allerdings die Wahl einer Ansatzfunktion, deren Struktur entscheidend ist. Anschließend wurden die unbekannten Systemparameter auf Basis der Randbedingungen bestimmt. Dabei wurden die Bewegungsgleichungen abgeleitet und das Hamiltonsche Prinzip auf das Lagrange-Wirkungsfunktional erweitert, woraus sich ein gemischt-dimensionales System ergab.

Um ein endlich-dimensionales Gleichungssystem zu erhalten, wurde die Rayleigh-Ritz-Methode zur Diskretisierung angewendet:

$\bar{w} = x^1 + \Phi_1(Y) \cdot \bar{q}^1(t)$, wobei $\bar{w}(Y,t)$ die absolute Position des Balkens als Funktion der Höhe Y und der Zeit t , x^1 die horizontale Position der Fahreinheit, $\Phi_1(Y)$ die Ansatzfunktion (nur eine Funktion der Höhe Y) und $\bar{q}^1(t)$ die verallgemeinerte Koordinate (nur eine Funktion der Zeit) ist. Anzumerken ist, dass \bar{w} eine Funktion der (räumlichen) Höhe und Zeit ist und die einzelnen

Komponenten ϕ_1 und \bar{q} Funktionen nur einer Dimension darstellen.

Die Ansatzfunktion wurde wie folgt gewählt:

$$\Phi_1(Y) = A_1 \cdot \sin(\gamma Y) + B_1 \cdot \cos(\gamma Y) + C_1 \cdot \sinh(\gamma Y) + D_1 \cdot \cosh(\gamma Y)$$

Durch Einsetzen dieser Gleichung und der zuvor abgeleiteten Ansatzfunktion in die Randbedingungen und Ableiten der Parameter A , B , C , D und γ durch Lösen des daraus resultierenden nichtlinearen Gleichungssystems gelang es, ein hinreichend genaues Modell des ABB SC zu erstellen →01.

—
ABB und die JKU entwickelten mathematische Modelle zur Abbildung der Dynamik von Einmast-RBGs.

Modellkalibrierung: Bestimmung von Parametern

Das allgemeine theoretische Modell dient zwar als Blaupause für die Beschreibung der Dynamik von RBGs, doch für die praktische Anwendung auf ein spezifisches RBG-Modell müssen zunächst wesentliche Systemparameter bestimmt werden. Folgende unbekannte Parameter wurden kalib-

03 Ergebnisse für ABB-Trajektorien im Rahmen der Robustheitsuntersuchungen. Die Trajektorien wurden auf das auf Messdaten basierende JKU TB angewendet und um ein Regelgesetz zur Dämpfungsinjektion ergänzt, um Schwingungen zu unterdrücken. Ergebnisse der Robustheitssimulation: m_h unsicher = $1,4 \cdot m_h$.

04 Darstellung des für die Profilgenerierung verwendeten Input-Shapings.

04a Blockdiagramm des dreistufigen Input-Shapers für die Profilgenerierung. Die Profilgenerierung erfolgt anhand des Geschwindigkeitsollwerts, angegeben durch die Formel $v(t)$ oder mithilfe einer eindimensionalen Lookup-Tabelle. Es werden drei Zweige für den Geschwindigkeitsollwert verwendet, die zeitlich verschoben und um einen Faktor skaliert werden. Der Positionssollwert wird durch Integration des verwendeten Geschwindigkeitsollwerts ermittelt.

04b Schematische Darstellung des Input-Shapings, bei dem eine Eingangsgröße ohne und mit zeitlicher Verzögerung auf ein schwingungsfähiges System angewendet wird. Da beide Eingangsgrößen die gleiche Amplitude haben (vorausgesetzt, es liegt keine effektive Dämpfung vor), beseitigt die zweite Eingangsgröße die Schwingung vom ersten Signal, und das System bewegt sich ohne Schwingung in eine positive Richtung.

riert: die Biegesteifigkeit EI , die Dichte des Masts ρA und die Dämpfungskonstante des Masts d_m .

Die Systemparameter konnten mithilfe von Messdaten eines realen, mit einem Motion-Control-Drive vom Typ ACSM1 ausgerüsteten RBG ermittelt werden. Dazu wurde die Fahreinheit beschleunigt, sodass sich das Gerät ohne Schwingungen mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, und dann abrupt gestoppt, um Mast-schwingungen zu erzeugen. Die Hubeinheit wurde auf zwei Positionen (Höhen) bewegt. Nach Bestimmung der Hauptschwingungsfrequenz und deren exponentiellem Abklingen wurde ein System von nichtlinearen Gleichungen gelöst, das die Schwingungsfrequenzen und die relative Dämpfung auf die Parameter EI , ρA und d_m bezieht. Anschließend wurden die Parameter zur Kontrolle auf eine dritte Höhe angewendet.

Nach Bestimmung der Mast- und Antriebsparameter des ABB SC wurden die daraus resultierenden kalibrierten dynamischen Modelle

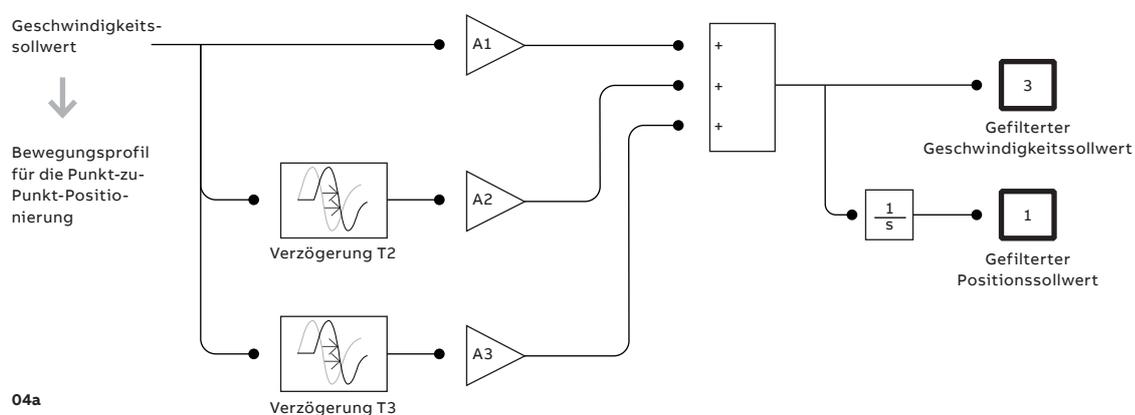
Das ABB-Regelungssystem positioniert das RBG präzise und robust mit minimalen Restschwingungen.

direkt für die Entwicklung der Antriebsregelung verwendet.

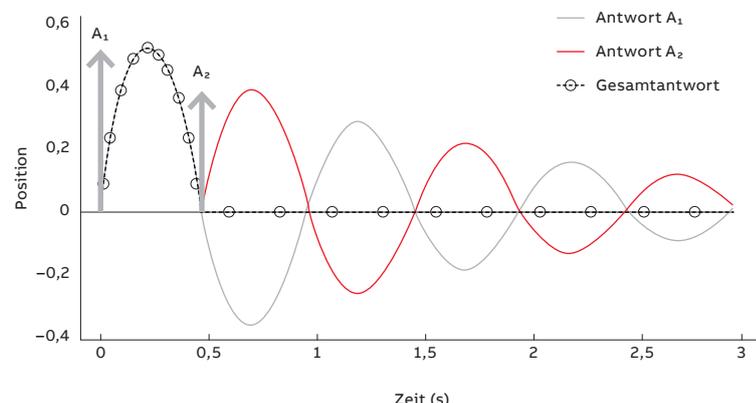
Trajektorienverfolgung und Robustheitsuntersuchungen

Um eine Minimierung der Schwingungen während der RBG-Bewegung sicherzustellen, entwickelte ABB entsprechende Verfahren zur Generierung von Positions- und Geschwindigkeitsollwerten.

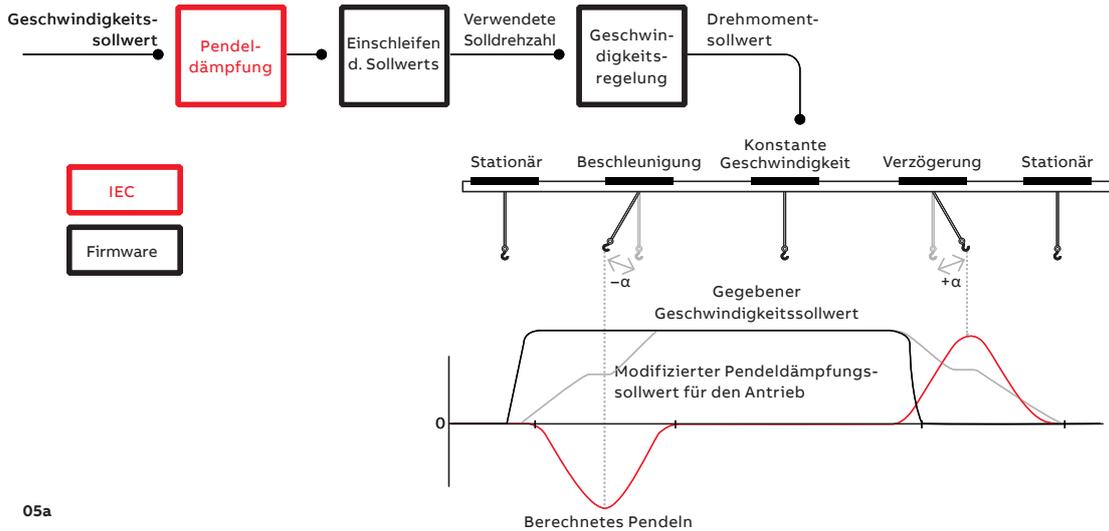
Die unter Verwendung von Polynomen zur Parametrierung aller Systemvariablen mittels flacher Ausgänge und Ableitungen entstandenen



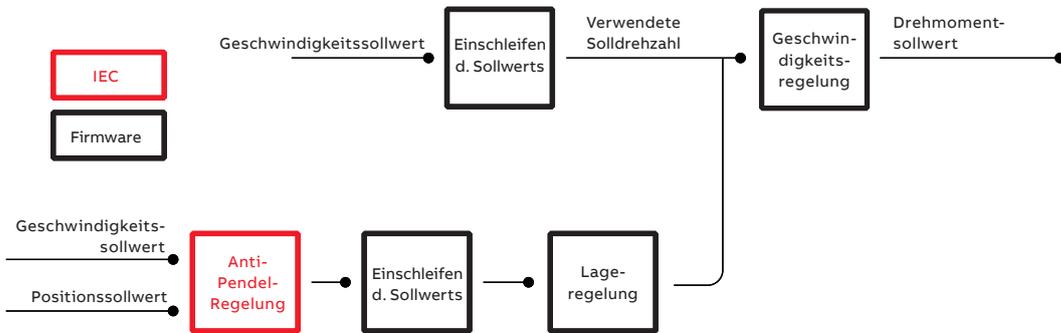
04a



04b



05a



05b

Gleichungen von ABB ähneln denen in [3] und hängen von den flachen Ausgängen und deren Zeitableitungen ab. Diese wurden im Trajektoriengenerator implementiert →02a.

Eine gut abgestimmte P-PI-Kaskade zur Trajektorienfolgeregulation der vom flachheitsbasierten Trajektorienplaner generierten Sollwerte funktioniert sehr gut, wenn keine externen Störungen vorliegen →02b. Um Mastschwingungen im Falle solcher Störungen zu verringern, wurde die Kaskade um eine integrierte Rückführung zur Einführung einer zusätzlichen Dämpfung in die Fahreinheit erweitert [5,6] (Dämpfungsinjektion).

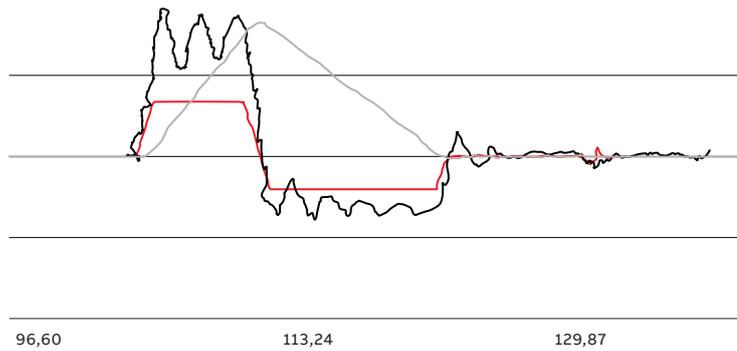
Die Robustheit wurde untersucht, indem die Masse der Hubeinheit und die Balkenparameter als unsichere Größen betrachtet wurden (obwohl diese bekannt waren). Das Ergebnis ist ein erstaunlich robustes System – sowohl im Falle des JKU TB als auch des ABB SC →03. Beim JKU TB wirkten sich nur starke Abweichungen der Systemparameter auf die Balkenschwingungen aus, während leichte Unterschiede in der Hubmasse ($\pm 10\%$) beim ABB SC nahezu keine Auswirkungen zeigten – alles in allem hervorragende Ergebnisse.

Von der Theorie zum Design

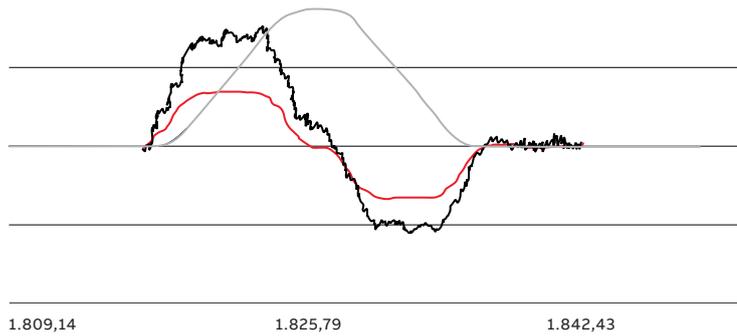
Das Ziel von ABB ist es, ihren Kunden stets die leistungsfähigsten und wirtschaftlichsten Regelungssysteme zu bieten. Daher hat ABB die vielversprechendsten Ergebnisse bezüglich der Modellierung →01 und der Lageregelung →03 als Grundlage genommen, um eine Anti-Pendel-Regelungsfunktion zu entwickeln, die sich einfach applizieren lässt, aber dennoch äußerst leistungsstark und zuverlässig ist.

Selbst in den größten Lagerhäusern können Lasten nun schnell und kostengünstig bewegt werden.

Das neue Regelungsverfahren für die Punkt-zu-Punkt-Positionierung des RBG beinhaltet einen sogenannten Input-Shaper →04a und eine Trajektorienplanung – zusätzlich zur vorhandenen Regelkette des ACS880-Lageregelungsprogramms (Bewegungsprofilgenerator, Lageregler und Geschwindigkeitsregler) [7,8].



06a



06b

05 Darstellung der Regelschemata.

05a Pendeldämpfung des Kran-Regelungsprogramms (+N5050) des ACS880 (für Brücken- und Turmkräne). Hier sind die Veränderungen der Sollwerteingaben in zwei Abschnitte unterteilt, wobei der zweite im Verhältnis zur Periodendauer der Schwingung verzögert ist.

05b Die Anti-Pendel-Lageregelung des ACS880 für RBGs ähnelt dem Kran-Regelschema bis auf die Unterteilung in drei statt zwei Abschnitte. Dies erhöht die Robustheit gegenüber Schwingungszeitfehlern.

06 Die erzeugten Bewegungsprofile verdeutlichen die Auswirkung der Anti-Pendel-Funktion. Schwarz: Motordrehzahl (01.10); grau: Istgeschwindigkeit (86.03); rot: geschätzte Beschleunigung (88.07).

06a Bewegungsprofil einer einfachen ruckbegrenzten Bewegung ohne Anti-Pendel-Funktion.

06b Bewegungsprofil nach Aktivierung des dreistufigen Schwingungsdämpfungsmodus mit Anti-Pendel-Funktion.

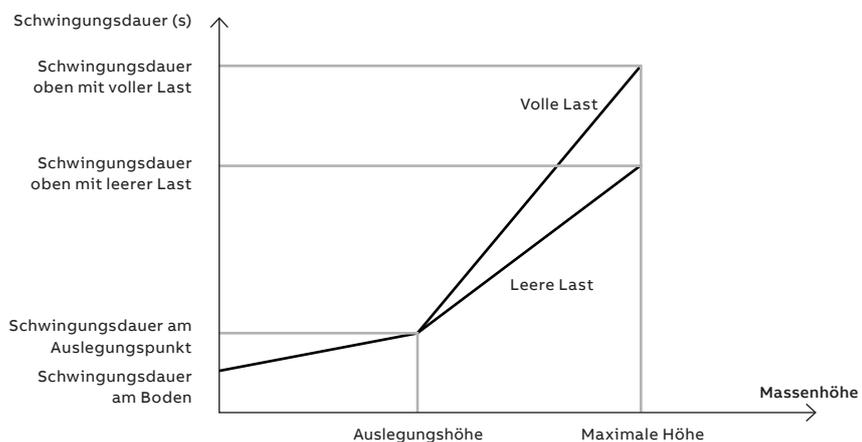
07 Schwingungszeitkurven von leeren und vollen Lasten basierend auf der Zielhöhe des RBG. Unterhalb der Auslegungshöhe wird angenommen, dass die Masse der Last keinen Einfluss auf die Schwingungsdauer hat. Oberhalb der Auslegungshöhe ist der Einfluss proportional.

Input-Shaper sind so ausgelegt, dass ein Eingangssignal seine eigene Schwingung beseitigt, wodurch die verbleibende Pendelbewegung der Struktur reduziert wird →05a [7]. Um dies zu erreichen, müssen der Dämpfungsgrad und die Systemschwingung bei unterschiedlichen Höhen der Hubeinheit (die auf der Grundlage der dominanten Resonanzfrequenz bestimmt wird) bekannt sein. Hier können neue Systemparameter bei der Systemidentifikation während der Inbetriebnahme des ACS880 ermittelt werden, was einen unmittelbaren Nutzen für den Kunden darstellt.

Da das Input-Shaping und die Dämpfungsinjektion (die das vorhandene Restpendeln dämpft, nachdem das RBG seine Zielposition erreicht hat) gute Ergebnisse lieferten und hervorragend funktionierten, auch wenn nur eine Funktion aktiviert war [7], integrierten die ABB-Experten nur das Input-Shaping (mit einem dreistufigen Input-Shaper) in die endgültige, derzeit verfügbare Anti-Pendel-Regelungsfunktion →04–05 [8].

Nach Auswahl und Anpassung des Bewegungsprofilgenerators konnten die Systemidentifikationsvorgänge zur Speicherung und zum Abruf

07



der erforderlichen Systemparameter wie Dämpfungsgrad und Schwingungsdauer entwickelt und implementiert werden.

Damit ist das von ABB entwickelte Regelungssystem in der Lage, das RBG präzise und robust mit der gewünschten Dynamik und minimalen Restschwingungen zu positionieren.

ACS880-Lageregelung mit Anti-Pendel-Funktion

Die Schaffung einer praktischen, aber dennoch ökonomischen und leistungsstarken Anti-Pendel-Funktion war von Anfang an das Ziel von ABB. Durch Entwicklung einer Regelungsfunktion mit einem präzisen dynamischen Modell eines RBG ist eine genaue Berechnung der Bewegung nun

—
Dank der Reduzierung der Stabilisierungszeit von etwa 3,0 s auf 0,25 s können die Zykluszeiten erheblich verkürzt werden.

möglich →05b. Die Ergebnisse sind als Anti-Pendel-Funktion in eine spezielle Version der Lageregelungs-Firmware für den ACS880 (+N5700) eingeflossen [8], die eine Systemstabilisierung in nur 0,25 s ermöglicht.

Dabei wird das Standardprofil für den Positionswert so modifiziert, dass Schwingungen, die aufgrund des Bewegungsprofils auf eine als schwingende Masse wirkende Last übertragen werden, unterdrückt werden →06. Die Funktion der Pendelunterdrückung basiert auf der berechneten Systemschwingungsdauer, d. h. die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Spitzen einer abklingenden Schwingung, die vom System für jeden Betriebspunkt mithilfe von Kurven (für jede Masse und Höhe der Last) berechnet wird →07, zusätzlichen benutzerdefinierten Parametern und dem Dämpfungsgrad (eine von Benutzer anzugebende Konstante). Der Dämpfungsgrad ζ wird mithilfe des logarithmischen Dekrements berechnet:

$$\zeta = \frac{\ln \frac{A_1}{A_2}}{2\pi}$$

Wobei A_1 und A_2 den Schwingungsamplituden an zwei aufeinanderfolgenden Spitzen der abklingenden Schwingung entsprechen. Die übrigen Parameter lassen sich einfach ermitteln bzw. einsetzen. Damit sind ABB-Kunden mit RBGs nun in der Lage, unerwünschte Schwingungen bei jeder Lagerhöhe und Last zu minimieren.

Umsetzung in marktfähige Produkte

Nach der Inbetriebnahme des ersten ACS880-Lageregelungsprogramms für RBGs im Frühjahr 2019 implementierte ABB den Prototyp der Anti-Pendel-Funktion. Nach erfolgreichen Praxis-tests in einer Kundenanlage im Sommer 2020 erfolgte im Frühjahr 2021 die Inbetriebnahme und Freigabe der ersten limitierten Version des ACS880-Antriebsregelungsprogramms mit Anti-Pendel-Funktion als Produkt im Rahmen einer kundenspezifischen Software für einen RBG-Kunden. Eine neue Version für allgemeine RBG-Kunden befindet sich in der Entwicklung und wird voraussichtlich 2022 auf den Markt kommen.

Dank der engen Zusammenarbeit mit der Industrie und Hochschulen ist ABB in der Lage, Nutzern von RBGs eine Lageregelung für den ACS880 mit Anti-Pendel-Funktion anzubieten, die auf ihre Bedürfnisse zugeschnitten ist. So können nun selbst in den größten Lagerhäusern Lasten präzise und vor allem schneller und somit kostengünstiger bewegt werden, ohne dass das RBG in gefährliche Schwingung gerät →08. Dank der Reduzierung der zur Stabilisierung erforderlichen Zeit von etwa 3,0 s auf 0,25 s können die Zykluszeiten beim Materialumschlag erheblich verkürzt werden.

Durch die Weiterführung theoretischer Ergebnisse durch Tests und Designiterationen gelingt es ABB, Ideen in konkrete Produkte zu verwandeln. Auf diese Weise hilft das Unternehmen seinen Kunden dabei, anspruchsvolle logistische Aufgaben zu bewältigen und Wirtschaftlichkeits- und Nachhaltigkeitsziele zu erfüllen, die in der heutigen Wettbewerbslandschaft eine zunehmend wichtige Rolle spielen. •

Danksagung

Diese Arbeit wäre nicht möglich gewesen ohne das Engagement und die bisherige Forschungstätigkeit vieler Personen. Unser besonderer Dank gilt an dieser Stelle Tobias Malzer, Markus Schöberl, Martin Staudecke, Matias Niemelä und Stefan Baum.



08

08 Angesichts immer kürzerer Zykluszeiten und immer größerer Lagerhäuser wissen RBG-Kunden, dass sie sich auf ABB verlassen können, wenn es darum geht, innovative, praktische Lösungen wie die Anti-Pendel-Funktion bereitzustellen.

Literaturhinweise

[1] M. Bachmayer et al.: „Flatness-based control of a horizontally moving erected beam with a point mass“. *Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems*, Vol. 17, No. 1, 2011, S. 49–69.

[2] G. Kostin et al.: „Optimal real-time control of flexible rack feeders using the method of integrodifferential relations“. *Proc. 7th Vienna Int. Conference on Mathematical Modeling* 2012, S. 1147–1153.

[3] D. Schindele, H. Aschemann: „Adaptive LQR-control design and friction compensation for flexible high-speed rack feeders“. *Journal of Computational and Non-linear Dynamics*, Vol. 9, No. 1 (2013), S. 1–9.

[4] H. Rams et al.: „Optimal Motion Planning and Energy-based Control of a Single Mast Stacker Crane“. *IEEE Transactions on Control Systems Technology* (2017), S. 1449–1457.

[5] M. Staudecker et al.: „Passivity based control and time optimal trajectory planning of a single mast stacker crane“. *Proc. 17th IFAC World Congress* (Juli 2008), S. 875–880.

[6] M. Staudecker: „Regelung einer elastischen mechanischen Struktur am Beispiel eines Regalbediengeräts für Hochregellager“. Dissertation. Johannes Kepler Universität Linz, 2010.

[7] M. Niemelä, S. Baum: „Stacker crane control design“. ABB Internal Report, 19.03.2021.

[8] J. Jurvanen: „ACS880 Position control, anti-pendulum“. ABB Internal Report, 19.03.2021.



LOGISTIK

ABB mySpareParts bietet klaren Überblick über Ersatzteile

Das innovative Widget und der proaktive Prozess von ABB bieten Kunden einen wertvollen Einblick in Ersatzteildaten. Dies ermöglicht eine bessere Vorausplanung und Entscheidungsfindung zur Reduzierung von übermäßigen Ausfallzeiten, Leistungseinbußen und ungeplanten Kosten – und hilft dabei, Ausfälle zu vermeiden.



Wenn es um Ersatzteile geht, setzen viele Unternehmen noch immer auf eine reaktive Managementstrategie, bei der Teile verschleiben und schließlich ausfallen. Dies kann letztendlich bis zu fünfmal mehr kosten als ein proaktiver, vorausschauender Ansatz [1]. ABB ist der Ansicht, dass die Digitalisierung Kunden dabei helfen kann, ein proaktives Ersatzteilmanagement zu realisieren, um das Risiko ungeplanter Kosten, geringer Leistung und übermäßiger Ausfallzeiten zu senken [2]. Warum sollte man warten, bis ein wichtiges Teil ausfällt, um es dann zu ersetzen? Und was spricht dagegen, die technischen Möglichkeiten der Digitalisierung zu nutzen, um Kunden eine bessere Kontrolle über ihr Ersatzteilmanagement zu ermöglichen?

Über systemspezifische Anwendungen und Widgets auf dem myABB Business Portal bietet ABB ihren Kunden Zugriff auf eine Reihe von digitalen Self-Service-Tools für Leitsysteme, Roboter, elektrische Antriebe und andere ABB-Produkte. Im Jahr 2020 wurde dieses Angebot durch die Einführung des mySpareParts-Widgets um den Bereich Ersatzteile erweitert. Dieser Self-Service-Prozess bietet Kunden die Möglichkeit, ihren Lagerbestand vor Ort mithilfe des mySpareParts Analyzers zu überprüfen und anschließend im mySpareParts Manager mit ihrem installierten Bestand und der Verfügbarkeit in der globalen ABB-Lieferkette zu vergleichen.



Greg Parsons
ABB Process Industries,
Process Automation
San Diego, CA, USA

greg.parsons@
us.abb.com

Herausforderungen erkennen

Viele Unternehmen betrachten Ersatzteile fälschlicherweise getrennt von dem System, in dem sie eingesetzt werden [1]. In der Realität aber erfordert ein erfolgreiches Ersatzteilmanagement angesichts sich immer weiterentwickelnder und sich verändernder Technologien einen systematischen Ansatz und ein systematisches Verständnis. Nur so können Unternehmen die Kritikalität einzelner Teile innerhalb des Systems hinreichend einschätzen und beurteilen. Schließlich sind nicht alle Teile gleich kritisch. So kann eine Fehlfunktion bei einigen Komponenten zu einer Gefährdung der Sicherheit und einer Abschaltung führen, während bei anderen lediglich die Produktionsgeschwindigkeit herabgesetzt wird. Wiederum andere können sich nachteilig auf die Systemleistung auswirken. Folglich gilt es, das mit dem jeweiligen Teil verbundene Risiko zu definieren [1]. Um den optimalen Bestand an kritischen Ersatzteilen verfügbar zu haben, benötigen Kunden einen entsprechenden Überblick über ihr Anlagen- und Ersatzteilökosystem.

Nur wenn der Kunde weiß, welche Teile in seinem System installiert sind, ist er in der Lage, die Kritikalität und Abhängigkeit jedes Teils sowie die Auswirkungen eines Ausfalls auf das System und seine Leistungsfähigkeit vollständig zu erfassen und zu beurteilen. Gleichwohl ist ein solcher strategischer Ansatz zum Ersatzteilmanagement ein Balanceakt, denn die relative Wichtigkeit von Teilen festzustellen und die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls oder einer Störung zu analysieren, ist keine leichte Aufgabe.

Die derzeitige Lage

Viele Unternehmen, die ihre Entscheidungen vornehmlich auf Grundlage der Kosten für Ersatzteile oder deren bisheriger Nutzung treffen, unterschätzen ihren Lagerbestand für kritische Teile um bis zu 60 % [3]. Die potenziellen Kosten bzw. finanziellen Auswirkungen von Betriebsmittelausfällen, Produktionsstillständen oder Imageschäden durch eine Unterbrechung des „Normalbetriebs“ werden häufig nicht berücksichtigt. Darüber hinaus kann dieser reaktive Ansatz zum Ersatzteilmanagement aufgrund möglicher Unwägbarkeiten innerhalb der Lieferkette unerwartete Folgen haben. Fragt man Kunden nach Ersatzteilen, lautet eine typische Antwort „Wir sind gut aufgestellt“. Die Frage ist, woher der Kunde das weiß. Viele finden es schwer, die Frage zu beantworten, weil es irgendeine Dokumenta-

2020 wurde das myABB Business Portal um das mySpareParts-Widget erweitert.

tion des Prozesses geben muss, um zu diesem Schluss zu kommen. In der Praxis finden wir hier häufig Lücken, die ABB schließen kann. In manchen Fällen hat der Kunde sogar alles, was er benötigt, was dafür spricht, dass er heute alles richtig macht. Doch der Prozess ist nicht statisch – Lebenszyklen und unterstützende Strukturen verändern sich und müssen regelmäßig überprüft werden.

Mangelnde Planung birgt die Gefahr, dass Arbeitskraft, Material und Maschinenzeit verschwendet werden, was die Kosten für produzierende Unternehmen und letztendlich auch den Preis des Produkts in die Höhe treibt.

Die ABB mySpareParts-Managementlösung

Die Lösung für solche Herausforderungen liegt in einem umfassenden, proaktiven und dennoch maßgeschneiderten digitalen Ersatzteilmanagement-Ansatz. Mit einer detaillierten Übersicht über den installierten Bestand vor Ort sind Unternehmen besser in der Lage, ihre Ersatzteilstrategie zu definieren und umzusetzen. Zudem profitieren Kunden von der Möglichkeit, den Wert ihrer vorgehaltenen Ersatzteile mit den Kosten zu vergleichen, die durch potenzielle Ausfallzeiten, suboptimale Leistung und den Imageverlust bei Nichterfüllung von Verpflichtungen gegenüber dem Kunden entstehen. Durch Evaluierung des Systems unter normalen Betriebsbedingungen können Kunden die Lieferkette verstehen, bevor kostspielige Probleme auftauchen. Ein ganzheitliches Ersatzteilmanagement-Programm muss „wissen“, was passiert, wenn ein Teil ausfällt – bevor es ausfällt.

Erfolgreiches Ersatzteilmanagement erfordert einen systematischen Ansatz.

Hier kommt mySpareParts Manager ins Spiel, eine ABB-eigene Softwareplattform, die darauf ausgelegt ist, maßgeschneiderte Informationen über empfohlene Ersatzteile, eventuelle Lücken und die Lieferkette sowie Berichte zur Risikoidentifizierung zu liefern. Erreicht wird dies durch die Analyse wichtiger Informationen wie:

- aktueller installierter Bestand
- Zugehörigkeit zu anderen Teilen
- Lagerbestand vor Ort
- Produktlebenszyklus
- Produktinformationen und Einsatzort
- verbundene Risiken

mySpareParts-Widget

Das Widget bietet Kunden einen Überblick über die Daten, die erforderlich sind, um proaktive Entscheidungen zur Sicherung einer hohen Produktionsverfügbarkeit zu treffen und bestandsbedingte Störungen zu verhindern bzw. zu reduzieren. Das mySpareParts-Widget ist eine zentrale Plattform, die zurzeit drei Ansichten bietet: mySpareParts Analyzer, Recommended Spares und Gap Analysis →01.

mySpareParts Analyzer ist ein Self-Service-Tool, das Kunden die Möglichkeit bietet, ihren vorhandenen Lagerbestand hochzuladen und diesen von ABB analysieren zu lassen →02. Die Analyse liefert Informationen über Risikofaktoren, den

Lebenszyklusstatus, die Verfügbarkeit auf Landesebene sowie die Austauschbarkeit und Reparaturfähigkeit der Teile. Ein Kernelement der Risikoanalyse ist die Bewertung des Ausfallrisikos →03. mySpareParts Analyzer berücksichtigt das „intrinsische Risiko“ jeder Komponente in einer Kundenanlage. Dazu hat ABB mithilfe eines proprietären Bayesschen Modells eine Risikobibliothek für über 1,5 Millionen Teile erstellt.

Der mySpareParts Analyzer hilft Unternehmen dabei, Lücken in ihrem Ersatzteilbestand zu identifizieren, um Ausfallzeiten zu verhindern, die Produktion zu optimieren und die strategische Verwaltung ihrer vorhandenen Lagerbestände zu erleichtern.

Eingaben aus dem mySpareParts Analyzer und dem ServIS-Informationssystem für installierte Anlagen von ABB werden im mySpareParts Manager verknüpft. Hier stehen Kunden zwei Ansichten zur Verfügung: Recommended Spares und Gap Analysis →01. Recommended Spares bietet dem Kunden eine Liste von Ersatzteilen, die nach Empfehlung von ABB auf der Grundlage des anlagenspezifischen installierten Bestands beim Kunden vorgehalten werden sollten. Wichtige Angaben wie das mit den Teilen verbundene Risiko für den Prozess und Informationen zum Lebenszyklus sind ebenfalls enthalten. Die Gap Analysis vergleicht die empfohlenen Ersatzteile mit den vorhandenen Ersatzteilen und sucht proaktiv nach „Lücken“ in Form von fehlenden und überschüssigen Lagerbeständen. Der Nutzer kann die Informationen nach Belieben filtern. So können z. B. nur die Teile mit hohem Risiko und einem späten Lebenszyklusstatus herausgefiltert werden, um zu sehen, wie viele dieser Teile laut Empfehlung von ABB vorgehalten werden sollten. Diese Berichte werden in Form eines Dokuments, dem sogenannten Parts Fingerprint, bereitgestellt.

Eine maßgeschneiderte Lösung

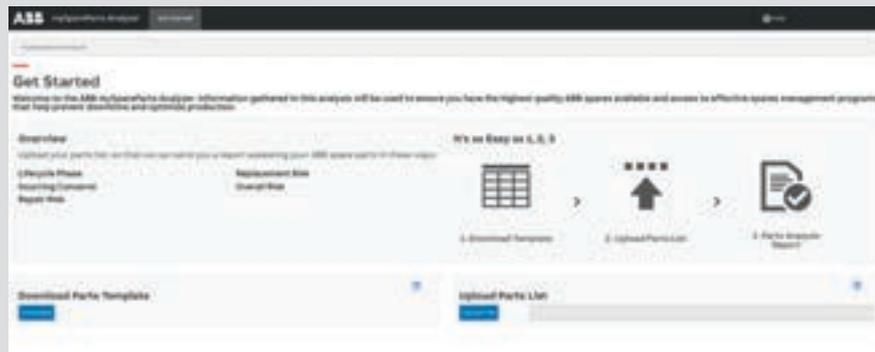
ABB nutzt das mySpareParts Manager Tool, um in Zusammenarbeit mit dem Kunden unter Berücksichtigung aller standortspezifischen Informationen eine geeignete Vorgehensweise zu bestimmen. Doch die Komplexität der Ersatzteilverhaltung und -versorgung hört nicht auf, sobald die optimale Ersatzteilbevorratung einmal bestimmt wurde. Wichtig ist, dass eine robuste und effektive Bestandsmanagementlösung vorhanden ist, um diese Assets zu schützen. ABB ist in der Lage, eine maßgeschneiderte Bestandsmanagementlösung für Ersatzteile bereitzustellen, die auf die spezifischen Ziele, Wartungsstrategien und betrieblichen Bedürfnisse eines Kunden zugeschnitten ist. Dies sorgt dafür, dass kritische Ersatzteile zur Verfügung stehen, wo und wann



01

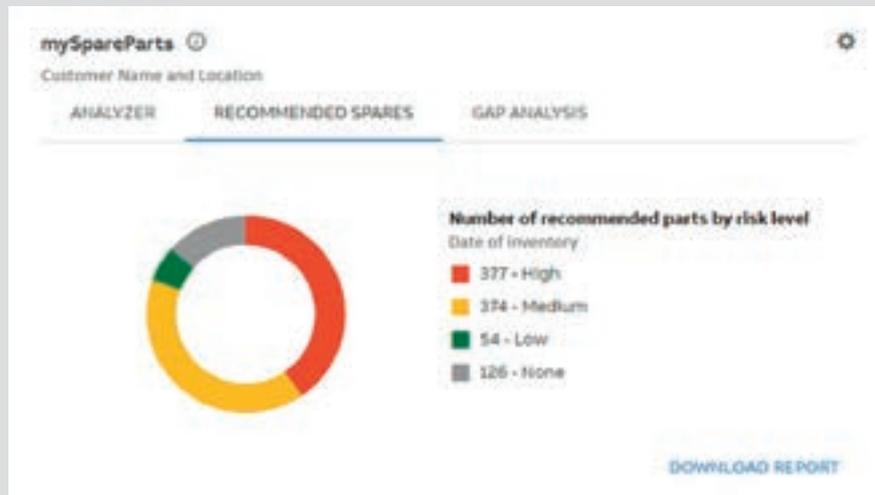
01 Startseite des myABB Business Portals. Von hier können Kunden eine der drei Ansichten Analyzer, Recommended Spares und Gap Analysis wählen.

02 Startseite des mySpareParts Analyzers. Kunden können ihre Teilnummern einfach validieren und Teilnummern und Mengen schnell und effizient per Cut-&-Paste in Excel übertragen. Bei Datenproblemen wird gewarnt, und Informationen werden durch vier einfache Fragen eingegrenzt. Anschließend können die Daten hochgeladen werden, der Kunde erhält eine Bestätigung.



02

03 Beispiel einer Darstellung in der Ansicht Recommended Spares. Hier sehen Kunden, wie viele der empfohlenen Ersatzteile mit welchem Risiko verbunden sind. Andere Informationen wie Lebenszyklusstatus, Verfügbarkeit auf Landesebene, Austauschbarkeit und Reparaturfähigkeit können ebenfalls angezeigt werden.



03

04 Der Parts Finger-print für ein Chemieunternehmen in Louisiana (USA) zeigt potenzielle Lücken im Lagebestand, die das Risiko von Ausfällen des Leitsystems (und der Produktion) erhöhen könnten.



04

sie benötigt werden. Während ABB primär darauf ausgerichtet ist, Ersatzteile direkt an den Kunden zu liefern, kann auch ein vom Lieferanten verwaltetes Ersatzteilbevorratungssystem in einer ABB-Servicevereinbarung festgelegt werden.

Der nächste Schritt der Analyse

Der ABB Parts Fingerprint ist ein tief greifender, systematischer Prozess, der Kunden eine Empfehlung für eine optimale Ersatzteilbevorratung liefert. Basierend auf dem installierten Bestand des Kunden, dem Risiko für den Prozess bei einem Ausfall, dem Einsatzumfeld und der Lieferkette bietet ABB dem Kunden mithilfe der Lösung wertvolle Informationen, die ihm eine bessere Kontrolle seiner Ersatzteilstrategie und seines Ersatzteilmanagements ermöglichen.

Dabei nutzt ABB ihr Wissen über die eigenen Produkte und eine iterative dreiphasige Methodik (Assess, Implement, Sustain) als Basis, um auch fortschreitende Lebenszyklen und Obsoleszenz mit einzubeziehen. Zu den Ergebnissen gehören Berichte zu empfohlenen Ersatzteilen (Recommended Spares), Lücken im Lagerbestand (Gap

mySpareParts Manager liefert maßgeschneiderte Informationen über die Ersatzteilsituation.

Analysis) und zur Lieferkette (Supply Analysis). Der Prozess beginnt mit der Erfassung detaillierter Systemkonfigurationen bis auf die Ersatzteilnummerenebene. Darauf folgt eine Überprüfung der beim Kunden vorhandenen Ersatzteile einschließlich der Quantität und Qualität mit dem Ziel, Verbesserungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Schließlich erfolgen eine Analyse der Lieferkette und eine proaktive Identifizierung möglicher Probleme →04.

Fallbeispiele für Parts Fingerprints

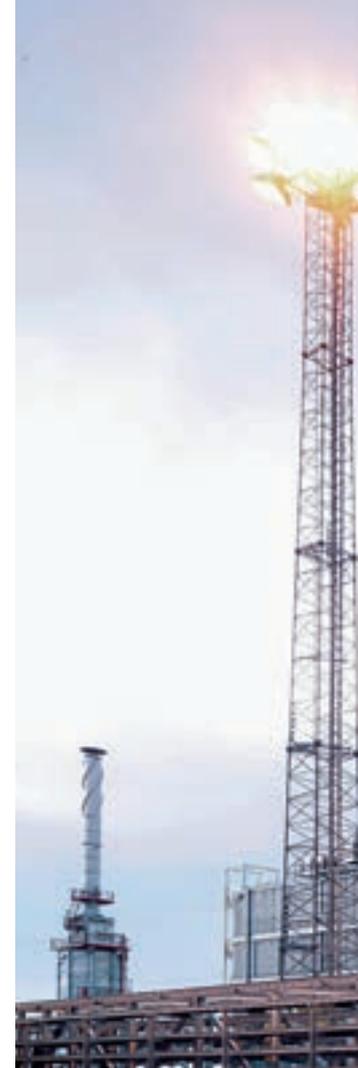
Die Anlagenmanager eines Chemieunternehmens in Louisiana (USA) hatten erkannt, dass zur Sicherung einer maximalen Produktion eine optimale Verfügbarkeit des vorhandenen Prozessleitsystems erforderlich war. Dazu musste der Kunde wissen, ob es Diskrepanzen zwischen möglicherweise benötigten kritischen Ersatzteilen und den tatsächlich vor Ort vorhandenen Teilen gab →05. Mithilfe eines Parts Fingerprints, der mithilfe des ServicePro Service Management Systems von ABB erstellt wurde, konnte ABB dem Kunden dabei helfen, seine Ersatzteilsituation zu erfassen und eine fundierte Entscheidung

über ein mögliches Upgrade des Leitsystems zu treffen.

Im Rahmen der IAEN Service Account Management Initiative hat ABB Malaysia im Jahr 2020 einen umfassenden Parts Fingerprint für einen Kunden durchgeführt. Hierzu wurden die vom SPDC-Tool (Service Product Data Collector) des ABB 800xA Power Management Systems erfassten Daten mit den vom Kunden über den mySpareParts Analyzer geteilten Informationen verknüpft. Der Parts Fingerprint lieferte eine Übersicht über die installierten Komponenten und die empfohlenen Ersatzteilmengen sowie einen Abgleich der Empfehlungen mit den beim Kunden vorhandenen Lagerbeständen und zeigte die Lücken zwischen dem empfohlenen und dem tatsächlichen Bestand auf. Nach einer gemeinsamen Auswertung des Berichts entschloss sich der Kunde, seinen vorhandenen Bestand um die Teile zu ergänzen, die laut Auswertung mit einem hohen potenziellen Risiko für den Betrieb verbunden waren.

Blick in die Zukunft

Die Einführung eines weiteren Berichts zur Analyse der Versorgungssituation (Supply Analysis) ist für 2021 vorgesehen. Hierbei werden die identifizierten Lücken im Bestand mit der Lieferkette, d. h. der Verfügbarkeit in lokalen, regionalen



05



—
05 Eine Chemieanlage in Louisiana (USA), in der Produkte für die Landwirtschaft, Kosmetik, Nahrungsmittel und Pharmazeutika hergestellt werden. Eine Parts Fingerprint Analyse half dem Kunden, eine fundierte Entscheidung über ein Upgrade des Prozessleitsystems zu treffen.

und Zentrallagern, verglichen, um einen kundenspezifischen Lagerhaltungsplan zu entwickeln. Darüber hinaus wird eine tiefer gehende Analyse der Bestellhistorie, kürzlichen Ausfälle usw. eines Kunden möglich sein.

Die mySpareParts-Managementlösung liefert Kunden die Daten, die sie benötigen, – einschließlich entsprechender Risikofaktoren, regionaler und lokaler Lagerhaltungspläne und Lebenszyklusauswirkungen – und vergleicht diese mit den für ihre Bedürfnisse notwendigen Produkten und Services über die Lebensdauer ihrer Anlage hinweg. Dies hilft Kunden dabei, ihre aktuelle Situation und die ausgegebenen Empfehlungen besser

—
Die mySpareParts-Managementlösung hilft Kunden dabei, fundierte Entscheidungen zu treffen.

zu verstehen, um fundierte Entscheidungen zu treffen und geeignete Maßnahmen zu planen. Die leistungsfähige Analytik der digitalen Tools von ABB ermöglicht einen proaktiven Ansatz zum System- und Ersatzteilmanagement, der dabei hilft, entsprechende Risiken zu mindern. •

—
Literaturhinweise

[1] Website des Marshall Institute. Verfügbar unter: <https://www.marshallinstitute.com> (abgerufen am 06.07.2021).

[2] J. Bughin et al.: „Why Digital Strategies Fail“. *McKinsey Quarterly*, 25. Jan. 2018. Verfügbar unter: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/why-digital-strategies-fail> (abgerufen am 05.07.2021).

[3] Website von GrowthPoint Marketing. Verfügbar unter: <https://growthpoint-inc.com> (abgerufen am 05.07.2021).

LOGISTIK

Workflow Mining von Bedienerereingriffen

Trotz umfassender Automatisierung industrieller Prozesse sind manuelle Eingriffe des Bedienpersonals alltäglich. Typischerweise werden diese Eingriffe dokumentiert, unter anderem im Prozessdatenarchiv der Anlage. Eine besondere Herausforderung ist es, diese Hinweise auf manuelle Eingriffe zu nutzen, um Hilfestellung für den zukünftigen Betrieb der Anlage abzuleiten.

—
Benedikt Schmidt
Marco Gärtler
Arzam Kotriwala
Sylvia Maczey
Reuben Borrison
 ABB Corporate Research
 Ladenburg, Deutschland

benedikt.schmidt@
 de.abb.com
 marco.gaertler@
 de.abb.com
 arzam.kotriwala@
 de.abb.com
 sylvia.maczey@
 de.abb.com
 reuben.borrison@
 de.abb.com

Obwohl moderne Prozessanlagen für gewöhnlich hochgradig automatisiert sind, kommen manuelle Eingriffe noch immer häufig vor – z. B. wenn das Bedienpersonal eine außergewöhnliche Situation feststellt, die den sicheren, nachhaltigen und effizienten Betrieb gefährdet. In solchen

—
Historians stellen eine umfangreiche Quelle von potenziell wertvollen Daten dar.

Situationen werden Teile der Anlage in den manuellen Betrieb geschaltet, um Gegenmaßnahmen einzuleiten. Reparaturen und Wartungsarbeiten bzw. normale An- und Abfahrvorgänge erfordern ebenfalls manuelle Eingriffe. Diese können wenige Minuten oder mehrere Stunden dauern. Nicht selten nehmen Anlagenfahrer wochen-, monate- oder jahrelang immer die gleichen oder ähnliche Eingriffe vor.

Aus Compliance-Gründen verfügen die meisten Prozessanlagen über ein zentrales Prozessdatenarchiv, den sogenannten Historian, in dem die Betriebsdaten des Leitsystems gespeichert werden. Dazu gehören Ereignisdaten und Signaldaten, die von Reglern, Aktuatoren und Sensoren

erzeugt werden. Manuelle Eingriffe werden für gewöhnlich als sogenannte Audit-Trails ebenfalls im Historian gespeichert. Ein Audit-Trail ist ein Ereignisprotokoll, in dem jede Interaktion mit dem Leitsystem – z. B. Sollwertänderungen, das Öffnen und Schließen von Ventilen oder das An- und Abfahren von Systemen – festgehalten wird.

Auch wenn jeder Eingriff im Historian gespeichert wird, werden diese Daten – zum Teil aufgrund ihrer Größe und der unterschiedlichen Formate – für gewöhnlich nicht weiterverarbeitet. Selbst bei kleinen Anlagen können täglich mehrere Hunderttausend Ereignisse und Signale von Tausenden Sensoren im Historian gespeichert werden, sodass schnell mehrere Terabyte an Daten anfallen.



01



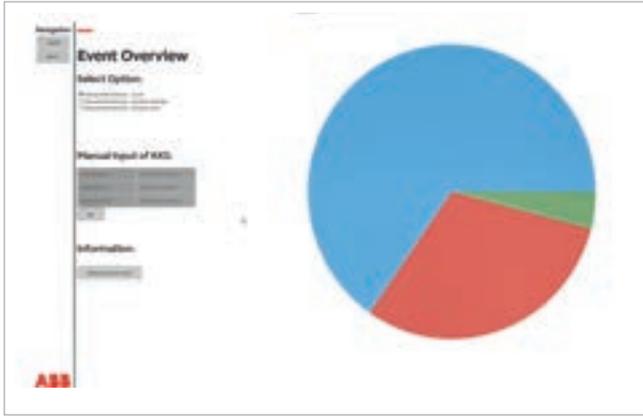
—
01 Workflow Mining von kaum genutzten Daten in Prozessdatenarchiven kann zur Verbesserung des Anlagenbetriebs beitragen.

—
Die Analyse der manuellen Eingriffe ermöglicht ein besseres Verständnis des Anlagenverhaltens.

Systeme wie Historians stellen also eine umfangreiche, weitgehend ungenutzte Quelle von potenziell wertvollen Daten dar. Die Frage ist nur, ob diese Daten genutzt werden können, um Hilfestellung für den zukünftigen Betrieb der Anlage abzuleiten. Die Antwort lautet „ja“, und Workflow Mining ist der Schlüssel dazu.

Workflow Mining

Unter Workflow Mining versteht man die Extraktion von Arbeitsabläufen (Workflows) aus ereignisbasierten Daten. Die Analyse der im Historian gespeicherten manuellen Eingriffe mittels Workflow Mining ermöglicht ein besseres Verständnis des Anlagenverhaltens, liefert Einblicke in Lösungsstrategien und unterstützt die qualitative Beurteilung dieser Strategien. Zudem lassen sich durch Workflow Mining standardisierte optimale Verfahrensweisen (Best Practices) ableiten. Da die Informationen zu manuellen Eingriffen verstreut sind und nicht notwendigerweise klar ist, welche Daten welche Ursache haben bzw. mit einem vorliegenden Fall zusammenhängen, stellt die Extraktion von Fällen manuellen Eingreifens



02



03

aus dem Prozess-Historian für sich genommen schon eine Herausforderung dar.

Dieser Artikel beschreibt das Workflow Mining eines Anlagen-Historians mit folgenden Schwerpunkten:

- Identifizierung von Fällen basierend auf dem Audit-Trail manueller Eingriffe
- Identifizierung des Anlagenzustands, der den manuellen Eingriff ausgelöst hat
- Extraktion von Fallklassen, die in eine Workflow-Mining-Pipeline eingegeben werden, was letztendlich zur Generierung von Anleitungen für das Bedienpersonal führt

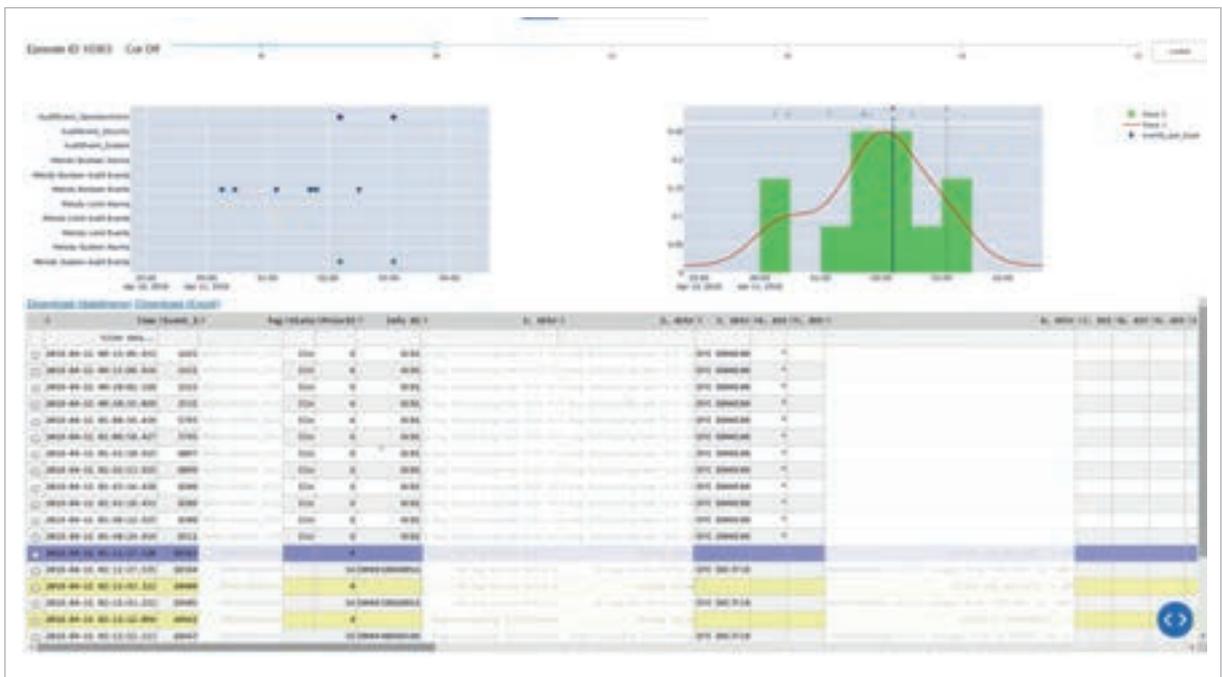
Analyse manueller Eingriffe

Der erste Schritt besteht in der Erstellung eines Tools zur Identifizierung und Darstellung von Fällen manuellen Eingreifens einschließlich deren Häufigkeit und Dauer. Das Tool fragt die Audit-

Trail- und Ereignisdatenbank der Anlage ab und liefert eine Liste der Eingriffsdaten. Aus diesen Daten muss dann ein Fall, d. h. eine Teilmenge (Subset) von Ereignissen aus der Liste, extrahiert

Der erste Schritt besteht in der Erstellung eines Tools zur Identifizierung und Darstellung entsprechender Fälle.

werden →02–03. Das Subset beinhaltet das Ausgangsereignis (Seed-Event) sowie Ereignisse, die eine bestimmte Zeit vor und nach dem ersten bzw. letzten Ereignis eintreten. Mit anderen Worten, die Fallextraktion basiert auf dem Prinzip der zeitlichen Isolation.



04

— 02 Anzahl und Dauer der Eingriffe in verschiedenen Bereichen der Anlage.

— 03 Ein Anlagenbereich kann ausgewählt werden, um zu sehen wo die meisten manuellen Eingriffe passieren.

— 04 Beispiel für das Mining eines Falls.

— 05 Beispiel für die Generierung eines Workflows auf der Basis von Anlagensignalen.

Extraktion von Fallursachen

Man geht davon aus, dass jeder Fall von einem Anlagenzustand ausgelöst wird, der durch Sensorwerte, weitere prozessbezogene Informationen und aktive Alarmer oder Ereignisse

Der nächste Schritt ist die Generierung von Schritt-für-Schritt-Anleitungen zur Behebung der Situation.

repräsentiert wird. Daher wird eine Analyse (ein sogenannter Fingerprint) des Gesamtsystemzustands kurz vor einem Fall mit einem „normalen“ Fingerprint verglichen, um die Ursache des Falls zu extrahieren. Dieses sogenannte Fingerprinting hängt stark von dem jeweils betrachteten System ab. Bei der Prozessanlage, die im Rahmen der hier beschriebenen Arbeiten betrachtet wurde, konzentrierte man sich auf den Zustand der zum Fall gehörigen Signale.

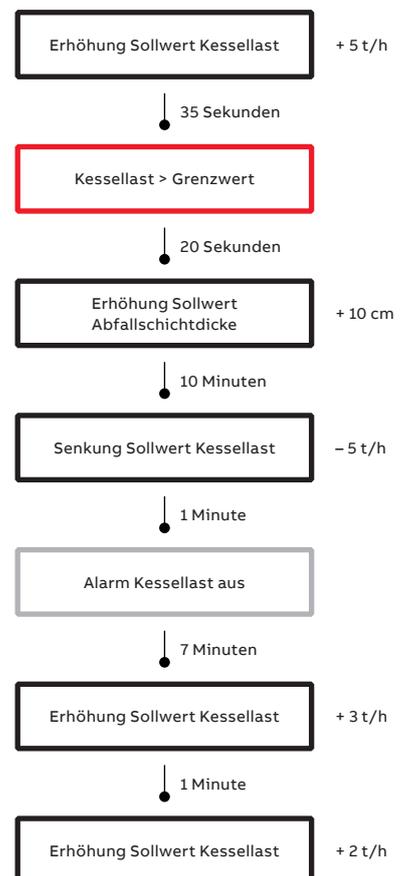
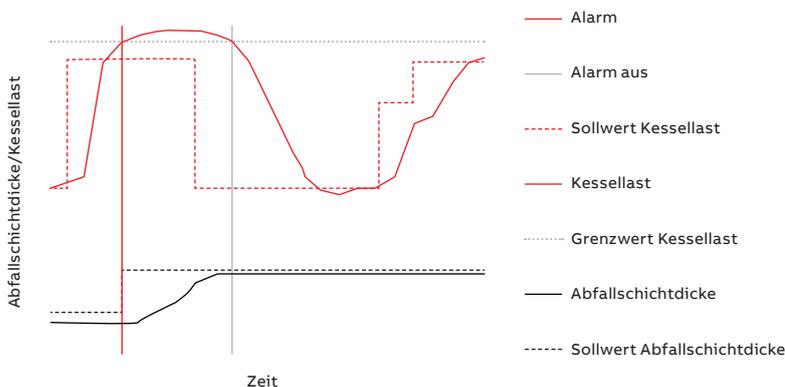
Für diese Signale werden Kennzahlen (Key Performance Indicators, KPIs) mithilfe gleitender Mittelwerte errechnet. Mit anderen Worten, es wird ein Fingerprint der Sensorwerte von der Anlage vor dem manuellen Eingriff mit den durchschnittlichen „normalen“ Sensorwerten verglichen. Signale, deren Abweichung im Vergleich zu den Langzeit-KPIs über einem bestimmten Schwellenwert liegen, stellen Kandidaten für eine Fallursache dar. Die Ursacheninformationen werden den Fallinformationen hinzugefügt.

Clustering von Fällen

Jeder extrahierte Fall stellt potenziell einen anderen manuellen Eingriff dar, der ein bestimmtes situationsbezogenes Problem mithilfe einer bestimmten Strategie lösen soll. Zur Vorbereitung des Workflow Minings werden Fälle, die ähnliche Strategien repräsentieren, zu Clustern zusammengefasst.

Auffinden von Lösungen

Nachdem wie beschrieben ein allgemeines Verständnis der manuellen Eingriffe aus der Audit-Trail- und Ereignisdatenbank gewonnen wurde, können Fälle untersucht werden.



→04 zeigt die vier Bildschirmelemente eines typischen Falls, wie sie in dem von ABB entwickelten Tool dargestellt werden. Die obere Schiebeleiste legt fest, wie eng zwei Eingriffe beieinander liegen müssen, um zum selben Fall zu gehören. Durch Erweitern des Fensters können mehr Ereignisse erfasst werden, was zu einem längeren Lösungsverfahren führt. Die Optimierung der Länge dieses Ereignisfensters ist Gegenstand laufender Arbeiten. Das Element ganz oben links in →04 zeigt Ereignisarten im zeitlichen Verlauf, oben rechts ist ein Dichtediagramm der Ereignisse im zeitlichen Verlauf dargestellt. Die untere Hälfte des Bildschirms zeigt die mit dem Fall zusammenhängenden Anlagenereignisse.

Nach Festlegung geeigneter Fälle ist der nächste Schritt die Generierung von Workflows, d. h. Schritt-für-Schritt-Anleitungen, mit denen das Bedienpersonal die betreffende Situation in Zukunft beheben kann. Ähnliche Fälle, die Lösungen für dasselbe Problem darstellen, werden zur Generierung eines Workflows in ein externes Tool importiert →05. Der hier dargestellte Workflow zeigt die unterschiedlichen Maßnahmen, die zur Behebung desselben Problems – hier die Behandlung des Brenners in einer Müllverbren-

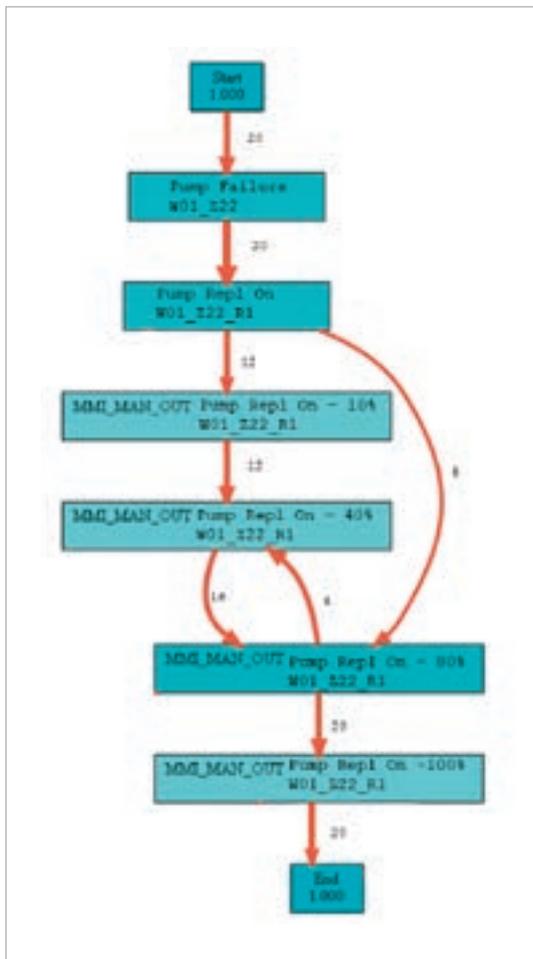
nungsanlage – getroffen wurden. Der Ablauf in →05 beinhaltet auch Schritte, die nur selten ausgeführt wurden. Diese können herausgefiltert

—
Tritt eine Situation ein, für die ein Workflow vorliegt, wird dieser dem Anlagenfahrer vorgeschlagen.

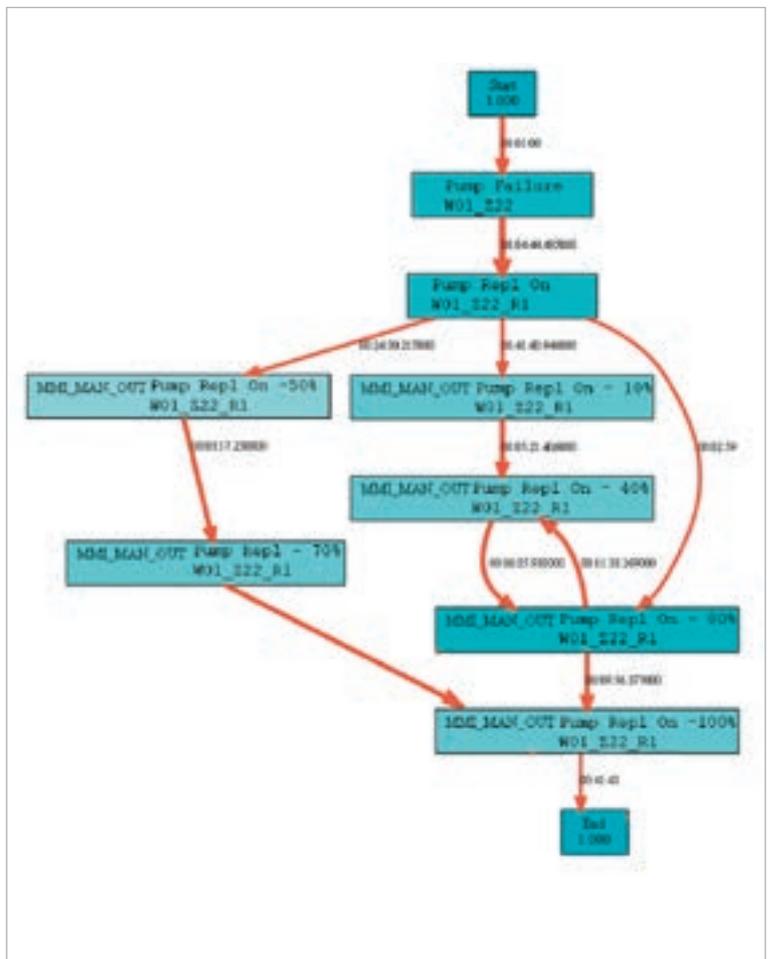
werden, um eine Schritt-für-Schritt-Anleitung mit den am häufigsten ausgeführten Schritten zu erhalten →06. Angaben über den zeitlichen Ablauf können ebenfalls generiert werden →07. Bevor der Workflow zur Nutzung bereitgestellt wird, erfolgt eine Überprüfung durch einen Experten.

Nutzung durch das Bedienpersonal

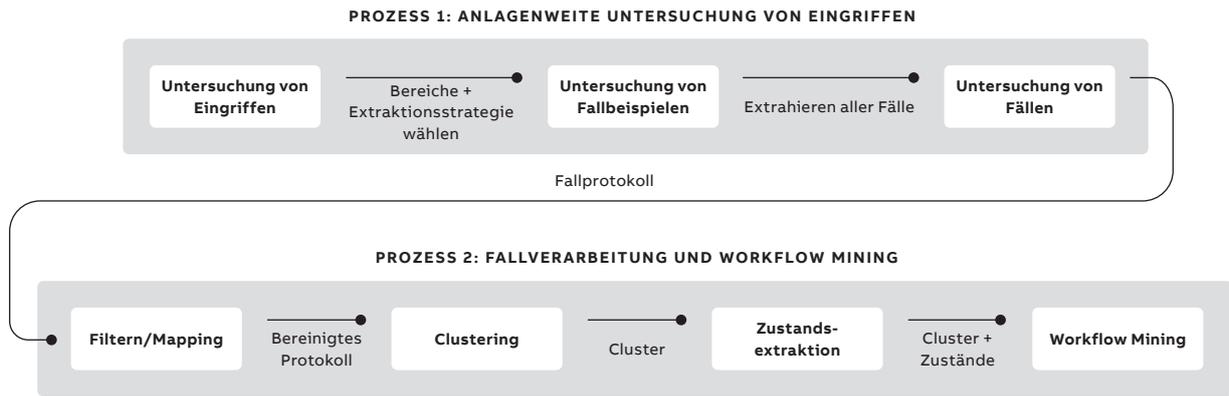
Kommt es in der Praxis zu einer außergewöhnlichen Situation, für die ein Workflow vorliegt, wird dieser dem Anlagenfahrer empfohlen. Nachdem er den Vorschlag akzeptiert hat, wird der Workflow schrittweise auf einer Seitenleiste angezeigt.



06



07



08

06 Weniger häufig vorgenommene Schritte können herausgefiltert werden.

07 Die zur Durchführung der Schritte benötigte Zeit kann ebenfalls dargestellt werden.

08 Der verwendete Prozess zur Fall-extraktion und zum Workflow-Mining.

09 Aufgetretene Ereignisse in Zahlen. Sie geben einen ungefähren Eindruck von den Dimensionen, die bei der Analyse und beim Mining zu erwarten sind.

Der gesamte Prozess von der Auswahl der Art der Eingriffe über die Extraktion der Fälle und Fallursachen bis hin zum Clustering der Fälle und zum Workflow Mining ist in →08 dargestellt.

Ergebnisse einer mittelgroßen Anlage
Während der Entwicklung arbeitete das Team mit der Kopie des Historians eines mittelgroßen Kraftwerks. Von der Anlage werden etwa 8.000 Signale im Historian gespeichert und pro Jahr rund 80 Millionen Ereignisse generiert. Anhand

Denkbar sind die Einbindung maschineller Lernverfahren und die Automatisierung des Mining-Prozesses.

eines Datensatzes über einen Zeitraum von sechs Monaten wurden verschiedene Ansätze geprüft, wobei der Entwicklungsprozess durch Gespräche mit Experten unterstützt wurde.

→09 zeigt die große Anzahl von ausgelösten Alarmen in der Anlage (hohe Alarmzahlen sind nichts Ungewöhnliches). Anlagenfahrer besitzen in der Regel ein gutes Verständnis für Alarme und deren Bezug zum Anlagenzustand.

Verbesserter Betrieb von Prozessanlagen
Isolierte Prozessdatenspeicher bergen eine Vielzahl wertvoller Daten. Workflow-Mining-Verfahren nutzen solche Daten, um eine Verbesserung des Anlagenbetriebs zu ermöglichen. Entsprechende Online-Systeme können dem Bedienpersonal Unterstützung in außergewöhnlichen Situationen bieten. Gegenstand zukünftiger Arbeiten ist die Erweiterung solcher Systeme durch maschinelle Lernverfahren sowie die vollständige Automatisierung des Workflow-Mining-Prozesses.

Ereignisart	Gesamt
Auditereignis Bestätigung	70.000
Auditereignis Bedieneraktion	60.000
Alarme	Mehrere Hunderttausend
Auditereignisse	Mehrere Hunderttausend
Boolesche Ereignisse	15 Millionen
Grenzwertalarme	Mehrere Hunderttausend
Grenzwert-Audit-Ereignisse	Wenige Hunderttausend
Grenzwert-ereignisse	Mehrere Hunderttausend
Systemalarme	Mehrere Hunderttausend

09

Einige der damit verbundenen Themen erfordern noch weitere Forschung – wie etwa die Frage nach der Lokalisierung von Ereignissen, wenn das Organisations- und Klassifikationsprinzip (insbesondere Tags und P&ID-Diagramme) der Anlage keine entsprechenden Informationen enthält. Oder die Frage, wie die Konformität und Effizienz der ermittelten Workflows zu beurteilen ist, denn das Bedienpersonal trifft möglicherweise Maßnahmen, die nicht mit den allgemeinen Richtlinien übereinstimmen (z. B. wenn empfohlene Reihenfolgen zum Ein- oder Abschalten von Systemen ignoriert werden).

Die erfolgreiche Lösung dieser und anderer Aspekte wird es Anlagenbetreibern ermöglichen, bereits vorliegende Daten noch besser zu nutzen, um die Leistungsfähigkeit ihrer Anlagen zu steigern und ihr Geschäftsergebnis zu verbessern. •

LOGISTIK

Bergbau: mehr Nachhaltigkeit durch Elektrifizierung

Technologische, ökologische und soziale Entwicklungen verändern die Welt. Der Bergbau, der traditionell in Sachen Industrie 4.0 eher hinten ansteht, holt rasant auf. Eine zentrale Rolle spielt hierbei die Elektrifizierung von Bergwerken. Mit eMine™ und dem dazugehörigen Trolley System sowie ihren getriebelosen Bandantrieben und ihrem Know-how in der Automatisierung von Fördersystemen hilft ABB der Bergbauindustrie bei der Elektrifizierung ihrer Anlagen von der Grube bis zum Hafen mit funktions- und bedarfsgerechten Lösungen.

— 01 Mit dem ABB eMine™ Trolley System können Fahrzeuge über eine elektrische Oberleitung betrieben werden.

ABB besitzt umfangreiche Erfahrung in der Bereitstellung integrierter Elektrik- und Steuerungslösungen für Kunden in der Bergbau- und Mineralstoffindustrie. Darüber hinaus ist das Unternehmen in der Lage, Bergbaubetrieben den Weg zum vollelektrischen Bergwerk zu ebnen. ABB hat sich das Ziel gesetzt, den jährlichen CO₂-Ausstoß in Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten bis zum Jahr 2030 um mindestens 100 Megatonnen – das entspricht dem jährlichen Ausstoß von 30 Millionen Autos mit Verbrennungsmotor – zu reduzieren und selbst bis zum Jahr 2030 CO₂-neutral zu sein. Zurzeit entfallen etwa 4–7 % der weltweiten Treibhausgasemissionen auf den Bergbau – ein Bereich, in dem sich die aktuellen Verfahren rasch ändern müssen, wenn es darum geht, Umweltziele, nationale Vorschriften und das Pariser Klimaabkommen zu erfüllen.



Mehrzad Ashnagaran
Mine Electrification &
Composite Plant
Zürich, Schweiz

mehrzad.ashnagaran@
ch.abb.com

Dieser Artikel zeigt zwei Beispiele, in denen der Weg zum vollelektrischen Bergwerk bereits besprochen wird. Im ersten Fall geht es um ein Kupferbergwerk der Copper Mountain Mining Corporation in Kanada, in dem ABB eine elektrische Oberleitungsinfrastruktur (Trolley-Assist) für Schwerlast-Minenfahrzeuge installiert. Beim zweiten Beispiel geht es um die Einführung des weltweit leistungsstärksten Transportbandsystems mit Direktantrieb in der Chuquicamata Kupfermine in Chile.

Elektrische Transformation in Kanada

Ohne durch Bergbau gewonnene Rohstoffe gäbe es keine Smartphones, Computer, Batterien oder Windparks. Der Weg zu einem vollelektrischen Bergwerk, in dem der Rohstoffabbau mit

— Zurzeit entfallen etwa 4–7 % der weltweiten Treibhausgasemissionen auf den Bergbau.

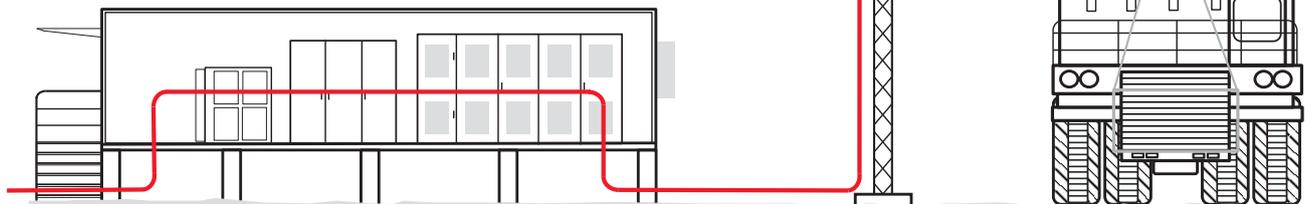
geringstmöglicher Umweltbelastung erfolgt, erfordert neue Denkweisen, wie das Beispiel von eMine™ zeigt. Das kürzlich von ABB entwickelte Konzept hilft Kunden im Bergbau dabei, ihre Anlagen von der Grube bis zum Hafen mit funktions- und bedarfsgerechten Lösungen zu elektrifizieren, um die betrieblichen Anforderungen zu erfüllen. Unterstützt wird das Konzept von der jahrzehntelangen praktischen Erfahrung von ABB in der Elektrifizierung, Automatisierung und digitalen Vernetzung von Bergbauausrüstung und -prozessen zur Verbesserung der Energienutzung und Gesamtleistung der Minenanlage.

Komplette Trolley-Assist-Lösung

Eine der Schlüssellösungen von eMine™ ist das ABB Ability™ eMine™ Trolley System →01 [1], das







03

—
02 Die Kupfermine von Copper Mountain Mining in der kanadischen Provinz British Columbia.

—
03 Die ABB eMine™-Lösung ermöglicht eine drastische Reduzierung des Dieselverbrauchs und des Schadstoffausstoßes von Minenfahrzeugen.

bereits in mehreren Ländern realisiert wurde. Es bietet die Möglichkeit, Fahrzeuge anstatt mit Dieseldieselkraftstoff über eine elektrische Oberleitung zu betreiben. Vor Kurzem wurde das eMine™-Konzept von ABB in Zusammenarbeit mit der Copper Mountain Mining Corporation in der kanadischen Provinz British Columbia implementiert →02 [2].

Das System unterstützt die nahtlose Integration und Überwachung des Trolley-Betriebs.

In der Mine, in der im konventionellen Tagebau pro Jahr rund 45.000 t Kupferäquivalent gewonnen werden, stellt ABB eine komplette Trolley-Assist-Lösung bereit →03. ABB ist verantwortlich für die gesamte Infrastruktur einschließlich des Oberleitungssystems und einer 12-MW-Gleichrichterstation sowie für das dazugehörige Engineering, die Projekt- und Bauleitung, die Bereitstellung der Ausrüstung und die Inbetriebnahme des Systems.

Das Trolley-Steuerungssystem kann mit der vorhandenen ABB Ability™ 800xA Leittechnikplattform verbunden werden, um eine nahtlose Integration und Überwachung des Trolley-Betriebs und des Energieverbrauchs zu ermöglichen. Darüber hinaus liefert ABB speziell für Bergbauanwendungen angepasste Oberleitungssystemkomponenten.

In der ersten Projektphase sollen in Copper Mountain zunächst Emissionsreduzierungen von 7 % erreicht werden. Das Ziel für die nächsten fünf bis sieben Jahre ist eine Senkung des CO₂-Ausstoßes um 50 %. Darüber hinaus wird durch den neuen Trolley-Betrieb eine Verbesserung der Effizienz erwartet. So können Muldenkipper, die mit einem

Stromabnehmer zur externen Stromversorgung ausgerüstet werden, nicht nur schneller fahren, wenn sie mit dem Trolley-System verbunden sind, sie benötigen auch weniger Kraftstoff und Wartung.

Für ABB sind folgende sechs Bestandteile des eMine™-Konzepts für einen vollelektrischen Betrieb unerlässlich:

- Interoperabilität: die Möglichkeit zur Realisierung einer vielseitigen Ladeinfrastruktur für batteriebetriebene Fahrzeuge verschiedener Hersteller und Arten
- Mobilität/Flexibilität: die Möglichkeit zur Implementierung einer adaptiven Ladepunktinfrastruktur, die sich an die Entwicklung des Bergwerks anpassen lässt
- Energiemanagement: die Möglichkeit zur Verknüpfung von Stromversorgung und Prozesssteuerung, um Lastspitzen zu minimieren und einen ausgeglichenen Betrieb zu erreichen
- Verbindungsschnittstelle: die Möglichkeit zur Gewährleistung eines sicheren Betriebs bei hohen Strömen durch robuste, bergbaugerechte automatische Anschlussysteme
- Trolley- und Ladetechnologie: die Möglichkeit zur Anpassung der Lade- und Trolley-Infrastrukturen an die Leistungsfähigkeit der Fahrzeugbatterien für einen anspruchsvollen Minenbetrieb
- Flexible Prozess- und Bergwerksauslegung: die Möglichkeit zur Nutzung alternativer Entwicklungsansätze wie Bergabtransport und/oder Kombinationen aus Förderband, Muldenkipper und Förderanlage

Die genannten Bestandteile, die durch die ABB Ability™ MineOptimize-Lösungen [3] unterstützt werden, sind darauf ausgelegt, eine optimale Auslegung und einen optimalen Betrieb von Bergwerken zu gewährleisten, um eine ausgewogene Nutzung von Energie and Ressourcen zu erzielen.

Literaturhinweise

[1] ABB: „A new trolley assist solution to meet Copper Mountain Mining's sustainable development goals in Canada“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/mining/reference-stories/open-pit-mining/trolley-assist-solution-to-meet-copper-mountain-mining-sustainable-development-goals-in-canada> (abgerufen am 11.06.2021).

[2] Mining Technology: „Copper Mountain Project“. Verfügbar unter: <https://www.mining-technology.com/projects/copper-mountain/> (abgerufen am 11.06.2021).

[3] ABB: „ABB Ability™ MineOptimize“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/mining/mineoptimize> (abgerufen am 11.06.2021).

— REVOLUTIONÄR EFFIZIENT: BANDANTRIEBSSYSTEM IN CHILE



Ulf Richter
ABB Belt Conveyor
Systems
Cottbus, Deutschland

ulf.richter@de.abb.com

Im entlegenen Norden Chiles hat ABB zusammen mit dem deutschen Industrieunternehmen TAKRAF in der Chuquicamata-Mine von Codelco, dem größten Kupfertagebau der Welt, das bisher leistungsstärkste Bandfördersystem mit getriebelosen Bandantrieben (Gearless Conveyor Drives, GCDs) realisiert. GCDs haben sich mittlerweile als bevorzugte Lösung in vielen Bergbauprojekten weltweit etabliert →05.

Von der konstruktiven Gestaltung bis hin zur elektrischen Ausrüstung für die Stromversorgung und Energieverteilung – die Technologien und die Expertise von ABB sind in Chuquicamata offensichtlich →04. Doch die wahre Stärke des GCD von ABB zeigt sich bei der Automatisierung eines neuen unter- und oberirdischen Bandfördersystems [4,5,6].

Das Bandfördersystem der Mine muss in 2.850 m Höhe in der Wüste der Antofagasta-Region Schwerstarbeit leisten. Es ist 13 km lang und verbindet den Untertagebetrieb direkt mit der Konzentrieranlage. Zwei 20-MW-Bandförderer von TAKRAF fördern jeweils 11.000 t Erz in der Stunde über 600 m an die Oberfläche. Nach insgesamt 1,2 km wird das Erz an einen 15-MW-Überland-Bandförderer übergeben.

GCDs eignen sich besonders für Bergbauprojekte, die eine hohe Antriebsleistung erfordern. Sie helfen dabei, die Effizienz von Bandsystemen mit höherer Kapazität zu steigern und somit den möglichen Erzdurchsatz zu erhöhen, den Energiebedarf zu senken, Stillstandzeiten zu reduzieren und Wartungskosten zu minimieren →06. In Chuquicamata sind sie die einzige wirtschaftlich praktikable Möglichkeit, genügend Leistung für die 20-MW-Bandförderer zur Verfügung zu stellen. Die Grenze

für ein Eingangsritzel bei einem Bandförderer liegt bei 3–4 MW, d. h. für das Bandsystem der Mine wären entweder acht Motoren erforderlich, die ein Getriebe mit einer Ausgangswelle antreiben, oder mehrere Bänder mit geringerer Leistung und mehreren Übergabestationen. Beides hätte erheblich mehr Material, Platz, Kavernen und Infrastruktur erfordert. GCDs waren daher die einfachste Möglichkeit, die vom Kunden gewünschte Förderleistung zu erreichen. Außerdem boten sie den Vorteil einer geringeren Wartung und einer erheblichen Effizienzsteigerung.

Das von ABB und TAKRAF in Betrieb genommene GCD-System ist das leistungsstärkste der Welt und umfasst 11 Antriebe mit Synchronmotoren mit einer Nennleistung von je 5 MW und Drehzahlen von 50–60 U/min, die ein Drehmoment an der Motorwelle von etwa 900 kNm liefern. Die installierte Antriebsleistung des gesamten Systems einschließlich mehrerer Zuführibänder beträgt 58 MW.

Durch den Umstieg vom Tagebau mit großen Muldenkippern und Löffelbaggern auf den Untertagebau mithilfe der TAKRAF-Bandförderer und den GCDs von ABB wird der Betreiber Codelco rund 130 Millionen Liter Kraftstoff im Jahr einsparen →07. Erreicht werden soll dies durch den Wegfall von 120 schweren Trucks, was den jährlichen CO₂-Ausstoß der Mine um schätzungsweise 70 % von 340.000 t auf 100.000 t senkt.

Die ABB/TAKRAF-Lösung ist mit dem ABB Ability™ 800xA Leitsystem verbunden, das eine effiziente Datenerfassung, Anlagenüberwachung und Prozessoptimierung gewährleistet. System 800xA überwacht und erfasst Daten von verschiedenen, in das Motorantriebssystem integrierten

— Literaturhinweise

[4] ABB: „ABB completes commissioning of the world's most powerful conveyor system“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/detail/68172/abb-completes-commissioning-of-the-worlds-most-powerful-conveyor-system> (abgerufen am 08.10.2021).

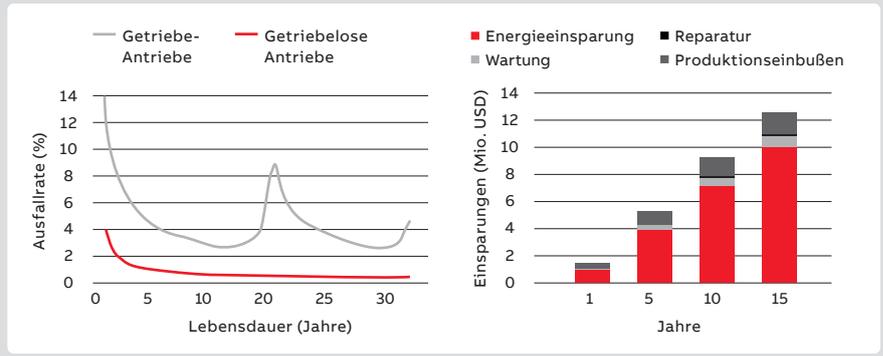
[5] ABB: „ABB gearless drives for TAKRAF's most powerful mining conveyors in Chile“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/mining/reference-stories/underground-stories/takraf-underground-mining-conveyors-with-abb-gearless-drives-progressing-in-chile> (abgerufen am 08.10.2021).

[6] ABB-Video des leistungsstärksten getriebelosen Bandfördersystems der Welt: <https://youtu.be/tYHsqwo4TJU> (abgerufen am 19.06.2021).





05



06

04 Die Chuquicamata-Kupfermine in Chile. Die Inbetriebnahme des leistungsstärksten getriebelosen Bandantriebsystems der Welt erfolgte in nur vier Monaten.

05 Fertigung eines getriebelosen Bandantriebs.

06 Getriebelose Bandantriebe haben eine um 50 % niedrigere Ausfallrate als Antriebe mit Getriebe. Außerdem zeichnen sie sich durch eine längere Lebensdauer und einen geringeren Energiebedarf aus.

07 Statistischer Überblick über das weltweit leistungsstärkste Bandfördersystem für den Untertagebau.

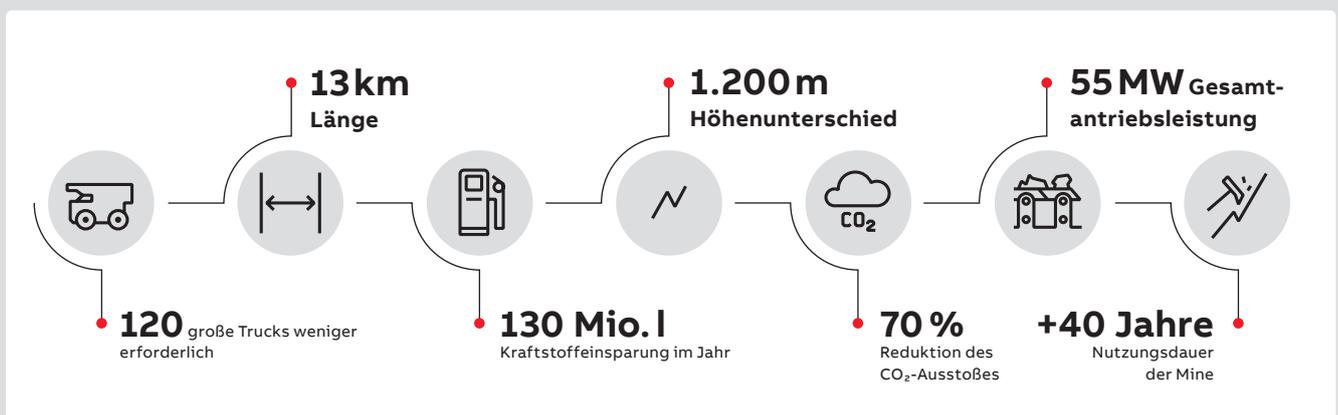
Sensoren, um Anomalien zu erkennen und den Wartungsbedarf zu ermitteln. Durch das Projekt soll die Nutzungsdauer der Mine um 40 Jahre verlängert werden.

Es ist zu erwarten, dass die Anforderungen an den Wirkungsgrad von GCDs im mittleren Leistungsbereich von 1–10 MW (Gesamtförderleistung) in den kommenden Jahren steigen werden. ABB reagiert darauf mit Technologien, die darauf ausgelegt sind, die Kosten pro Tonne Erz zu reduzieren und Kunden dabei zu helfen, ihre Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Im Vergleich zu Lösungen mit Getriebe sind GCDs energieeffizienter und geräuschärmer. Tatsächlich können Antriebe mit Getriebe aufgrund der vielen beweglichen Teile, die sich mit 1.000 U/min oder mehr drehen, sehr laut sein und schnell den EU-Grenzwert für Geräuschemissionen von 85 dB(A) überschreiten.

Um solche Probleme zu verhindern, setzt ABB bei einem laufenden Nachrüstprojekt in der Tschechischen Republik neueste GCDs mit mittlerer Leistung ein. Durch die Umrüstung eines vorhandenen Bandfördersystems auf GCDs mit Permanentmagnet-Synchronmotoren ist der Betreiber in der Lage, die EU-Vorschriften für Geräuschemissionen einzuhalten und häufige

vibrationsbedingte Ausfälle der vorhandenen Antriebe zu verhindern. Der Betrieb der GCDs mit etwa 50 U/min und geräuscharmen Kühlern begrenzt die Geräuschemissionen der Antriebseinheit auf unter 75 dB(A). Damit genießt das Bergwerk alle Vorteile von Direktantrieben und kann auf eine Geräuschkapselung (Gehäuse rund um die gesamte Antriebseinheit mit Getriebe) bzw. Lärmschutzwände entlang der Bandanlage verzichten. Solche GCDs sind 5–8 % energieeffizienter und verursachen dadurch geringere CO₂-Emissionen als Lösungen mit Getriebe. Zudem bieten GCDs eine höhere Sicherheit, da sie keine Brennstoffe oder gefährliche Flüssigkeiten wie Getriebeöl, sondern nur eine wasserbasierte Kühlflüssigkeit benötigen.

GCDs kommen in komplexen, häufig weltweit einzigartigen Projekten zum Einsatz. Sie bieten viele Vorzüge, die Bergwerksbetreibern dabei helfen, ihre Effizienz zu steigern und gleichzeitig Stillstandzeiten, Wartungskosten und Lärm zu reduzieren. Die Einbindung von Augmented/Mixed-Reality-Anwendungen, fortschrittlichen Datenanalysen, KI-Tools und maschinellen Lernverfahren bietet weitere Möglichkeiten zur Steigerung der Effizienz, ganz gleich wie entlegen oder anspruchsvoll die Standorte sein mögen. •



07



01

LOGISTIK

Präzise Überwachung von Schiffsemissionen

In der Schifffahrt gelten immer strengere Vorschriften hinsichtlich Kraftstoffeffizienz, Reduktion von Treibhausgasemissionen und der Behandlung von Ballastwasser. ABB bietet robuste Lösungen auf Basis von zuverlässigen, hochpräzisen und langlebigen Sensoren, die dabei helfen, diese Anforderungen zu erfüllen.

—
01 Die ABB-Lösungen für die Schifffahrt reichen von integrierten Stromversorgungs- und Antriebssystemen über Systeme für das Kraftstoff- und Verbrennungsmanagement bis hin zur Emissionsüberwachung und Ballastwasserbehandlung.

—
02 Masseangaben werden gegenüber Volumenangaben bevorzugt, da sie von physikalischen Einflüssen unabhängig sind.

Jährlich werden etwa 11 Milliarden Tonnen Waren per Schiff transportiert. Gemessen an der derzeitigen Weltbevölkerung entspricht dies rund 1,5 Tonnen pro Person [1]. Obwohl Schiffe pro Tonne und Transportkilometer insgesamt weniger Treibhausgasemissionen verursachen als andere Transportmittel, entfallen 2,9 % des weltweiten CO₂-Ausstoßes auf die Schifffahrt [2] – ein Anteil, der mit zunehmendem Warentransport auf dem Seeweg stetig wächst.

Angesichts dieser Entwicklungen hat die Internationale Seeschifffahrts-Organisation IMO (International Maritime Organization), eine für die Regulierung der Schifffahrt verantwortliche Organisation der Vereinten Nationen, das Ziel gesetzt, die weltweiten jährlichen Emissionen bis zum Jahr 2050 um mindestens 50 % gegenüber dem Wert von 2008 zu reduzieren [3]. Zudem hat auch die Schifffahrtsbranche selbst allen Grund, ihre Effizienz zu steigern, da die Kraftstoffkosten etwa 50 % der Gesamtbetriebskosten eines Schiffs ausmachen [4]. Eine verantwortungsvolle Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und rechtlicher Faktoren erfordert innovative Kraftstoffmanagement- und Emissionsüberwachungssysteme auf der Basis zuverlässiger, hochpräziser und langlebiger Sensoren →01 [5].

Coriolis Masse-Durchflussmesser

Um die großen Containerschiffe von heute anzutreiben, werden riesige Kraftstoffmengen benötigt. Die vom Kraftstoff erzeugte Energie steht in direktem Zusammenhang mit der Masse des Kraftstoffs. Wenn es also darum geht, ein

—
Die Durchflussmesser von ABB nutzen die Corioliskraft, um den Massedurchfluss von Flüssigkeiten aller Art zu bestimmen.

hochgenaues Energiemanagement zu erreichen, ist eine direkte Messung des Kraftstoff-Massedurchflusses unerlässlich. Die Coriolis Masse-Durchflussmesser von ABB sind hochmoderne Messgeräte, die die Corioliskraft nutzen, um den Massedurchfluss von Flüssigkeiten aller Art mit höchster Präzision zu bestimmen →02.

Dabei strömt die Flüssigkeit durch vibrierende Rohre, wobei eine Corioliskraft entsteht, die wiederum eine Phasenverschiebung in der Vibration zwischen dem Ein- und Auslass bewirkt. Da es bei den Geräten keine bewegten Teile in der Flüssigkeit

CORIOLIS-MESSPRINZIP

Für die Berechnung von Kosten und Materialbilanzen in technischen Prozessen werden Masseangaben gegenüber Volumenangaben bevorzugt, da sie von physikalischen Einflüssen unabhängig sind. Druck, Dichte, Temperatur und Viskosität verändern die Masse nicht. Deshalb ist der Massedurchfluss eine gefragte Messgröße. Masse lässt sich nur mittelbar, z. B. mithilfe des zweiten Newtonschen Bewegungsgesetzes, messen. Dieses besagt, dass eine auf eine Masse wirkende Kraft eine Beschleunigung bewirkt ($F = m \times a$). Wie lässt sich damit die Masse von Flüssigkeiten bestimmen? Man kann die Flüssigkeit in einem rotierenden (oder oszillierenden) System beschleunigen und die Trägheitseffekte messen. Dieser physikalische Effekt wurde 1835 vom französischen Mathematiker Gustave-Gaspard Coriolis entdeckt.

02

gibt, tritt kein Verschleiß auf, was den Wartungsaufwand auf ein Minimum reduziert.

In der Vergangenheit kam es bei Durchflussmessern an Bord von Schiffen immer wieder zu vibrationsbedingten Problemen. Der neue CoriolisMaster von ABB nutzt hohe Betriebsfrequenzen, die gegen alle möglichen vibrationsbedingten Störungen an Bord von Schiffen resistent sind. Dank dieser Entwicklung ist auch eine Zulassung der Messgeräte durch den DNV (Det Norske Veritas) für den Einsatz in rauen maritimen Umgebungen möglich.

Außerdem ist das robuste Gehäuse unempfindlich gegen mögliche mechanische Belastungen durch Bordanlagen und in der Lage, äußere Kräfte von bis zu 40 t zu entkoppeln →03. Neben herkömmlichen Strom- und Impulsausgängen stehen schnelle Modbus-Kommunikationsausgänge zur Verfügung, die eine nahtlose Integration in verschiedene ABB-Kraftstoffeffizienzsysteme ermöglichen. Die Datenverbindung bietet nicht nur direkten Zugriff auf Messwerte wie Durchfluss, Dichte, Temperatur und Konzentration, sondern ermöglicht auch das Abrufen von Diagnoseinformationen und den Fernzugriff auf das Gerät.

Erreichen neuer Dekarbonisierungsziele

Nur ein Jahr nach dem weltweiten Inkrafttreten der neuen Emissionsgrenzen der IMO für Schwe-

—
Frank Frenzel
ABB Flowmeters,
Measurement & Analytics
Göttingen, Deutschland

frank.w.frenzel@
de.abb.com

—
Stephen Gibbons
ABB Continuous Gas
Analyzers, Measurement
& Analytics
Frankfurt, Deutschland

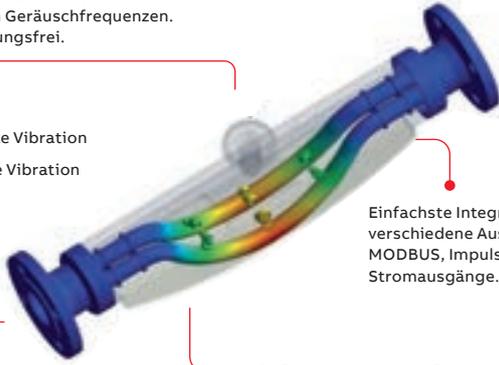
stephen.gibbons@
de.abb.com

—
Uwe Mecke
ABB Electromagnetic
Flowmeters, Measure-
ment & Analytics
Göttingen, Deutschland

uwe.mecke@de.abb.com

CoriolisMaster Masse-Durchflussmesser arbeiten mit hohen Frequenzen jenseits der an Bord von Schiffen auftretenden Geräuschfrequenzen. Sie sind störungsfrei.

- Starke Vibration
- Keine Vibration



Einfachste Integration durch verschiedene Ausgänge wie MODBUS, Impuls und klassische Stromausgänge.

Einfache Nachrüstung in engen Räumen dank kompakter Abmessungen zwischen den Flanschen.

Durchgängig hohe Genauigkeit, da das robuste Gehäuse darauf ausgelegt ist, äußere Kräfte von bis zu 40 t zu entkoppeln.

03

fel- (SO_x) und Stickoxide (NO_x) im Januar 2020 hat ABB eine Lösung zur kontinuierlichen Emissionsüberwachung namens CEMcaptain auf den Markt gebracht [6,7]. Das System soll der Schifffahrtsbranche dabei helfen, die neuen Vorschriften zu erfüllen und somit nachhaltiger zu werden und neue Dekarbonisierungsziele zu erreichen →04. Damit rückt die Emissionsüberwachung für die Luftreinhaltung auf See näher an die Vorschriften für Kraftwerke, Zementwerke und Ölraffinerien an Land – Bereiche, in denen kontinuierliche Emissionsüberwachungssysteme (Continuous Emission Monitoring Systems, CEMS) seit Jahrzehnten im Einsatz sind.

Das Mehrkomponenten-Analysensystem CEMcaptain liefert kontinuierliche Emissionsmessungen in Echtzeit.

CEMcaptain wurde im Hinblick auf vielbeschäftigte Seeleute und wechselnde Besatzungen konzipiert und ist ein Mehrkomponenten-Analysensystem, das kontinuierlich Echtzeitdaten liefert und eine zuverlässige, hochstabile Emissionsmessung ermöglicht. Das System ist selbst rauen Bedingungen gewachsen und vereint Analysatormodule und Komponenten zur Messgasaufbereitung in einem eigenständigen Gehäuse, was die Installation vereinfacht.

CEMcaptain ist speziell für maritime Umgebungen und Umgebungstemperaturen bis 55 °C ausgelegt und zeichnet sich durch eine hohe Vibrationsfestigkeit aus. Zudem ist das System durch ein innovatives Filtersystem gegen Rußeintrag geschützt und verfügt über eine Rückspüloption für eine einfache Integration in und Anpassung an den Wäscherbetrieb.

Ausgestattet mit dem renommierten nicht-dispersiven IR-Gasanalysator Uras26 von ABB misst CEMcaptain gleichzeitig und kontinuierlich Schwefeldioxid (SO_2) und Kohlendioxid (CO_2) gemäß den gesetzlichen Anforderungen. Jeder Analysator verfügt über zwei getrennte Gaswege, die eine kontinuierliche Messung in zwei separaten Strömen mit bis zu vier verschiedenen Komponenten pro Analysatormodul ermöglichen.

Die Messfunktionen und die Digitalfähigkeit von CEMcaptain erhöhen die Sicherheit an Bord, ermöglichen Prozessoptimierungen und tragen erheblich zur Senkung der Betriebskosten bei. Mit Verfügbarkeiten von 98 % und mehr erfordert das System nicht nur einen minimalen Wartungsaufwand, sondern spart auch Zeit, die sonst für die Behebung von Konformitätsproblemen aufgewendet werden müsste. Zudem kann das System mit innovativen digitalen Vor-Ort- und Remote-Services kombiniert werden. Damit steht der Branche ein digitales Instrumentarium zur Verfügung, das die Einhaltung von Vorschriften verbessert und die Effizienz erhöht.

Die digitalen Vor-Ort- und Remote-Services ermöglichen eine schnelle Fehlermeldung, Diagnose und Instandsetzung und helfen Betreibern dabei, eine nahezu 100%ige Verfügbarkeit ihrer Gasanalyseinstrumente zu erreichen. Das Display des Systems bietet integrierte dynamische QR-Codes, über die alle relevanten Diagnoseinformationen vom Analysator abgerufen und an den ABB-Support übertragen werden können. So können die Schiffsingenieure an Bord Informationen in Echtzeit an einen ABB-Serviceexperten weiterleiten, der dann sofort entsprechende Wartungsanweisungen geben kann.

Zur Lösung von Problemen in Echtzeit steht außerdem ABB Ability™ Remote Assistance mit einer gesicherten Direktverbindung zum ABB-Support zur Verfügung. Dadurch kann die Schulung neuer Besatzungen sowie die Anzahl der benötigten Experten an Bord reduziert werden. Zudem wird die Sicherheit an Bord erhöht, da die Besatzung einer geringeren Emissionsbelastung ausgesetzt ist.

Bisher hat ABB mehr als 60.000 kontinuierliche Emissionsüberwachungssysteme in über 100 Ländern installiert und kann auf 60 Jahre Erfahrung in der Emissionsüberwachung zurückgreifen.

Ballastwasserbehandlung

Neben neuen und strengeren Vorschriften im Hinblick auf die Kraftstoffeffizienz und die Schwefel- und Stickoxidemissionen von Seeschiffen sorgen neue Vorschriften für die Behandlung von

—
03 Anwendungsvorteile des ABB Coriolis Masse-Durchflussmessers.

—
04 CEMcaptain hilft der Schifffahrtsbranche dabei, neue Emissionsvorschriften zu erfüllen.



04

Ballastwasser ebenfalls für einen wachsenden Messbedarf. Ballastwasser dient zur Stabilisierung von nicht vollständig beladenen Schiffen. Hierbei können durch Wasser, das in einem Hafen aufgenommen und in einem anderen Hafen wieder abgelassen wird, nicht heimische Organismen in fremde Ökosysteme gelangen. Daher unterliegt unbehandeltes Ballastwasser mittlerweile strengen Vorschriften, weswegen alle Schiffe über ein entsprechendes Ballastwasser-Aufbereitungssystem verfügen müssen.

Traditionell arbeiten solche Systeme jedoch vorwiegend mechanisch und können durch Muscheln, Sand und andere im Ballastwasser enthaltene Partikel beeinträchtigt werden. Die Folge ist eine verkürzte Lebensdauer der Messgeräte sowie

—
ABB hat mehr als 60.000 kontinuierliche Emissionsüberwachungssysteme in über 100 Ländern installiert.

höhere Kosten für Wartung und Austausch. Als Lösung bietet ABB den magnetisch-induktiven Durchflussmesser ProcessMaster [8], bei dem keine rotierenden Teile in die Rohrleitung hineinragen, die verschleifen und zu einem Druckverlust führen können. Darüber hinaus macht eine hochgradig abrasionsbeständige Sensorauskleidung den ProcessMaster zur idealen Lösung für die Ballastwasserbehandlung. •

— Literaturhinweise

[1] International Chamber of Shipping: „Shipping and world trade: driving prosperity“. Verfügbar unter: <https://www.ics-shipping.org/shipping-fact/shipping-and-world-trade-driving-prosperity/>

[2] International Maritime Organization: „Fourth IMO Greenhouse Gas Study 2020“, S. 19. Verfügbar unter: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Fourth%20IMO%20GHG%20Study%20>

2020%20Executive-Summary.pdf

[3] International Maritime Organization: „Reducing Greenhouse Gas Emissions from Ships“. Verfügbar unter: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx>

[4] ABB: „Coriolis-Master for marine fuel consumption and energy management“. Leaflet. Verfügbar unter: <https://>

library.e.abb.com/public/a922db0e61ab-48f799563ef7d4c63119/LL_CORIOLIS_MARINE-EN_B.pdf

[5] ABB: „Marine Instrumentation and Analytical Solutions“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/products/measurement-products/marine-solutions>

[6] ABB: „New ABB emission monitoring solution helps the maritime industry achieve decarbonization targets“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/detail/73608/>

new.abb-emission-monitoring-solution-helps-the-maritime-industry-achieve-decarbonization-targets

[7] ABB: „CEMcaptain – Emissions Monitoring on Your Wavelength“. Verfügbar unter: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=PB-CEMcaptain-EN&Language-Code=en&Document-PartID=&Action=Launch>

[8] ABB: „Trusted solutions for ballast water treatment applications“. Verfügbar unter: https://library.e.abb.com/public/4e30e-818bae44b1b9873dd-aeee1d95f/AD_FEP500_102-EN_B.pdf

Alle Links abgerufen am 01.07.2021.

LOGISTIK

Finetuning für die Brennstoffzellenforschung

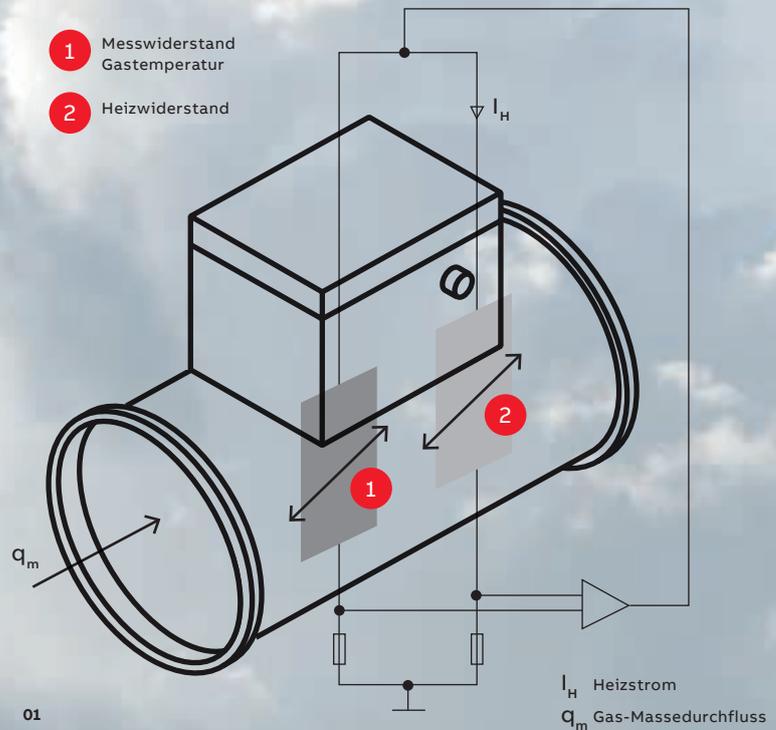
Während Regierungen weltweit nach neuen Wegen zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors suchen, hat ABB ein Produkt entwickelt, das der Automobilindustrie dabei helfen soll, den Einsatz von Wasserstoff für den Antrieb elektrischer Antriebsstränge zu optimieren.

DAS MESSPRINZIP

Thermische Masse-Durchflussmesser nutzen die durchflussabhängige Abkühlung eines erwärmten Widerstands als Messsignal. Das zu messende Gas umströmt dabei zwei temperaturempfindliche Widerstände – den Messwiderstand und den Heizwiderstand – in einer elektrischen Brückenschaltung. Aufgrund des gewählten Widerstandsverhältnisses erwärmt sich der Heizwiderstand durch den Heizstrom I_H , während der Messwiderstand die Temperatur des Gases annimmt. Der Heizstrom I_H wird durch einen elektronischen Steuer-

kreis so geregelt, dass ein konstanter Temperaturunterschied zwischen dem Heizwiderstand und der Gastemperatur besteht.

Dabei gleicht die im Heizwiderstand erzeugte elektrische Leistung den an die Strömung abgegebenen Wärmeverlust genau aus. Da dieser Wärmeverlust von der Anzahl der Gasteilchen abhängt, die auf die Oberfläche des Heizwiderstands treffen, stellt der Heizstrom I_H ein direktes Maß für den Massedurchfluss dar. Eine zusätzliche Druck- und Temperaturkompensation ist nicht erforderlich.



—
01 Wasserstoff bietet eine der vielversprechendsten Lösungen zur Beseitigung der Kohlenstoffemissionen von schweren Nutzfahrzeugen wie Lastwagen und Bussen.

—
02 Der neue Durchflussmesser von ABB misst die Luftmenge, die in eine Brennstoffzelle gelangt, um sich mit Wasserstoff zu verbinden.



02



Gerrit Weppner
ABB Thermal Mass
Flowmeters
Göttingen, Deutschland

gerrit.weppner@
de.abb.com

—
Literaturhinweise

[1] ABB: „New ABB flowmeter will aid hydrogen fuel cell research in automotive sector“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/detail/63902/new-abb-flowmeter-will-aid-hydrogen-fuel-cell-research-in-automotive-sector> (abgerufen am 02.07.2021).

[2] ABB: „Thermal mass flowmeter Sensyflow FMT700-P and FMT700-P Compact“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/products/measurement-products/flow/thermal-mass-flowmeters/sensyflow-fmt700-p> (abgerufen am 02.07.2021).

Der thermische Masse-Durchflussmesser Sensyflow FMT700-P Compact ist die neueste Entwicklung in einer Produktreihe, die sich bereits für die Ansaugluftmessung von Motoren auf Prüfständen bewährt hat [1]. Der neue Durchflussmesser bietet eine Genauigkeit von 0,8 % des Messwerts über erweiterbare und einstellbare Messbereiche hinweg und eignet sich somit hervorragend zur Feinabstimmung von Brennstoffzellen, die Wasserstoff und Luft zur Erzeugung elektrischer Energie nutzen und dabei nur Wasser ausstoßen.

Der ursprünglich zum Testen von herkömmlichen Turboladern und Komponenten wie Drosselklappen, Ansauglüftern und Luftfiltern entwickelte P-Compact ist in der Lage, die Leistung von Wasserstoff-Brennstoffzellen zu analysieren und ist somit für die Automobilindustrie von besonderem Interesse, da Wasserstoff eine der vielversprechendsten Lösungen für die Beseitigung von Kohlenstoffemissionen von schweren Nutzfahrzeugen wie Lastwagen und Bussen darstellt →01.

Der Durchflussmesser misst die Masse von strömenden Gasen direkt in der Einheit kg/h, d. h. die Ergebnisse sind sofort vergleichbar, da sie nicht erst kompensiert werden müssen. Zudem ist der P-Compact für ein Gerät mit einer Nennweite von 200 mm über einen großen Messbereich

von 80 bis 5.000 kg/h hochpräzise. Beim Testen von Wasserstoff-Brennstoffzellen misst er die Luftmenge, die in die Zelle gelangt, um sich mit Wasserstoff zu verbinden →02. Die Ansprechzeit beträgt weniger als 25 ms, wodurch er sich ideal zur Erkennung schneller Laständerungen eignet.

Der P-Compact ist mit anderen Produkten der Sensyflow-Reihe kompatibel und eignet sich sowohl für die konventionelle

—
Der Durchflussmesser misst die Masse strömender Gase und ist hochpräzise.

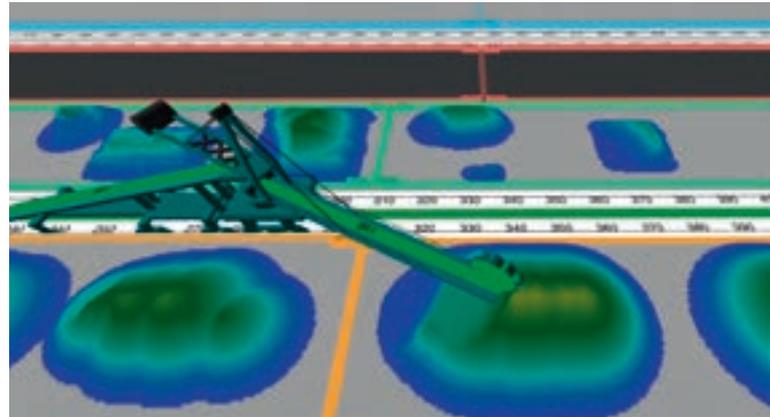
Motorenforschung als auch zur Leistungsanalyse von Wasserstoff-Brennstoffzellen. Die Versorgungs- und Auswertungsfunktionen sind in das kompakte Design integriert, was eine einfache Installation mit nur einem Kabel ermöglicht. Aufgrund seiner einzigartigen Ansprechzeit wird der Compact-P von führenden Automobilherstellern weltweit zur Messung der Ansaugluft in der Qualitätssicherung, in Prüfstandsanwendungen und in der Forschung und Entwicklung eingesetzt [2]. •



—
LOGISTIK

Optimierter Betrieb von Schüttgutlagerplätzen

Auf Schüttgutlagerplätzen sammeln intelligente Automatisierungslösungen und modernste Software Daten über den Status, Funktionszustand, Standort usw. von Maschinen und Prozessen. Der daraus resultierende „digitale Zwilling“ – ein virtuelles Abbild von Maschinen, Prozessen und ganzen Anlagen – ermöglicht die Echtzeit-Überwachung, Arbeitsplanung, automatisierte Berichterstellung und Simulation von Halden und öffnet damit die Tür zu einem vollständig automatisierten und autonomen Betrieb.



01

— 01 Dank des IIoT stehen dem digitalen Zwilling riesige Datenmengen zur Verfügung.

Schüttgutlagerplätze sind Bindeglieder zwischen aufeinander folgenden Schritten in den Materialtransportketten. Sie fungieren als Puffer für Material in den weltweiten Transport- und Logistikketten und dienen dazu, Material verschiedener Art oder Qualität nach bestimmten Vorgaben zu mischen. Zu nennen wären hier insbesondere Lagerplätze in Bergwerken und im allgemeinen Produktionsanlagen mit großen Schüttgutlagerplätzen →01.

Damit solche Anlagen und Prozesse von einer zentralen Leitwarte aus gesteuert werden können, muss das Bedienpersonal stets einen Überblick darüber haben, wie viel Material eines bestimmten Typs und einer bestimmten Qualität an einer bestimmten Stelle vorhanden ist und ob es sich in einem Zwischenbunker, auf einem Transportband oder auf einer Halde befindet.

Um einen solchen Überblick in Echtzeit zu ermöglichen, müssen die Prozesse auf dem Lagerplatz und der Materialumschlag im Ganzen mit intelligenten Komponenten und modernster Überwachungssoftware ausgestattet sein. Hierbei werden Daten über den Materialstatus, den Betriebszustand und den Standort von

Maschinen und Prozessen in Echtzeit erfasst und mit der virtuellen Version des Lagerplatzes verknüpft. So können Daten, die an verschiedenen Orten gespeichert sind, von einem gemeinsamen Verzeichnis aus abgerufen werden, was die Möglichkeit zur Echtzeit-Optimierung, Berichterstellung, Reduzierung von Ausfallzeiten und die Nutzung von Simulationen für die Vorausplanung eröffnet.

Der Einsatz von Simulationen ist zwar nichts Neues, doch bisher basierten entsprechende Vorhersagen auf relativ kleinen Datenmengen oder Annahmen. Ein digitaler Zwilling hingegen hat Dank des Industriellen Internets der Dinge (IIoT) Zugang zu riesigen nutzbringenden Datenmengen.

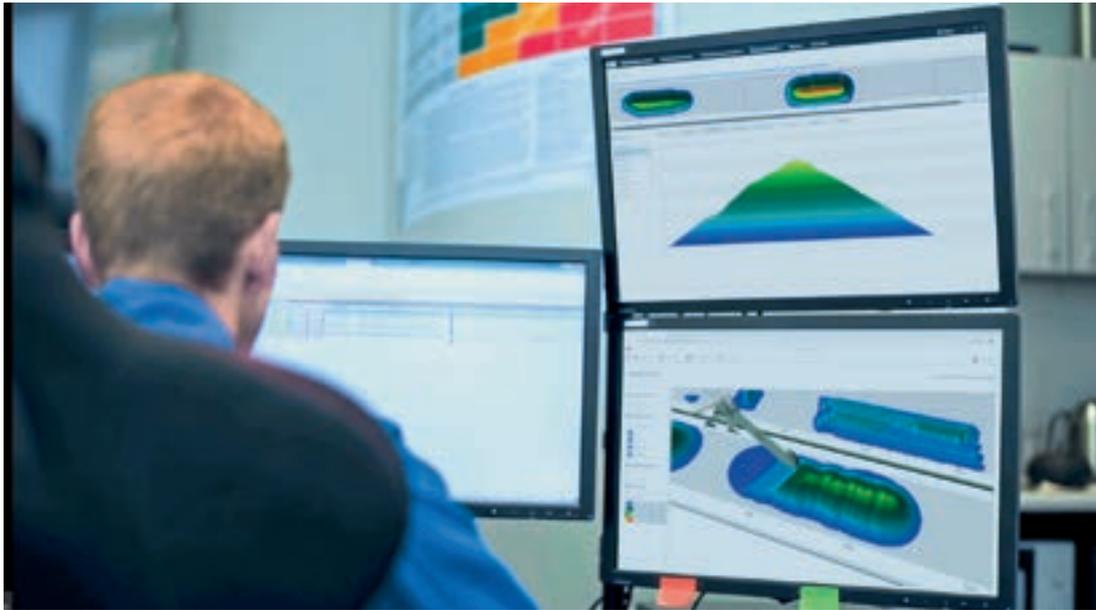
—
Das ABB Ability™ SYMS liefert Echtzeitinformationen über das umgeschlagene Material.

Das ABB Ability™ Stockyard Management System (SYMS) liefert Echtzeitinformationen über das umgeschlagene Material, ermöglicht eine Verifizierung der Daten in Echtzeit und unterstützt das Bedienpersonal bei der Optimierung des Arbeitsprozesses bzw. der Bewirtschaftung →02. Das System ist konfigurierbar und kann zur Erstellung eines digitalen Zwillings der kompletten Materialumschlagkette einer Anlage einschließlich aller angeschlossenen Maschinen und der Materialtransportinfrastruktur genutzt werden.

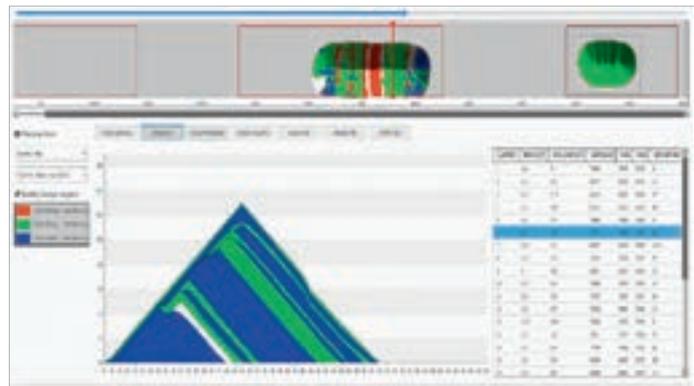


Andre Herzog
ABB Process Industries /
Digital Material Handling
in Mining
Cottbus, Deutschland

andre.herzog@
de.abb.com



02



03

SYMS bietet die Möglichkeit, unterschiedliche Materialflüsse über verschiedene Förder- und Transportmittel hinweg zu modellieren, zu verifizieren und über automatisierte Datenschnittstellen mit Informationen zu Materialeigenschaften und -qualität zu ver-

—
Die Daten können zur betrieblichen Optimierung, z. B. zur besseren Platznutzung und Planung, genutzt werden.

knüpfen. Sämtliche Daten können zudem zur betrieblichen Optimierung – z. B. zur effizienteren Lagerplatznutzung, besserer Planung und Terminierung und präziserer Mischung – genutzt werden. Zu den weiteren Vorteilen gehören ein schnelleres Laden und Entladen, eine höhere Prozesssicherheit, eine bessere Genauigkeit und reduzierte Energie- und Personalkosten.

Von der NASA zu digitalen Zwillingen

Die Idee, ein virtuelles Abbild eines realen Objekts zu nutzen, geht auf Entwicklungen der NASA zurück, die dieses Konzept u. a. nutzte, um Möglichkeiten zur Rettung einer Weltraummissionen zu untersuchen →04. Dank des IIoT ist es nun möglich geworden, auf kostengünstige Weise eine neue Art von Brücke zwischen der physischen und digitalen Welt zu realisieren.

Ein digitaler Zwilling ist ein sich weiterentwickelndes Profil des historischen und aktuellen Verhaltens eines physischen Objekts oder Prozesses, das dabei helfen kann, die Betriebsleistung zu optimieren. Digitale Zwillinge basieren auf einer Vielzahl von kumulativen, realen Echtzeit-Datenmessungen, die über verschiedene Dimensionen hinweg erfasst werden.

Auf den Betrieb von Bergwerken, Häfen oder Stahlwerken angewandt, liefert der digitale Zwilling einer Materialumschlagkette dem Betreiber einen Überblick über den Materialbestand in Echtzeit. Zur Materialverfolgung werden alle verfügbaren Prozessdaten von den einzelnen Steuerungen bzw. dem zentralen

—
02 SYMS ist ein konfigurierbares System, das zur Digitalisierung der kompletten Materialumschlagkette einer Anlage genutzt werden kann.

—
03 Die „Schnittdarstellung“ von SYMS ermöglicht den Blick in eine Halde zur Überprüfung der Materialmischung und -qualität.

—
04 Entwicklung der Definition von „digitaler Zwilling“.

Literaturhinweise

[1] ABB: „ABB Ability™ Stockyard Management System“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/mining/mineoptimize/digital-applications/operations/abb-ability-stockyard-management-system> (abgerufen am 09.06.2021).

[2] ABB: „Digital twin of material handling chain“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/mining/mineoptimize/digital-applications/operations/abb-ability-stockyard-management-system/digital-twin-of-material-handling-chain> (abgerufen am 09.06.2021).

Leitsystem der Anlage evaluiert. Basierend auf der Geschwindigkeit der Transportbänder wird das Material nach Gewicht oder Volumen in Materialsegmenten verfolgt.

Über automatisierte Datenschnittstellen können die verfügbaren Informationen zu Materialeigenschaften und -qualität mit dem Material verknüpft werden. Gleichzeitig wird ein Modell des zu schüttenden Haldenprofils auf der Grundlage der überwachten Bandsemente erstellt, das als digitaler Zwilling des Lagerplatzes in der Datenbank fungiert. Dieser bietet dem Bedienpersonal jederzeit einen Überblick über den aktuellen Bestand, ohne dass eine gesonderte Erhebung durchgeführt werden muss.

Automatisierte Berichte ermöglichen vereinfachte, kundenspezifische Schicht- und Leistungsevaluations.

Einblick in die Halde

Zur Umsetzung von Zielen wie einer optimierten Lagerplatznutzung, Planung, Terminierung und letzten Endes eines vollständig automatisierten Haldenbetriebs bietet SYMS einen Überblick über den Lagerplatz und einen intuitiven multifunktionalen 3-D-Client. Die „Schnittdarstellung“ von SYMS ermöglicht z. B. den Blick in eine Halde zur Überprüfung der Materialmischung und -qualität

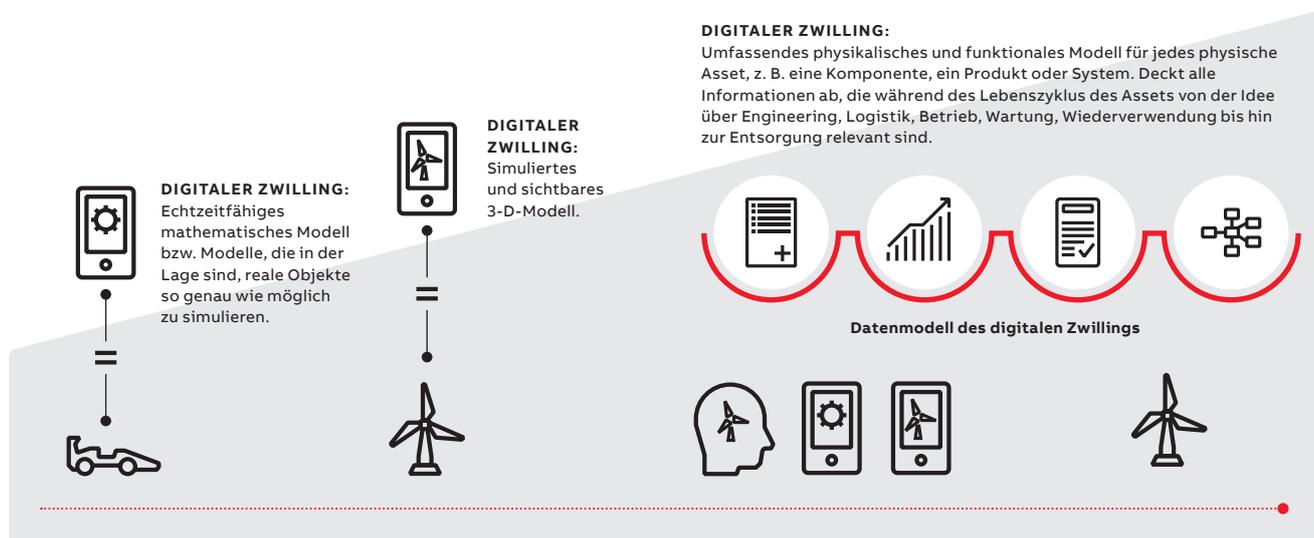
→03. Scheinen sich die Materialeigenschaften durch übermäßig lange Lagerung verändert zu haben, wird eine Indikation oder Warnung angezeigt.

Konzepte wie Just-in-time und Just-in-sequence, die der Automobilindustrie zu stetig steigender Effizienz verholfen haben, werden Dank kontinuierlicher Weiterentwicklung und Verbesserung des ABB Ability™ Stockyard Management Systems auch für den Schüttgutumschlag möglich.

Alles in allem ermöglicht SYMS dem Benutzer eine Optimierung seiner Betriebsabläufe durch Verfolgung von Material und Vorhersage der Materialflüsse. Dies wiederum erlaubt eine bessere Planung des Materialumschlags einschließlich des Mischens von Material auf Transportbändern.

Das System erzeugt automatisierte Berichte, die vereinfachte und vollständig kundenspezifische Schicht- und Leistungsevaluations ermöglichen. Es verfügt über eine Servicearchitektur, die teilweise standardisierte Schnittstellen, vollständig konfigurierbare Funktionalitäten und benutzerspezifische Anpassungen unterstützt. Das Benutzermanagement lässt sich in eine vorhandene Anlageninfrastruktur integrieren, was eine nahtlose Synchronisierung aller Benutzer und Rechte ermöglicht.

Und falls etwas nicht erwartungsgemäß läuft, können Benutzer mithilfe einer manuellen Eingabe Pläne abrufen und überprüfen, alternative Pläne in eine Warteschlange stellen und gegebenenfalls darauf umschwenken. •



LOGISTIK

Bergbau: Informationen optimieren den Materialumschlag für Schüttgüter

Simulationen für Schüttgutlagerplätze sind zwar nichts Neues, doch bisher basierten entsprechende Vorhersagen auf relativ kleinen Datenmengen. Das ABB Ability™ Stockyard Management System (SYMS) – im Wesentlichen ein digitaler Zwilling eines Schüttgutlagerplatzes – bietet Zugang zu großen Datenmengen, die es dem Kunden ermöglichen, jeden Kubikmeter verarbeiteten Materials mit Informationen zu Qualität, Standort und Energieverbrauch in Echtzeit zu verknüpfen. Das Ergebnis ist eine Technologie, die für den Materialumschlag und die Prozessindustrien zunehmend an Bedeutung gewinnt und eine deutliche Verbesserung gegenüber alternativen Softwareanwendungen von der Stange darstellt.

AR Inwiefern ergänzt das ABB Ability™ Stockyard Management System die anderen Kundenlösungen des Unternehmens?

AH ABB ist seit etwa dem Jahr 2000 im Bereich Haldenmanagement aktiv, als das Unternehmen eine kundenspezifische Lösung zum Mischen verschiedener Kohlesorten entwickelte. Von Anfang an bestand die Überlegung, ein Softwaresystem zu haben, das als Grundlage für die Automatisierung und Elektrifizierung des Lagerplatzes dienen kann und unser Know-how

im Management von großen Maschinen, Baggern und kombinierten Absetz- und Rückladegeräten (Stacker/Reclaimern) ergänzt.

Im Laufe der Jahre hat ABB mit seinem Stockyard Management System (SYMS) ein ganz neues Niveau bei dieser Automatisierungstechnologie erreicht. So bietet das Unternehmen heute viele

—
ABB bedient neben dem Bergbausektor auch Stahlwerke, Zement- und Düngemittelhersteller sowie Hafенbetreiber.

Funktionen, die weit über das Mischen von Kohle für Kraftwerke hinausgehen. Das Angebot richtet sich nicht nur an den Bergbausektor, sondern auch an Stahlwerke, Zementhersteller, Düngemittelproduzenten und sogar Hafенbetreiber. Viele Kunden nutzen SYMS Hand in Hand mit ihren Produktionsleitsystemen. Damit ist ABB in der Lage, nicht nur Automatisierungskompetenz, sondern auch Expertise in den Bereichen Betriebsmanagement und Messtechnik anzubieten.

AR Was bietet das ABB Ability™ Stockyard Management System im Vergleich zu konkurrierenden Systemen in puncto Kundennutzen?

AH Das Alleinstellungsmerkmal von ABB besteht darin, dass wir den Betrieb nicht in Form von einzelnen Maschinen betrachten, sondern einen digitalen Zwilling des kompletten Schüttgutlagerplatzes bereitstellen – auch wenn der Kunde mehrere Standorte besitzt. Unser Ansatz richtet sich in erster Linie an Kunden, die die Ausnutzung ihrer Lagerplätze und ihre Materialqualität optimieren möchten. Außerdem sprechen wir



Kunden an, die in vollautomatisierte und/oder ferngesteuerte Halden bzw. Schüttgutlagerplätze investieren.

Diese Kunden haben zwei Möglichkeiten: Sie können sich für Software von der Stange entscheiden, die nur überwacht, was automatisierte Systeme tun, und die vorhandenen Rohstoffmengen virtuell schätzt, oder sie können sich an ABB wenden und einen äußerst genauen digitalen Zwilling mit validierten Messdaten ihrer Anlage bekommen – der übrigens für einen vollautomatischen, mannslosen Maschinenbetrieb ausgebaut werden kann.

—

Jeder Kubikmeter kann in Echtzeit mit Informationen wie Materialqualität und Energieverbrauch verknüpft werden.

SYMS berechnet dabei jeden Kubikmeter mithilfe eines Quadermodells und verknüpft dies mit Daten, die von der angeschlossenen Messtechnik generiert werden, z. B. einem maßgeschneiderten Laserscanner für den Haldenprofilscan. Diese



André Herzog

ABB Process Industries
/ Digital Material
Handling in Mining
Cottbus, Deutschland

André Herzog ist Diplom-Ingenieur der Elektrotechnik. Bevor er 2009 zu ABB kam, war er bei GE und KSB in der Projektleitung und der Geschäftsentwicklung tätig. Heute ist André Produktmanager im Bereich Digital Material Handling bei ABB und verantwortlich für digitale Anwendungen zur Optimierung des Materialumschlags vornehmlich auf Schüttgutlagerplätzen.

beiden Datensätze werden verglichen, was zu einer hohen Genauigkeit führt. Es ist der Unterschied zwischen einem System mit Kontrollmechanismen und einer schwammigen Schätzung. Außerdem hat der Kunde bei der ABB-Lösung die Möglichkeit, jeden Kubikmeter in Echtzeit mit Informationen wie Materialqualität und Energieverbrauch zu verknüpfen.

- AR** Um den Energiebedarf für jede Tonne bzw. jeden Kubikmeter zu quantifizieren, muss der einzelne und der kollektive Wirkungsgrad vieler Maschinen in Echtzeit verfolgt werden. Ist es das, was SYMS macht?
- AH** Die Software ist in der Lage, zu bestimmen, wie viel Energie benötigt wird, um Material auf dem Lagerplatz zu bewegen. Darüber hinaus kann unser ABB Performance Analyzer bei Bedarf die Effizienz aller angeschlossenen Maschinen am Standort überwachen. Arbeitet eine Maschine nicht mehr spezifikationsgemäß, wird das Wartungsteam alarmiert. Die Software ist für den autonomen Betrieb vorbereitet, d. h. wenn der Nutzer sich für einen autonomen Maschinen-

Mithilfe der historischen Daten können Betreiber Vorhersagen treffen, um die zukünftige Planung zu unterstützen.

betrieb entscheidet, ist außer ein paar Add-ons keine neue Software erforderlich. Das ist ein großer Vorteil, der ab diesem Jahr verfügbar sein wird. So können neue Anlagen vom ersten Tag an vollständig autonom betrieben werden, sodass statt einer Person ein Computer die Maschine(n) bedient. Ältere Anlagen können, soweit sie automationsseitig vorgerüstet sind, ebenfalls für einen autonomen bzw. mannslosen Betrieb in Frage kommen.

- AR** Können Betreiber angesichts eines zunehmend autonomen Haldenbetriebs sinkende Wartungskosten erwarten?
- AH** Das autonome System von ABB sorgt für einen schonenden Betrieb der Lagerplatzmaschinen und sichere Bewegungsabläufe. Wenn ein menschlicher Bediener eine 20-Millionen-Dollar-Maschine bedient und einen schlechten Tag hat, kann dies für das Unternehmen und seine Besitzer schnell ein schlechtes Jahr bedeuten.

SYMS sorgt z. B. für viel flüssigere Maschinenbewegungen, und wenn das System eine Gefahr durch Kollision erkennt, Bewegungen zu viel Stress an der Struktur erzeugen oder die Stromaufnahme überproportional steigt, wird ein ganzer Bewegungsablauf gestoppt.

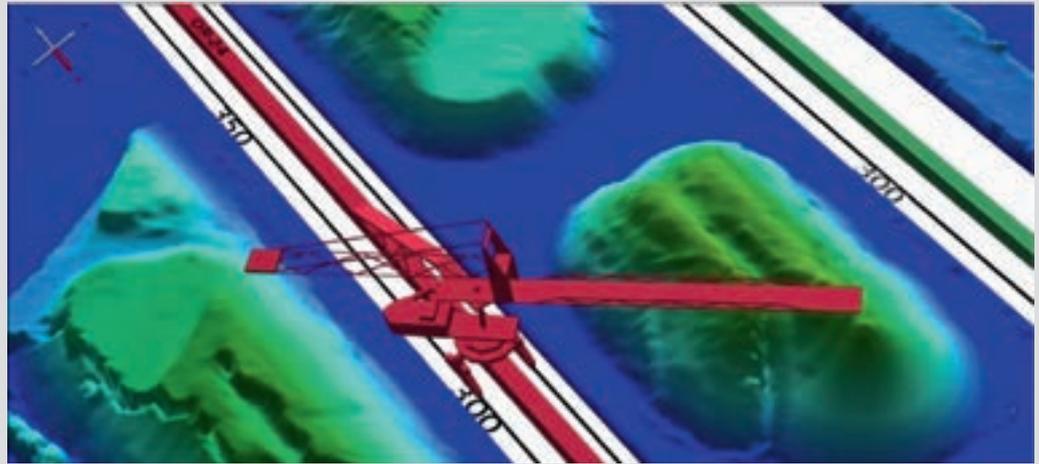
Der bereits erwähnte ABB Performance Analyzer bietet uns die Möglichkeit, die Arbeitsvorgänge jeder Maschine im historischen Kontext zu verfolgen und zu evaluieren. Mithilfe der resultierenden Daten lassen sich dann Maschinen identifizieren, die nicht so arbeiten, wie erwartet oder geplant. Das bedeutet einen enormen Vorteil für den Haldenbetrieb, denn es ist, als würden die Vitalparameter von Patienten ständig von einem Arzt überwacht. Entsprechende KPIs werden in der Systemumgebung des Stockyard Managements eingestellt und verfolgt. Und mit zunehmender Entstehung historischer Daten sind Betreiber in der Lage, Vorhersagen zu treffen, die die zukünftige Planung aus verschiedenen Perspektiven bezogen auf die Maschinen und Halden unterstützen.

- AR** Apropos Planung. Wo kommt der digitale Zwilling von ABB ins Spiel?
- AH** Das ABB Stockyard Management System stellt im Wesentlichen einen digitalen Zwilling eines Lagerplatzes dar. Es ist ein sich weiterentwickelndes digitales Profil des historischen und aktuellen Aussehens eines Schüttgutlagerplatzes und seiner Betriebsprozesse, das auf einer Vielzahl von kumulativen, realen Echtzeit-Datenmessungen hinweg basiert und darauf ausgelegt ist, die Betriebsleistung mittels Material- und Qualitätsverfolgung zu optimieren.

Daten, die an verschiedenen Orten gespeichert sind, können von einem gemeinsamen digitalen Verzeichnis aus abgerufen werden, um eine Arbeitsplanung bzw. Echtzeit-Optimierungen durchzuführen, Ausfallzeiten zu verhindern und zukünftige Lagerplatz- oder Haldenplanungen mithilfe von Simulationen zu ermöglichen. Simulationen sind zwar nichts Neues, doch bisher wurde für entsprechende Vorhersagen auf relativ kleine Datenmengen oder Annahmen zurückgegriffen. Digitale Zwillinge hingegen haben Zugang zu riesigen Datenmengen und werden zunehmend zu einer Notwendigkeit für den Materialumschlag und die Prozessindustrien einschließlich dem Bergbau und der Metallindustrie.

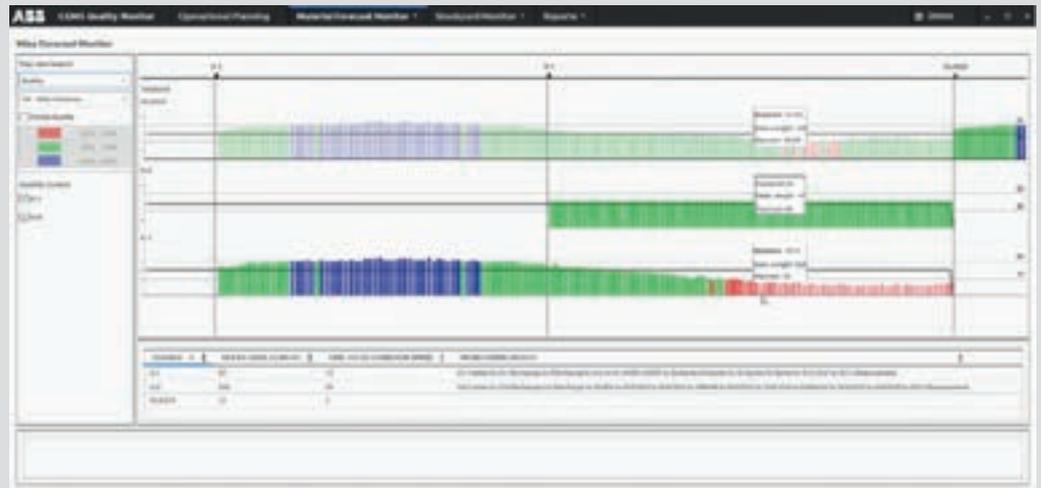
- AR** Ist eine Integration von SYMS mit vor- oder nachgelagerten Partnern vorgesehen?

—
01 3-D-Visualisierung
des Haldenprofils und
des Schüttprozesses.



01

—
02 Materialverfolgung:
Dargestellt ist die
Echtzeit-Arbeitslast von
drei Transportbändern
einschließlich der Mate-
rialqualität. Grün = OK,
Blau = besser als nötig,
Rot = Anforderungen
nicht erfüllt.



02

—
Die Dashboards und die
Berichtserstellung können nach
den Bedürfnissen des Kunden
konfiguriert werden.

AH Ja. Wir sehen die Entwicklung von weiteren Schnittstellen vor, bei denen z. B. Daten von und an Eisenbahnunternehmen oder Häfen übergeben werden können. Hier kann SYMS eine Schnittstelle bereitstellen, um diese Informationen mit jedem beliebigen Anbieter zu verbinden. Es hängt vom Projekt ab, aber wir können diese Informationen aufnehmen und in die SYMS-Datenbank integrieren. Vor Kurzem hatten wir einen europäischen Kunden, der mehrere Lagerplätze betreibt und Daten von verschiedenen Quellen – per Lkw, Zug und Schiff – erhält. ABB konnte diese Daten über eine spezielle Softwarelösung koordinieren, sodass die Daten von mehreren digitalen Logistiklösungen miteinander verbunden wurden.

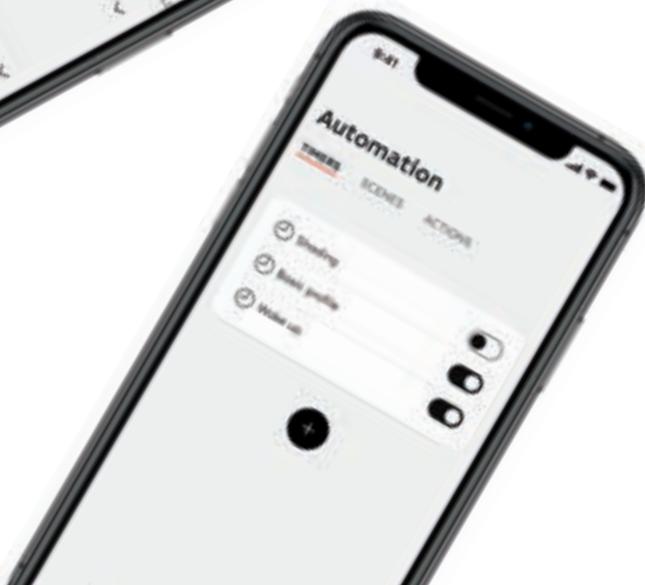
AR Sprechen wir über User Experience und Digitalisierung. Was tut ABB, um die Arbeit des Bedienpersonals zu vereinfachen?

AH In Asien haben wir einen Kunden, der bis vor Kurzem für jedes entladene Schiff fast 2.000 Seiten Formulare ausgefüllt hat. Jetzt kann er fast alles digital erledigen. Damit haben wir maßgeblich zur Digitalisierung der täglichen Betriebsabläufe beigetragen. Im Hinblick auf die Dashboards und die Berichtserstellung tun wir alles, um eine benutzerfreundlichere Erfahrung zu schaffen. So haben wir unser gesamtes Berichtssystem für Kunden verbessert. Alles kann konfiguriert und individuell an die besonderen Bedürfnisse des Kundenunternehmens angepasst werden.

AR Wie weit sind wir noch von vollständig autonomen Betriebsabläufen im Bergbau und der Metallindustrie entfernt?

AH Wir haben einen Pilotlagerplatz, der voraussichtlich bis Ende dieses Jahres den vollständig autonomen Betrieb aufnehmen wird. •

Effizienz & Produktivität



Autonome Steuerungen werden zunehmend zum festen Bestandteil industrieller und betrieblicher Prozesse. ABB kombiniert ihr fundiertes Branchenwissen und ihre umfassende Erfahrung mit diesen sich rasch entwickelnden digitalen Lösungen, um Kunden fortschrittliche und flexible Werkzeuge bereitzustellen, die ein Höchstmaß an Effizienz und Produktivität gewährleisten.

- 60 ABB Ability™: fünf Jahre Technologiegrenzen neu definiert
- 62 Haussteuerung mit ausgezeichneter Benutzerfreundlichkeit
- 66 Skalierbares Energie- und Anlagenmanagement mit System pro M compact® InSite





—
EFFIZIENZ & PRODUKTIVITÄT

ABB Ability™: fünf Jahre Technologiegrenzen neu definiert

Im Oktober 2022 feiert ABB einen bedeutenden Meilenstein in ihrer Innovationsgeschichte: den fünften Jahrestag der Einführung von ABB Ability™, dem branchenführenden Portfolio an digitalen Lösungen und Services des Unternehmens.

Am 4. Oktober 2016 präsentierte ABB auf dem Capital Markets Day ihr Portfolio an digitalen Lösungen unter der Bezeichnung ABB Ability™. Mit einem installierten Bestand von über 70 Millionen vernetzten Geräten hatte ABB bereits seit Jahrzehnten mit Kunden im digitalen Bereich zusammengearbeitet. Die Einführung von ABB Ability, mit der ABB ihre digitalen Bemühungen in einer einzigen Plattform bündelt, stellte dennoch einen Quantensprung für das Unternehmen dar. In der Physik gehen Quantensprünge mit grundlegenden Veränderungen beim Übergang von einem Zustand in einen anderen einher und sind damit eine passende Analogie für das, was ABB Ability innerhalb des Unternehmens und bei Kunden im Hinblick auf die Nutzung und Wertschöpfung des industriellen Internets der Dinge (IIoT) bewirkt hat.

Die kommerzielle Einführung von ABB Ability und des anfänglichen Lösungsangebots erfolgte im März 2017 auf der ABB Customer World in Houston. Auf derselben Veranstaltung gab das Unternehmen auch eine neue strategische Partnerschaft mit Microsoft zur Realisierung eines gemeinsamen Cloudkonzepts auf der Basis von Microsoft Azure bekannt. Die ABB Ability-Lösungen verbinden die Technologie und PaaS-Funktionalitäten (Platform as a Service) mit der einzigartigen industriellen und kommerziellen Kompetenz von ABB mit dem Ziel, neue Erkenntnisse zu ermöglichen und einen Mehrwert aus dem IIoT zu schöpfen. Die Vernetzung des gesamten Betriebs von der Geräteebene über den Netzwerkrand bis hin zur Cloud bietet Kunden die Möglichkeit, Informationen und Daten auf Systemebene zu nutzen und die Flexibilität und Nachhaltigkeit ihrer Betriebsabläufe zu verbessern.

In den vergangenen fünf Jahren hat sich ABB Ability mit der kontinuierlichen Erweiterung des Portfolios und der zugrunde liegenden Technologien zu einer Triebfeder für die digitale Innovation innerhalb des Unternehmens entwickelt. Heute bietet ABB über 200 digitale ABB Ability-Lösungen über ihre vier Geschäftsbereiche und 21 Divisionen hinweg an. Sechzig Prozent des F&E-Budgets von ABB fließen in digitale Lösungen, an denen über 4.000 Softwareentwickler arbeiten und die mittlerweile rund die Hälfte aller neuen Aufträge ausmachen.

Mit ABB Ability hat das Unternehmen den Kreis seiner Partner um einige der größten Akteure auf

dem Gebiet der IT wie Ericsson, Hewlett Packard Enterprise, Huawei und IBM erweitert. Dadurch erhält ABB Zugang zu neuen digitalen Funktionen und Technologien – wie etwa 5G, Edge-Rechenzentren, Cloud Analytics und künstliche Intelligenz – sowie neuen Innovationspfaden, um den Tausendenden von Unternehmenskunden, die ABB Ability-Lösungen weltweit nutzen, wertvolle Einblicke in ihre Betriebsabläufe zu ermöglichen.

—
Es liegen noch viele weitere bahnbrechende Innovationen vor uns.

Das Lösungsportfolio basiert auf einer Reihe von Schlüsseltechnologien, die die Entwickler von ABB unterstützen. Dazu gehören einheitliche Programmierschnittstellen (APIs), Container und Cybersicherheitsstandards ebenso wie integrierte Werkzeuge, die Synergien fördern und dem Kunden eine schnellere Wertschöpfung ermöglichen. Eine offene, modulare Architektur, die „Lock-in“-Effekte verhindert und die Flexibilität von Verbrauchsmodellen unterstützt, erleichtert Kunden und deren IT-Anbietern die sichere Anbindung von Anwendungen an ABB Ability-Lösungen und die Erstellung von kundenspezifischen Funktionalitäten, die auf die individuellen Anforderungen ihrer Geschäftsprozesse zugeschnitten sind. Dashboards und Augmented-Reality-Technologien bieten Kunden die Möglichkeit, große Mengen von Telemetriedaten, die von den Betriebsmitteln bereitgestellt werden, und Daten, die in Unternehmenssystemen gespeichert sind, zu verstehen und entsprechend zu nutzen.

Es war bislang eine großartige Reise, und es liegen noch viele weitere bahnbrechende Innovationen vor uns. In der Ausgabe 1/2022 wird sich die ABB Review mit einigen der interessantesten ABB Ability-Lösungen befassen und zeigen, wie diese von Kunden in der Praxis eingesetzt werden, um Geschäftsentscheidungen zu unterstützen und eine bessere Agilität, Resilienz und Energieeffizienz zu erreichen. Darüber hinaus werden einige bedeutende neue Forschungen auf dem Gebiet der industriellen Entscheidungsfindung vorgestellt. Die Ausgabe 2/2022 wird sich vollständig dem Thema ABB Ability und den neuesten Fortschritten bei ABB widmen. •



James Macaulay
 Communications &
 Thought Leadership
 Coquitlam, Kanada

james.macaulay@
 ca.abb.com

EFFIZIENZ & PRODUKTIVITÄT

Haussteuerung mit ausgezeichneter Benutzerfreundlichkeit

Die Nachfrage nach Haussteuerungssystemen steigt rasant. Doch solche Systeme bieten nicht nur immer mehr Funktionalitäten, sie werden auch immer komplexer. Mit dem Ziel, die einfachste und bedienungsfreundlichste Benutzeroberfläche zu bieten, hat ABB ein Haussteuerungssystem auf den Markt gebracht, das mit dem internationalen Red Dot Design Award ausgezeichnet wurde.



Alexander Grams
ABB Aesthetical and UX Design, Smart Buildings, Electrification
Lüdenscheid, Deutschland

alexander.grams@de.abb.com



Til Martensmeier
ABB UX/UI Design, Smart Buildings, Electrification
Lüdenscheid, Deutschland

til.martensmeier@de.abb.com



—
01 Hinter der Entwicklung des verbesserten UX-Designs von ABB steht ein klares Ziel: Einfachheit nutzen, um Komplexität zu verbergen.

Von Luxushäusern bis hin zur einfachen Wohnung – immer mehr Besitzer rüsten ihre Immobilien mit Haussteuerungssystemen auf. Laut Prognosen soll der weltweite Markt für Haussteuerungstechnik von 40,8 Mrd. USD im Jahr 2020 bis zum Jahr 2025 auf 63,2 Mrd. USD anwachsen [1]. Solche Systeme bieten nicht nur Komfort, sondern sparen auch Energie und erhöhen die Sicherheit. Je nach System können sie zudem zur Senkung der Versicherungskosten und Verbesserung der Kommunikation beitragen. Angetrieben durch die zunehmende Urbanisierung und den wachsenden Wohlstand erreicht der Trend zur Hausautomatisierung mittlerweile auch viele Entwicklungsländer.

Doch mit zunehmender Verbreitung solcher Systeme steigt auch die Nachfrage nach einfachen, selbsterklärenden Benutzeroberflächen →01. Vor diesem Hintergrund hat ABB vor Kurzem die App ABB-free@home® Next auf den Markt gebracht

→01, die eine schnelle und intuitive Steuerung des ABB-free@home-Systems ermöglicht.

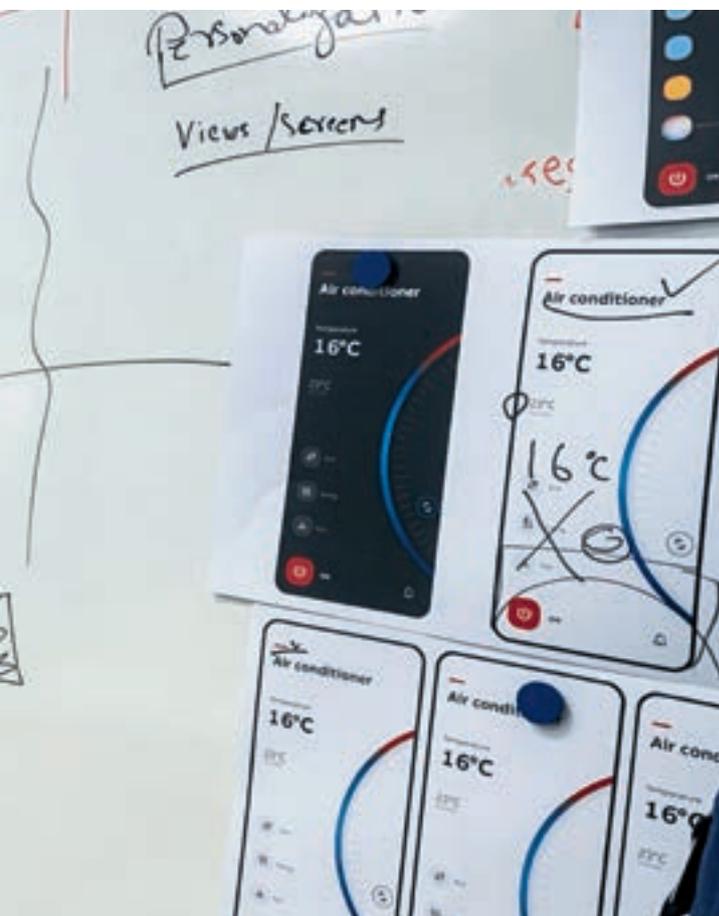
Die App ist das erste Produkt, das unter den neuen ABB-Unternehmensrichtlinien für User Experience (UX) und Digital Brand Experience Design eingeführt wurde. Die Richtlinien, in die Ergebnisse von Nutzerinterviews und -feedback eingeflossen sind, definieren allgemeine Merkmale der Markenwahrnehmung wie Informationsdarstellung, Architektur und Navigation. Hinter der Entwicklung des verbesserten UX-Designs steht ein klares Ziel: Einfachheit nutzen, um Komplexität zu verbergen. Die Richtlinien sind somit darauf ausgelegt, dem Benutzer ein Gefühl der Souveränität und Kontrolle zu vermitteln. Unterstützt wird dies durch eine Reihe von standardisierten Softwarekomponenten und Piktogrammen, die konsistent und wiederholt in der gesamten Anwendung eingesetzt werden, um eine vorhersehbare und leicht verständliche Benutzerumgebung zu schaffen.

Bei der Gestaltung der ABB-free@home-Benutzeroberfläche sahen sich die Designer mit einer einzigartigen Herausforderung konfrontiert: Während das Produkt vom Erscheinungsbild her mit den Grundsätzen der ABB Digital Brand Expe-

—
Der weltweite Markt für Haussteuerungstechnik soll bis zum Jahr 2025 auf 63,2 Mrd. USD anwachsen.

rience übereinstimmen sollte, musste es hinsichtlich Design und Implementierung gleichzeitig den Anforderungen von Busch-Jaeger entsprechen, unter dessen Marke die Haussteuerungstechnik von ABB in Deutschland, Österreich und den Niederlanden vertrieben wird. In allen anderen Ländern sind die Produkte unter dem Namen ABB erhältlich.

Die mobile ABB-free@home-App bietet Benutzern die Möglichkeit, auf ihr Smart-Home-System zuzugreifen und Haushaltsgeräte, Jalousien, Beleuchtung, Lichtfarben, Musik, Heizung, Klimaanlage und Zeitprogramme zu steuern. Die App nutzt die MyBuildings-Onlinedienste von ABB, um



sich mit dem Internet zu verbinden. So können Hausbesitzer per Klick auf „Hausstatus“ bequem von überall den Status ihrer Systeme überprüfen und ihr Haus steuern. Die Benutzererfahrung wird durch Sprachsteuerungsfunktionen verbessert, die mit allen bekannten Sprachsteuerungsgeräten kompatibel sind.

—
Bislang wurden weltweit über fünf Millionen ABB-free@home-Komponenten in Haushalten installiert.

Bei der Überprüfung des Status können Benutzer genau sehen, wie viele Leuchten eingeschaltet sind, wie viele Jalousien geöffnet sind, ob Fenster offen sind und ob die Alarmanlage aktiviert wurde. Geräte können durch einfaches Berühren des entsprechenden Symbols ein- oder ausgeschaltet werden. Ein Wettersymbol liefert Informationen von der ABB-free@home-Wetterstation, und ein Timer-Symbol zeigt, welche Funktionen demnächst automatisch ein- oder ausgeschaltet werden. Sämtliche Ereignisse können mithilfe eines Schiebers ausgesetzt oder neu festgelegt werden.

Die Navigation der App ist intuitiv. Nutzer können die App selbst konfigurieren, was das Sortieren und Organisieren von Systemen wie Jalousien, Leuchten und Musik nach Räumen sowie den Zugriff auf Statusmeldungen und bevorstehende Systemaktionen erleichtert. Sämtliche Systeme sind nach Geräteklassen wie Beleuchtung, Jalousien usw. sortiert, können aber auch nach deren Installationsort angezeigt werden.

Seit ihrer Einführung im Mai 2020 ist die App mit einem Red Dot Award [2,3], einer Nominierung für den UX Design Award und einer „Special Mention“ beim German Design Award 2021 ausgezeichnet worden und gehört Dank ihrer herausragenden Benutzeroberfläche zu den Finalisten für den IF Design Award 2021.

Die Red Dot Design Awards würdigen herausragende Leistungen im Produkt- und Kommunikationsdesign. In diesem Jahr legte die Jury aus internationalen Designexperten einen besonderen Schwerpunkt auf revolutionäre Designs und hob Designarbeiten hervor, die sich durch progressive Interaktivität auszeichnen.

Bis heute wurden weltweit über fünf Millionen ABB-free@home-Komponenten in Privathaushalten installiert, die dabei geholfen haben, herkömmliche Häuser in intelligente, mit dem Internet der Dinge verknüpfte Gebäude zu verwandeln. •



red**dot** winner 2020



—
02 Die neue App von ABB wurde mit dem Red Dot Design Award ausgezeichnet, der herausragende Leistungen im Produkt- und Kommunikationsdesign würdigt.

—
Literaturhinweise

[1] MarketsandMarkets: „Home Automation System Market worth \$63.2 billion by 2025“. Verfügbar unter: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/home-automation-control-systems.asp> (abgerufen am 01.07.2021).

[2] <https://www.red-dot.org> (abgerufen am 01.07.2021).

[3] ABB: „ABB's smart home app wins Red Dot Design Award“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/detail/65893/abbs-smart-home-app-wins-red-dot-design-award> (abgerufen am 01.07.2021).



EFFIZIENZ & PRODUKTIVITÄT

Skalierbares Energie- und Anlagenmanagement mit System pro M compact[®] InSite

Das vollständig integrierte System von ABB für die elektrische Unterverteilung ermöglicht Kunden überall und jederzeit eine nahtlose digitale Interaktion, Datenerfassung und sichere Steuerung im Sinne einer nachhaltigen Ressourcennutzung.



— 01 Die skalierbare, flexible und transparente System pro M compact® InSite Lösung bietet Vorteile für öffentliche Gebäude und Gewerbeimmobilien von kleinen Geschäften bis hin zu Wolkenkratzern.

— **Paweł Ludowski**
Grzegorz Moliński
Jerzy Wasacz
ABB Electrification/
Smart Buildings
Krakau, Polen

pawel.ludowski@
pl.abb.com
grzegorz.molinski@
pl.abb.com
jerzy.wasacz@pl.abb.com

Luciano Di Maio
Sebastiano Paganini
Gabriele Bressan
ABB Electrification/
Smart Buildings
Vittuone, Italien

luciano.di_maio@
it.abb.com
sebastiano.paganini@
it.abb.com
gabriele.bressan@
it.abb.com

Die Digitalisierung verändert auch die Energieverteilung, indem sie sie sicherer, smarter und nachhaltiger gestaltet. Da die Erfassung und Analyse von Daten mittlerweile kein Problem mehr darstellt, können vernetzte Lösungen dabei helfen, das Ressourcenbewusstsein zu stärken und Prozesse zu optimieren. Durch Steuerung und Überwachung des Betriebs und der Kosten im Rahmen eines optimierten Anlagenmanagements können ein bewussterer Umgang mit Ressourcen und eine höhere Energieeffizienz erreicht werden. Die Energie- und Anlagenmanagementlösungen der ABB System pro M compact® InSite Reihe bieten die dafür notwendige Intelligenz, Skalierbarkeit, Energieeffizienz und Betriebskontinuität.

Das skalierbare, flexible, transparente und cybersichere System erfüllt gängige Energiestandards und erfasst Daten von Geräten wie

Ein optimiertes Anlagenmanagement ermöglicht eine höhere Energieeffizienz.

Energiezählern und Leistungsmessern, analysiert diese und stellt die Ergebnisse auf vielfältige Weise zur Verfügung, um eine Optimierung und automatisierte Steuerung der angeschlossenen Systeme zu ermöglichen. So können öffentliche Gebäude, Gewerbeimmobilien und Industriebauwerke jeder Größe problemlos mit der Cloud verbunden werden →01. Der InSite-Webserver und vorhandene Installationen können schnell und problemlos aufgerüstet werden, ohne dass vorhandene Komponenten ersetzt werden müssen. Die Installations- und Konfigurationszeit wird drastisch reduziert, was die Ausfallzeiten und Kosten minimiert.



SYSTEM PRO M COMPACT® INSITE

System pro M compact® InSite bietet Energiemanagementfunktionen für Gebäude jeder Größe. Vorhandene Installationen in kleinen Gewerbegebäuden wie Geschäfte, Hotels, Büros und Restaurants mit wenigen Energieverteilern können dank Plug-&-Play-Montage problemlos aufgerüstet werden. Das System sorgt für eine vollständige Transparenz der gesamten Energieverteilung und des Verbrauchs (z. B. von Gas und Wasser) zur Optimierung des Energiemanagements und Reduzierung der Betriebskosten.

Große Gewerbegebäude wie Bürohochhäuser, gemischt genutzte Objekte, Flughäfen, Einkaufszentren, Krankenhäuser oder große Hotels lassen sich ebenfalls effizienter verwalten. Der Verbrauch und die Energiekosten einzelner Nutzer (z. B. Läden in einem Einkaufszentrum) können zur Optimierung der Energienutzung oder Wartung mithilfe eines lokalen Webserver oder einer Cloud-Plattform überwacht werden.

Für Industriegebäude und versorgungskritische Einrichtungen wie Krankenhäuser und Rechenzentren, in denen ungeplante Ausfälle und entsprechende Kosten minimiert oder verhindert werden müssen, kann eine hohe Betriebskontinuität und eine vorausschauende Wartung gewährleistet werden. System pro M compact® InSite lässt sich nahtlos in vorhandene Überwachungssysteme wie SCADA- oder Gebäudemanagementsysteme integrieren.

Diagnosefunktionen und Echtzeit-Benachrichtigungen sorgen für eine vollständige Transparenz der Systemperformance. Durch die Erfüllung von Energieeffizienzstandards und die bessere Kontrolle über den Anlagenverbrauch sind zudem Energieeinsparungen von bis zu 20 % möglich – ein Pluspunkt für Kunden, die eine höchstmögliche Nachhaltigkeit erreichen möchten.

System pro M compact® InSite

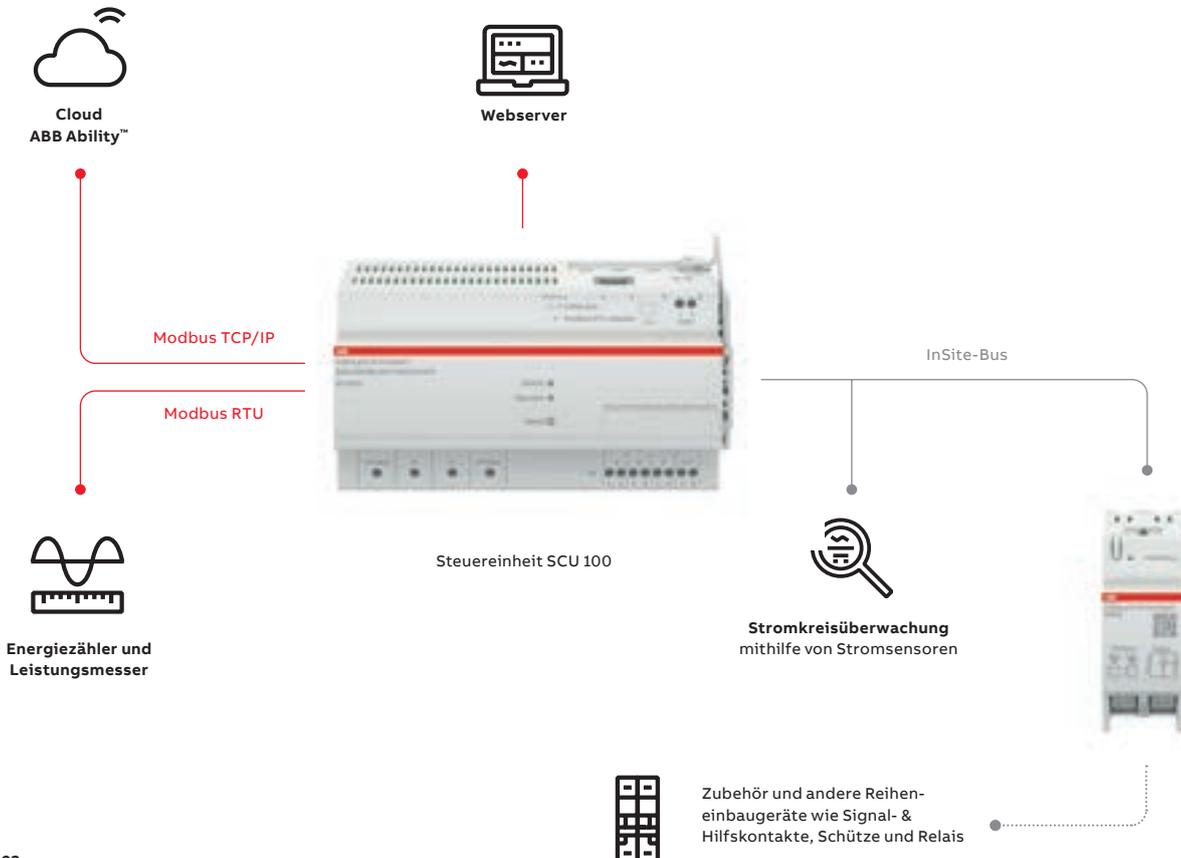
System pro M compact® InSite umfasst verschiedene vernetzte Geräte zur Unterstützung des Energie- und Anlagenmanagements in elektrischen Verteilungen →02. Das System kann als eigenständige Stand-alone-Lösung installiert oder in jede IT-Infrastruktur wie die cloudbasierte ABB Ability™-Plattform integriert werden, was die Erfüllung von Energieeffizienzstandards erleichtert.

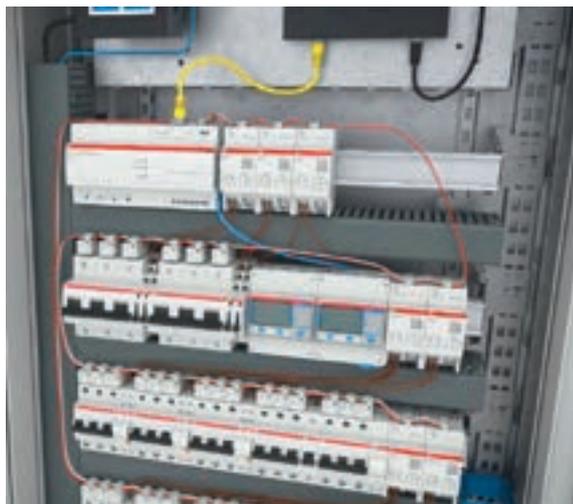
Das zentrale Element des Systems ist die Steuereinheit SCU100 →03. Sie liefert einen genauen Überblick über den Verbrauch innerhalb der Verteilung und ermöglicht so ein besseres Ener-

gie- und Anlagenmanagement. Sie unterstützt die Datenerfassung von bis zu 16 Energiezählern und Leistungsmessern sowie den Anschluss von bis zu 96 Stromsensoren für die Stromkreisüberwachung. Über digitale Ein- und Ausgangsmodule (E/A-Module) ist die SCU100 in der Lage, das komplette Energieverteilungssystem zu steuern. Die E/A-Module fungieren als Schnittstelle zwischen DIN-Schienen-Primärgeräten, Schutz-

Dank der modularen Softwarearchitektur ist eine effektive Interprozesskommunikation möglich.

einrichtungen und der SCU100-Steuereinheit und ermöglichen den einfachen Anschluss von klassischem Zubehör (Leitungs- und Fehler-





03

— 02 Schematische Darstellung der System pro M compact® InSite Architektur.

— 03 Beispiel einer Systeminstallation mit Steuereinheit, digitalen E/A-Modulen, Stromsensoren und Flachkabeln.

— 04 Die Steuereinheit SCU100 spielt eine zentrale Rolle für die Überwachungs- und Steuerungsfunktionen, die Kunden bei der Umsetzung ihrer Energiestrategien und -ziele helfen.

stromschutzschalter) und anderen Produkten für die DIN-Schienen-Montage. Die Eingangsmodule können für den Anschluss von Zählern mit Impulsausgang konfiguriert werden →02.

Dank einer intuitiven grafischen Benutzeroberfläche (GUI), die die Inbetriebnahme, Überwachung und Steuerung unterstützt, können die von der SCU100 gesammelten Daten auf jedem PC oder mobilen Gerät angezeigt werden, was die Senkung des Energieverbrauchs und die Erkennung potenzieller Gefahren vereinfacht. Benutzerspezifische Alarmer und automatische Aktionen sorgen zudem für eine Optimierung des Energie- und Anlagenmanagements.

Die SCU100 liefert einen genauen Überblick über den Verbrauch innerhalb der Verteilung.

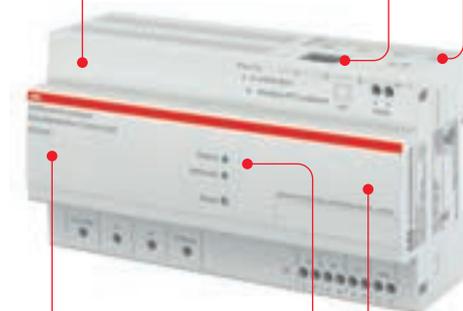
Einfache Überwachung und Steuerung

Das Gehirn des Systems, die Steuereinheit SCU100 →04, basiert auf der Hardware des bewährten Strommesssystems CMS-700 und verfügt über vier Anschlüsse für den InSite-Bus/ Zähler und eine höhere CPU-Frequenz. Neue Systemmerkmale mit erweiterten Funktionen ermöglichen eine intuitive und detaillierte Überwachung des gesamten elektrischen Verteilungssystems. Neben der Unterstützung der digitalen InSite pro M E/A-Module bietet die SCU100 eine vollständig vorkonfigurierte Datenschnittstelle für die Anbindung von ABB-Energiezählern (der Serien A, B und C) und Messgeräten (der Serien M4M, M2M, M1M,

Modbus TCP/IP und RTU zur Kommunikation mit dem Überwachungssystem, ermöglicht Fernzugriff auf erfasste Daten

Vierter Anschluss für Modbus RTU zum Anschluss von Zählern

Einzigiger Zugangspunkt im Unterverteiler, Datenaggregator und -sammler für Feldgeräte



Firmware-Upgrade zur Kommunikation mit:

- klassischem Zubehör mit Anschluss über E/A-Module
- Sensoren, Energiezählern und Leistungsmessern in Modbus RTU
- Stromsensoren

Interne Stromversorgung zur Sicherung der Kommunikation und korrekten Funktion von Sensoren und E/A-Modulen

LEDs zur optischen Anzeige einer korrekten/ fehlerhaften Installation und Funktion

04

IM300, DTDME) über ein einfaches Modbus RTU-Kommunikationsprotokoll.

Dank der modularen Softwarearchitektur ist eine effektive Interprozesskommunikation sowie eine höhere Performance und Zuverlässigkeit möglich. So hat das Hinzufügen von Softwarepaketen keine Auswirkung auf die vorhandenen Module an einem Gerät, was die Effizienz des Updatevorgangs erhöht. Das Ergebnis sind kürzere Ausfallzeiten, da nur neue und aktualisierte Komponenten mit einem Update verbreitet werden und alles Übrige unverändert bleibt.

Das Betriebssystem auf der Basis eines Linux-Kernels wurde mithilfe des Build-Systems Yocto Project erstellt. Das Yocto Project ist ein Open-Source-Kollaborationsprojekt, das die Erstellung von Linux-basierten Systemen unabhängig von der Hardwarearchitektur ermöglicht. Hierbei wird die Erstellung des Betriebssystems, der InSite-Software und weiterer Open-Source-Komponenten mithilfe von sogenannten Rezepten vereinheitlicht, die die Konfiguration, Kompilierung und Bereitstellung jeder Komponente beschreiben. Ein hausinterner Python-Code setzt die Rezepte um und erzeugt die fertigen Images. Die erstellte Software verfolgt die Versionen der

Softwarekomponenten und sorgt dafür, dass zum Kunden-Image nur neue oder aktualisierte Komponenten im Vergleich zur unterstützten Referenzversion hinzugefügt werden.

Beim Design der Web-Benutzeroberfläche (WUI) setzte ABB auf den User-Experience-Ansatz und die Analyse von Usability-Heuristiken [1] →05. Durch Anwendung der von Jakob Nielsen definierten Regeln zur Bestimmung der Benutzerfreundlichkeit der Oberfläche und zur Identifizierung von Problemen und möglichen Lösungen konnte ein hervorragendes Anwendererlebnis sichergestellt werden.

Da die Softwareerstellungs- und Testphasen gemäß des Konzepts der kontinuierlichen Integration auf einer dedizierten Plattform vollständig automatisiert sind, können Mängel frühzeitig erkannt werden, und die Qualität des Softwareentwicklungsprozesses sowie die Stabilität des Produkts können kontinuierlich verbessert werden. Die Plattform basiert auf Docker-Containern für die Softwareerstellung, Bereitstellung und Tests. Softwareartefakte werden mithilfe von automatisierten Tests validiert, die in Python und unter py.test geschrieben wurden. Systemmerkmale (Messungen, Kommunikationsprotokolle und das Verhalten der WUI) werden iterativ getestet, um eine vollständige Regression bei jeder Release-

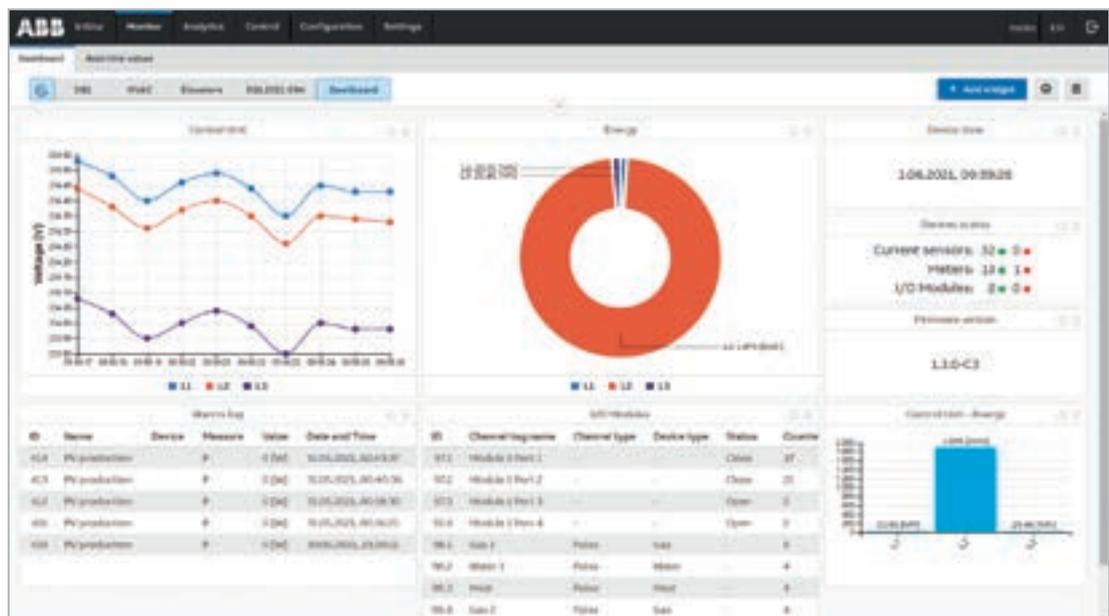
stufe bis zur Bereitstellung des finalen Produkts zu gewährleisten. Dies ermöglicht eine schnelle Markteinführung und Reaktion auf sich verändernde Anforderungen.

Neue Systemmerkmale ermöglichen eine intuitive Überwachung des elektrischen Verteilungssystems.

Intelligenter durch Ein-/Ausgangsmodule

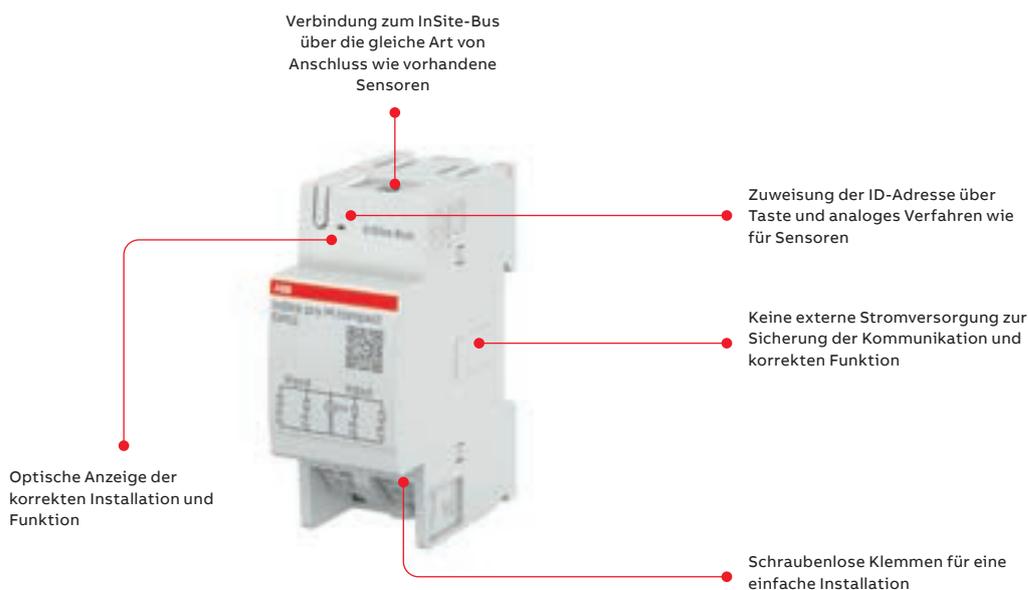
Neben den CMS-Stromsensoren hat ABB neue Peripheriegeräte zur Verarbeitung digitaler Ein-/Ausgangssignale und Impulsausgänge für Durchfluss-, Wärme- oder Energiezähler eingeführt. Dies erweitert die Möglichkeiten des Systems zur Erfassung von Informationen für eine vollständige Kontrolle der Unter- und Endverteilungen sowie des Energieverbrauchs von den angeschlossenen Versorgern.

Die SCU100 verfügt über vier Ports zum Anschluss von bis zu 24 digitalen E/As mit jeweils vier Kanälen. Die digitalen E/A-Module sind in drei Varianten erhältlich: Eingangsmodul mit vier Eingängen, Ausgangsmodul mit vier Ausgängen und E/A-Modul mit zwei Ein- und Ausgängen.



—
05 Beispiel für die WUI der Steuereinheit SCU100, die sich durch ihre Benutzerfreundlichkeit auszeichnet.

—
06 Die E/A-Module sorgen dank ihrer Konnektivität und Kompatibilität für einen schnellen und zuverlässigen Betrieb.



06

Die Architektur der E/A-Module, die auf dem kostengünstigen und verbrauchsarmen ARM Cortex-M Mikrocontroller basiert, ermöglicht einen schnellen und zuverlässigen Betrieb →06. Die Eingangskanäle können als digitaler Eingang oder Impulseingang konfiguriert werden. Aktive Eingänge liefern jeweils einen Strom von 5 mA bei 24 V für den Betrieb von relaisartigen Ausgängen, ohne dass eine zusätzliche externe Stromversorgung erforderlich ist. Jeder Eingang ist galvanisch vom Kommunikationsbus getrennt. Die Ausgangskanäle können zur Steuerung von Motorantrieben (ABB-Produktreihen S2C-CM, F2C-CM und DS2C-CM) oder Arbeitsstromauslösern programmiert werden, wofür sich das E/A-Modul mit zwei Ein- und Ausgängen besonders eignet. Da sie einen potentialfreien Kontakt nutzen, benötigen die Ausgänge eine externe Stromversorgung zur Speisung des angeschlossenen Zubehörs (24 V DC bis 230 V AC). Um einen reibungslosen Betrieb mit anderen Stromversorgungen zu gewährleisten, ist jeder Kanal galvanisch vom Kommunikationsbus und anderen Kanälen getrennt.

Cybersicherheit

Zur Gewährleistung der notwendigen Cybersicherheit hat das System pro M compact® InSite System eine umfassende und rigorose externe Überprüfung der Angriffsfläche und möglicher Angriffsvektoren im Hinblick auf unerlaubte Zugriffe durchlaufen. Dazu wurden vollständige Cybersicherheitstest durch das ABB Cyber Defense Evaluation Center (CDEC) und das ABB Device Security Assurance Center (DSAC) durchgeführt.

Die Tests bestätigten die Robustheit und Resilienz der Cybersicherheitsmerkmale gegenüber Paketstürmen auf verschiedenen Ebenen, Denial-of-Service-Angriffen auf Schichten des OSI-Modells (Open Systems Interconnection) und bekannten Schwachstellen der unterstützten Protokolle.

Darüber hinaus wurden die Ethernet-, ARP-, ICMP-, IP-, TCP- und UDP-Protokolle Stresstests unterzogen, um mögliche versteckte Schwachstellen in den Software-Stacks zu identifizieren.

Da die Steuereinheit SCU100 die verschlüsselten Protokolle HTTPS und SNMPv3 unterstützt, ist eine sichere Kommunikation gewährleistet. Außerdem ist das System mit einer internen Firewall auf der Basis eines nftables-Netzwerkpaket-

—
Umfangreiche Tests durch das ABB CDEC und DSAC gewährleisten die Cybersicherheit des Systems.

filters ausgestattet und erlaubt nur eingehenden und ausgehenden Verkehr auf konfigurierten Ports, der für freigegebene Kommunikationsprotokolle aktiviert ist, bzw. Verkehr von Verbindungen, die von der Steuereinheit initiiert wurden (z. B. zum NTP-Server (Network Time Protocol) zur Aktualisierung der Systemzeit). Regeln mit



Systemzugangspunkt



Zentraleinheit & digitale E/A-Module
System pro M compact[®] InSite sammelt Daten von Geräten wie Energiezählern und Leistungsmessern, Netzanalyse- und Schutzgeräten, die mit Stromsensoren und einer Integrationsmöglichkeit für zusätzliche digitale Ein- und Ausgangsmodule ausgestattet sind.



Unterverteiler
System pro E[®] energy umfasst staub- und wassergeschützte (bis IP43 und IP55) Stahlblechschränke zur stehenden und hängenden Montage mit einheitlicher Innenausstattung und Sammelschienen.

Das System ist einfach zu planen, schnell zu montieren und sicher in der Anwendung.

Es ermöglicht den Bau von Verteilern bis 800 A. Die digitale ABB Connect Partner Hub Plattform unterstützt eine schnelle Konfiguration, indem sie alle relevanten Informationen bereitstellt.

—
07 Unterverteiler mit System pro M compact® InSite.

Durchsatzratenbegrenzung schützen das Gerät zudem gegen DoS-Angriffe. Vor allem aber werden alle ungültigen Pakete fallengelassen, bevor sie den Zieldienst erreichen und Störungen verursachen können.

Die WUI der SCU100 unterstützt die Authentifizierung und Autorisierung von drei verschiedenen Zugriffsrollen. Zusätzliche Sicherungsverfahren wie eine begrenzte Zahl von Anmeldeversuchen oder zunehmende Zeiträume zwischen den einzelnen Versuchen sollen Hacker von Brute-Force-Angriffen auf die Webanwendung abhalten. Für weiteren Schutz sorgen Softwareupdates, die nur über einen passwortgeschützten Administratoraccount möglich sind. Das Kundenimage wird mit einer Signatur bereitgestellt, die während des Updatevorgangs auf dem Gerät verifiziert wird. So kann kein fehlerhaftes, verändertes oder virenbefallenes Image installiert werden.

Integration in Drittanbieter-Cloudsysteme

Seit der Softwareversion 1.1.0 bietet die SCU100 Unterstützung für REST-API-Schnittstellen und VPN (Virtual Privat Network) für sichere Verbindungen. Damit lassen sich nun mehrere Steuereinheiten über einen kundenseitigen VPN-Server mit einem Zugangspunkt verbinden. So können Informationen zwischen Steuereinheiten und einem Server, die sich an unterschiedlichen Standorten befinden, über einen sicheren VPN-Tunnel übertragen werden.

Die InSite pro M REST-API Gateway-Anwendung erleichtert die Integration des Systems in eine kundenseitige Cloud – einschließlich sicherem Zugriff auf Steuereinheiten im Feld durch Bereitstellung der Anwendung auf der Cloud-Plattform des Kunden (auf Anfrage verfügbar als Docker-Container-Image). Die Gateway-Anwendung ruft die Daten mittels RESTful-Abfragen von den Steuereinheiten ab und präsentiert die Ergebnisse im JSON-Format.

Dieses Integrationsverfahren wurde erfolgreich mit ABB-Partnern getestet und in Submetering-Anwendungen implementiert, um Daten von Photovoltaik-Anlagen und Verbrauchergemeinschaften zu erfassen und in Blockchains von Drittanbietern zu aggregieren und speichern.

Integration in ABB Ability™ Energy and Asset Manager

Das InSite pro M System wurde nun in das neue SaaS-Angebot ABB Ability™ Energy and Asset Manager integriert →07. Die Verbindung ist

möglich mit dem neuen E-Hub 2.0 IoT-Gateway oder dem ABB Ability™ Edge Industrial Gateway und dem Inbetriebnahmetool Ekip Connect oder dem Cloud-Provisioning-Tool von Ability™ Energy and Asset Manager. Die Visualisierung von InSite-Daten auf der Energy and Asset Manager Cloud-Computing-Plattform erfolgt mithilfe spezieller Widgets, die die gesammelten Messdaten vom InSite pro M System anzeigen. Die Cloud-Lösung eignet sich für kleine und mittelgroße Anlagen, Einkaufs- und Rechenzentren und hilft Kunden dabei, bis zu 30 % Energiekosten und bis zu 40 % Wartungskosten einzusparen [2].

—
System pro M compact®
InSite bietet Energie- und Anlagenmanagement für die gesamte Unterverteilung.

Produkteinführung und Marktchancen

Das im Jahr 2020 weltweit eingeführte System pro M compact® InSite erweitert das Angebot von ABB im Bereich Energie- und Anlagenmanagement in Richtung eines verstärkt digitalen Portfolios für die elektrische Unter- und Endverteilung. Durch die Einführung eines vollständig integrierten Systems, das eine nahtlose digitale Interaktion, Datenerfassung und sichere Steuerung aller wichtigen Komponenten einer typischen Verteilung ermöglicht, ebnet ABB den Weg für eine nachhaltige Ressourcennutzung.

Seit seiner Einführung erfreut sich das System zunehmender Bekanntheit und Beliebtheit auf dem Markt und wurde bereits in verschiedenen innovativen Anwendungen und Konfigurationen eingesetzt – z. B. in Blockchain-Lösungen für Wohnhaussiedlungen zur Messung und Abrechnung von selbsterzeugtem Solarstrom, in Rechenzentren verschiedener Konfiguration zur Überwachung der elektrischen Performance und Erhöhung der Sicherheit und in Telekommunikationsanlagen zur Überwachung und Analyse des Stromverbrauchs.

Mit System pro M compact® InSite bietet ABB ein skalierbares, flexibles, transparentes und cybersicheres Energie- und Anlagenmanagement für die gesamte elektrische Unterverteilung, das Kunden dabei hilft, heute und in Zukunft eine höhere Energieeffizienz und einen bewussteren Umgang mit Ressourcen zu erreichen. •

—
Literaturhinweise

[1] J. Nielsen: „10 Usability Heuristics for User Interface Design“. *NN/g Nielsen Norman Group*, 24.04.1994. Verfügbar unter: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

[2] ABB: „ABB offers innovative integrated energy and asset management as Software-as-a-Service“. Pressemitteilung, 19.10.2020. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/detail/68793/abb-offers-innovative-integrated-energy-and-asset-management-as-software-as-a-service>



 PIONIERLEISTUNGEN

Azipod®: über 20 Millionen Stunden zuverlässige Antriebskraft

Im Jahr 1991 vollzog sich still und leise eine Revolution in der Schifffahrt: ABB präsentierte der Welt die Azipod®-Technologie – ein getriebeloses, steuerbares Antriebssystem für Schiffe.



Michelle Kiener
ABB Review
Zürich, Schweiz

michelle.kiener@
ch.abb.com

Das Antriebssystem mit Propellergondel nutzt einen Elektromotor – den einfachsten aller Motoren – und benötigt somit keinen Sauerstoff und erzeugt auch keine Abgase. Solange die Stromversorgung gegeben ist, kann der Motor praktisch überall auf dem Schiff – oder, wie im Fall des Azipod®-Antriebs, unter dem Schiff – platziert werden →01.

Seit der ersten Installation auf einem Kreuzfahrtschiff vor 25 Jahren haben Azipod®-Antriebe allein im Kreuzfahrtsegment rund 1.000.000 t Treibstoff eingespart und dabei über 20 Millionen Betriebsstunden mit einer beeindruckenden Verfügbarkeit von 99,9 % absolviert.

Einsatz im Eis

Erstmals kam der Azipod®-Antrieb 1991 auf einem eisgängigen Tonnenleger in Finnland zum Einsatz. Schon bei frühen Probefahrten stellte der Azipod®-Antrieb seine bemerkenswerten Fähigkeiten in vereisten Gewässern unter Beweis. Bald darauf erstaunte das Bild eines großen Tankers bei einem engen Wendemanöver auf offener See die Schifffahrtsbranche. Dies war der Startschuss

01 Azipod®-Antriebe unter dem Eisbrecher „Polaris“.



02

für den Einsatz des Azipod® in Kreuzfahrtschiffen und vielen anderen Schiffstypen.

Heute erlaubt der Azipod®-Antrieb Schiffen eine sichere Navigation in bis zu 2,1 m dickem Eis →02. Bei besonders schwierigen Bedingungen können Schiffe mit Azipod®-Antrieb mit dem Heck voran fahren, um das Eis zu brechen. Während die Propeller den unter Wasser liegenden Teil des Eises zerkleinern, umspült die von den Propellern erzeugte Strömung den Schiffsrumpf, was für ein leichtes Vorankommen sorgt.

Mitte der 1990er Jahre wurde die „Carnival Elation“ der Carnival Cruise Line als erstes Kreuzfahrtschiff mit einem Azipod®-Antrieb ausgerüstet. Das System verlieh dem Schiff nicht nur eine beispiellose Manövrierfähigkeit, indem es den Wenderadius um die Hälfte reduzierte, sondern bot auch den Passagieren höchsten Fahrkomfort.

Im Jahr 1997 ließ die Reederei Royal Caribbean International das seinerzeit größte Kreuzfahrtschiff, die „Voyager of the Seas“, mit drei Azipod®-Einheiten ausrüsten. Andere große Kreuzfahrtgesellschaften folgten, die sich aufgrund der hervorragenden Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit für den Azipod®-Antrieb entschieden. Die Platzierung des Motors unter dem Schiffsrumpf spart wertvollen Platz an Bord. So wird ein flexibleres Design ermöglicht

und zusätzlicher Raum für Kabinen, Fracht und andere Nutzungen geschaffen →03.

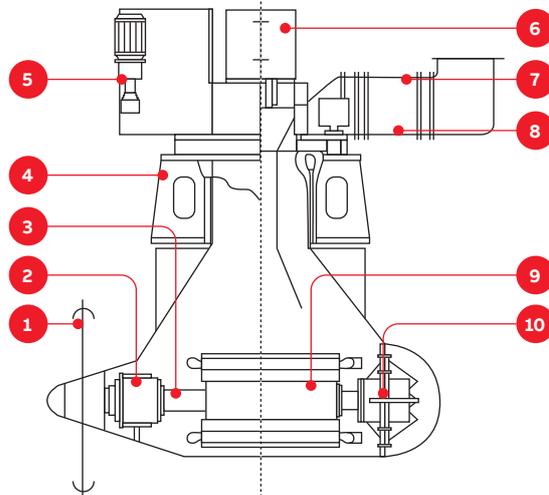
Doch der Azipod®-Antrieb ist nicht nur platzsparend, sondern auch extrem leise und vibrationsarm – ein wichtiger Aspekt für den Komfort der Passagiere und der Besatzung. Den deutlichsten Unterschied merken Passagiere bei Fahrten in relativ engen Gewässern und bei Hafenmanövern. Ausschlaggebend für den Komfort sind verschiedene Faktoren wie etwa das Fehlen von lauten Getrieben und die Tatsache, dass sich der Motor in einer Gondel vollständig außerhalb des Rumpfes befindet.

—
Der Azipod®-Antrieb verbessert die hydrodynamischen Eigenschaften und senkt den Treibstoffverbrauch.

Das Azipod®-System ist um 360° drehbar, was die Manövrierfähigkeit erhöht und auch größeren Schiffen das Anlegen in Häfen mit begrenztem Wendeplatz ermöglicht. Vorr allem aber steigert der Azipod®-Antrieb die Betriebseffizienz, indem er die hydrodynamischen Eigenschaften des Schiffs verbessert und den Treibstoffverbrauch gegenüber herkömmlichen Wellenantrieben um bis zu 20 % senkt.

— 02 Der Azipod®-Antrieb erlaubt Schiffen das sichere Navigieren in bis zu 2,1 m dickem Eis.

— 03 Hauptkomponenten einer Azipod®-Antriebs-einheit.



HAUPTKOMPONENTEN EINES AZIPOD®-ANTRIEBS

- 1 Festpropeller
- 2 Lager, Wellendichtungen
- 3 Welle
- 4 Montageblock
- 5 Hydraulische Ruderanlage
- 6 Schleifringe (Energie-/ Datenübertragung)
- 7 Belüftung
- 8 Luftkühlung
- 9 Elektromotor
- 10 Lager

EIGENSCHAFTEN DES AZIPOD®-ANTRIEBS

Die immense Robustheit des Azipod®-Antriebs wird deutlich, wenn man sich vor Augen führt, dass er konzipiert wurde, um über zwei Meter dicke Eisdecken zu brechen. Die Tatsache, dass er zum Transport von Menschen, der wertvollste Fracht überhaupt, eingesetzt wird, spricht für seine Qualität.

Für die notwendige Leistung und den Schub sorgt ein AC-Permanentmagnetmotor mit einer oder zwei Wicklungen, der keinen Sauerstoff benötigt und abgasfrei ist. Gespeist wird der Motor über einen wassergekühlten ABB-Frequenzumrichter mit direkter Drehmomentregelung (DTC), die eine genaue Regelung der Motordrehzahl und des Motormoments ohne Impulsgeberrückführung von der Motorwelle ermöglicht.

Der Motor ist in einer Gondel unterhalb des Schiffsrumpfs angeordnet, sodass der Propeller ohne Wellentunnel oder mechanische Antriebsstränge direkt mit dem Motor verbunden werden kann. Der mit dem Motor verbundene Fre-

quenzumrichter liefert vom Stillstand über den gesamten Drehzahlbereich in beiden Drehrichtungen das volle Nenn Drehmoment. Eine Überhöhung des Drehmoments, z. B. bei eisgängigen Schiffen, ist ebenfalls möglich.

Da die Gondel mit dem Motor und Propeller um 360° drehbar ist, kann sie Schub in jede Richtung erzeugen. Dies ermöglicht die legendäre Manövrierfähigkeit, für die der Azipod®-Antrieb in der Schifffahrt mittlerweile bekannt ist. Der elektrische Antrieb minimiert zudem Geräusche und Vibrationen und sorgt für eine angenehmere, ruhige Fahrt. Darüber hinaus erfüllt der Antrieb die internationalen Standards für Geräuschemissionen unter Wasser.

Auch in puncto Sicherheit bieten Schiffe mit Azipod®-Antrieb einen Vorteil, denn im Gegensatz zu Schiffen mit einem herkömmlichen Wellenantrieb bleiben sie während eines Notstopps steuerbar und kommen schneller zum Stillstand.

Dank dieser Eigenschaften hat sich der Azipod®-Antrieb zu Recht als eine der führenden Antriebslösungen für neue Kreuzfahrtschiffe etabliert. Nicht umsonst sind einige der größten Schiffe

—
Bis zu 95 % des beim Bau verwendeten Materials ist recycelbar.

mit einem solchen Antrieb ausgestattet, darunter auch das größte Kreuzfahrtschiff der Welt, die „Symphony of the Seas“, die über drei Azipod®-Einheiten mit jeweils 20 MW verfügt.

Im Jahr 2001 brachte ABB mit dem Compact Azipod® eine speziell für Plattformen und kleine Schiffe wie Fähren entwickelte Version auf den Markt. Mit einem Leistungsbereich von 1 bis 5 MW erfüllt der Antrieb die ständig wachsende Nachfrage nach besserer Manövrierfähigkeit und Wirtschaftlichkeit in diesem Segment.

Effiziente Fähren

Im Jahr 2020 lieferte ABB ein Azipod®-Antriebssystem für die neue Fähre „Viking Glory“ der Reederei Viking Line →04. Jan Hanses, Präsident und CEO von Viking Line, geht davon aus, dass die „Viking Glory“ die effizienteste Kreuzfahrtschiff-Fähre auf der Ostsee, wenn nicht gar auf der ganzen Welt sein wird.

Die Entscheidung der Reederei für das Azipod®-System fiel, nachdem ABB ein virtuelles Modell der „Viking Glory“ mit einem Azipod®-Antrieb ausgerüstet und den Kapitän dazu eingeladen hatte, die Überfahrt im Simulator im Vergleich zu einem herkömmlichen Antrieb durchzuspielen. Durch die bessere Manövrierfähigkeit im Hafen konnte dabei durchweg eine Zeitersparnis von 30 min erreicht werden. Dies ermöglichte geringere Geschwindigkeiten auf dem offenen Meer, wodurch sich wiederum der Treibstoffverbrauch bei der Überfahrt reduzierte.

Im Jahr 2020 wurde das Portfolio um eine Azipod®-Reihe im mittleren Leistungsbereich von 7,5 bis 14,5 MW erweitert. Diese ist darauf ausgelegt, Eignern und Betreibern von Fähren, größeren Offshore-Bauschiffen, mittelgroßen Kreuzfahrtschiffen und Shuttle-Tankern einen operativen Nutzen zu bieten. So ist das Antriebssystem von der Höhe her so konzipiert, dass es auf Fähren unter dem Autodeck installiert werden kann, d. h. es beansprucht keinen Platz an Deck und behindert die Fahrzeugbewegung nicht.



04

Heute ist die Azipod®-Technologie auf mehr als 25 Schiffstypen von Kreuzfahrtschiffen und Fähren über Frachtschiffe und Eisbrecher bis hin zu Superyachten im Einsatz.

Vom Werk zur Werft

Die ABB Azipod®-Einheiten werden in drei Werken in Finnland und China gefertigt. Die größten Modelle entstehen in Helsinki und Hamina, während die kompakten Einheiten in einer Fabrik in Shanghai gebaut werden, die 2021 ihr zehnjähriges Bestehen feiert.

Alle Werke sind ein Beispiel für Sicherheit und Sauberkeit. Während der Fertigung werden die riesigen Einheiten zwischen den Arbeitsstationen auf Luftkissen bewegt. Mit ihren mehreren Stockwerke hohen Türmen sehen die Gondeln aus wie schwere U-Boote, die lautlos über den Boden gleiten.

Die Azipod®-Einheiten werden vollständig montiert und einbaufertig zur Werft geliefert, wo sie direkt in den Schiffsrumpf eingesetzt werden können. Während der Bau eines großen Passagierschiffs über zwei Jahre dauern kann, lässt sich das Azipod®-System binnen weniger Tage installieren. Aus diesem Grund installieren Werften das System häufig erst eine oder zwei Wochen vor dem Stapellauf.



05

—
04 Die Azipod®-Antriebe der Fähre „Viking Glory“.

—
05 Fertigung eines Azipod®-Antriebs im Werk in Helsinki.

—
Literaturhinweis

[1] Deltamarin Ltd.: „Report for Project 7107: Marine Study on Azipod M® – Compa-

—
rison of Azipod and diesel-mechanical shaftline propulsion systems“. 05.06.2018.

Zukunftssicherheit im Blick

Bis zu 95 % des beim Bau einer Azipod®-Einheit verwendeten Materials ist recycelbar. Das unterstreicht den nachhaltigen Lebenszyklusansatz, der die Entwicklung und Nutzung dieser bemerkenswerten Technologie bestimmt.

Laut einer kürzlich veröffentlichten unabhängigen Studie kann der Azipod®-Antrieb Fährunternehmen dabei helfen, pro Schiff jährlich fast zwei Millionen US-Dollar an Treibstoffkosten einzusparen und dadurch die CO₂-Emissionen pro Schiff und Jahr um ca. 10.000 t zu senken [1]. Dies entspricht in etwa dem jährlichen CO₂-Ausstoß von 2.200 Pkw.

Die Geschichte des Azipod®-Antriebs wurde von innovativen Köpfen geschrieben, die das Ziel hatten, eine neue und bessere Antriebslösung für Schiffe zu entwickeln. Dank der zukunftssicheren Eigenschaften des Systems sind Kunden, die heute investieren, auch für die Lösungen von morgen gewappnet. Das Azipod®-System kann mit Strom aus verschiedenen Energiequellen wie Batterien oder Brennstoffzellen betrieben werden und ist so konzipiert, dass es sich praktisch an jede zukünftige Energiequelle anpassen lässt.

Azipod®-Antriebe eignen sich nicht nur für Schiffsneubauten, sondern können auch in vorhandene Schiffe eingebaut werden, um herkömmliche Wellenantriebe zu ersetzen. So lässt sich nicht nur die Lebensdauer vorhandener Schiffe verlängern und deren Effizienz erhöhen, sondern auch eine effizientere und längere Nutzung vorhandener Ressourcen erreichen.

Der Azipod®-Antrieb ist mit Leistungen von 1 bis 22 MW erhältlich und mittlerweile seit 30 Jahren in der Schifffahrt im Einsatz. In dieser Zeit hat er nicht nur vielen Reedereien dabei geholfen, ihren Treibstoffverbrauch und Schadstoffausstoß zu senken, sondern auch zahllose Kapitäne und Passagiere mit seiner sanften, präzisen und kraftvollen Leistungsentfaltung begeistert. Seine „eingebaute Bereitschaft“ für neue Herausforderungen lässt für die kommenden Jahrzehnte eine ebenso positive Entwicklung erwarten, während die Schifffahrtsbranche Kurs auf eine nachhaltige Zukunft nimmt. Also weiterhin gute Reise, Azipod®! •



BUZZWORDS ENTSCHLÜSSELT

Autonome Schifffahrt

Während sich die Schifffahrtsbranche für eine Zukunft mit intelligenten, zunehmend automatisierten Schiffen rüstet, gehen wir der Frage nach, was autonome Schifffahrt eigentlich bedeutet – und was nicht.



Eero Lehtovaara
Head of Regulatory
Affairs
ABB Marine & Ports
Helsinki, Finnland

eero.lehtovaara@
fi.abb.com

Es wird erwartet, dass autonome Lösungen die internationale Schifffahrt in den kommenden Jahrzehnten verändern und den Alltag für Besatzungen sicherer, effizienter und produktiver machen werden – ganz gleich, wo sie sich befinden. Doch wofür steht der Ausdruck „autonome Schifffahrt“ wirklich?

Autonom, nicht unbemannt

Der wichtigste Punkt ist wahrscheinlich, dass selbstfahrende Schiffe in naher Zukunft eher eine Vision bleiben werden. Ein autonomes Schiff ist nicht gleichbedeutend mit einem unbemannten.

Die Autonomie wird die Arbeit in der Schifffahrt nicht revolutionieren, indem sie Menschen ersetzt, sondern indem sie deren kognitive Fähigkeiten erweitert, um vorhandene Potenziale besser zu nutzen.

Nehmen wir nur einmal die Herausforderungen, mit denen sich ein Wachoffizier konfrontiert sieht, der während seiner Brückenwache für eine sichere Navigation des Schiffs verantwortlich ist. Er oder sie muss nicht nur mit dem Schichtdienst und Phasen der Müdigkeit und Langeweile fertig werden, sondern auch mit schlechter Sicht durch Dunkelheit, Nebel und schlechtes Wetter. In solchen Situationen können autonome Systeme, die das Schiffsradar mit Kameras und Sensoren ergänzen,

die Lagebeurteilung erheblich verbessern, die Arbeitsbelastung und die Anspannung verringern und die Sicherheit erhöhen.

Die Technologien sind vorhanden

Die Technologien für eine autonome Schifffahrt stehen schon heute für praktisch jede Art von Schiff zur Verfügung. ABB Ability™ Marine Pilot Control ist z. B. ein intelligentes Manövrier- und Steuerungssystem der nächsten Generation, das darauf ausgelegt ist, das Reaktionsvermögen, die Effizienz und die Sicherheit des Schiffs über das gesamte Betriebsprofil hinweg zu optimieren. Das System ermöglicht jederzeit das Manövrieren des Schiffs per Joystick, auch am Liegeplatz. Es reduziert die Arbeitslast durch Automatisierung von Navigationsaufgaben, sodass sich die Brückenoffiziere ganz auf die Steuerung und Positionierung des Schiffs zu konzentrieren können.

Was noch fehlt, ist der regulatorische Rahmen sowohl auf internationaler Ebene durch die IMO (International Maritime Organization) als auch durch regionale Behörden für lokale Anwendungen. ABB arbeitet eng mit wichtigen Organisationen und politischen Entscheidungsträgern zusammen, um die Definition dieser Regularien zu unterstützen. Es ist wichtig, dass innerhalb der Branche Einigkeit über die Definitionen herrscht und

solide Regularien existieren, um die rasche technologische Entwicklung zu unterstützen.

Ein Schritt nach dem anderen

Bei der Realisierung einer autonomen Schifffahrt sollte einfach begonnen und schrittweise vorgegangen werden, um sicherzustellen, dass jede technologische Ebene funktioniert, bevor die nächste angegangen wird. Wie im Whitepaper „B0“ von ABB dargelegt, würde eine unter

Autonom ist nicht gleichbedeutend mit unbemannt.

bestimmten Bedingungen zeitweise unbesetzte Brücke auf offener See der Besatzung eine andere Einteilung ihrer Arbeitszeit ermöglichen als heute.

Sie könnte sich anderen praktischen Aufgaben widmen und so Ermüdung und Lageweile verhindern, während autonome Systeme das Schiff auf Kurs und nach potenziellen Gefahren Ausschau halten.

Mit entsprechenden Regularien wäre der Einsatz bemannter autonomer Systeme sowohl in der Küsten- als auch der Hochseeschifffahrt möglich. Derweil könnte der Betrieb von Schleppern und Serviceschiffen in Häfen ähnlich wie bei der Flugverkehrskontrolle aus der Ferne unterstützt werden, und vollautonome Schiffe könnten Warentransporte über kurze Strecken oder Fährverbindungen zwischen zwei festen Punkten übernehmen.

Blick in die Zukunft

Die nächste Generation von Schiffen wird elektrisch, digital und vernetzt sein, während sich die Branche zunehmend mit neuen Energiequellen und einem autonomen Schiffsbetrieb befasst. Letztendlich werden sich die Aufgaben an Bord verändern, doch die Besatzung und der Kapitän werden – Hand in Hand mit der Technologie – weiterhin eine bedeutende Rolle spielen. Die Schiffe der Zukunft werden auf Digitalisierung aufbauen und die Transformation der Branche in Richtung eines kollaborativen und automatisierten Betriebs vorantreiben. •

ABONNEMENT

ABB Review abonnieren

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

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

Bleiben Sie auf dem Laufenden...

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



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

IMPRESSUM

Editorial Board

Theodor Swedjemark

Head of Corporate Communications

Bernhard Eschermann

Chief Technology Officer, ABB Process Automation

Amina Hamidi

Chief Technology Officer, ABB Electrification

Adrienne Williams

Senior Sustainability Advisor

Reiner Schönrock

Technology and Innovation

Andreas Moglestue

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

Herausgeber

Die ABB Review wird herausgegeben von der ABB-Gruppe.

ABB Ltd.
ABB Review
Affolternstrasse 44
CH-8050 Zürich, Schweiz
abb.review@ch.abb.com

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

Herausgeber und
Copyright ©2021
ABB Ltd.
Zürich, Schweiz

Druck

Vorarlberger
Verlagsanstalt GmbH
6850 Dornbirn, Österreich

Layout

Publik. Agentur für Kommunikation GmbH
Ludwigshafen
Deutschland

Satz

Indicia Worldwide
London WC1V 7PB
Großbritannien

Übersetzung

Thore Speck
24941 Flensburg
Deutschland

Haftungsausschluss

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

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

ISSN: 1013-3119

abb.com/abbreview





01|2021

Fortschritt durch Wissen

Innovations-Highlights 2021

08 Ausgewählte Innovationen in Kürze

Technologie-Einblicke

24 Schnelle Innovation in industrieller KI
 28 ABB Industrial AI Accelerator
 30 5G für digitale Industrien
 37 Energiemanagement mit Ekip UP
 42 Quantencomputing

Produktivität

50 Zustandsüberwachung
 54 Banddickenmessung
 60 Automatisiertes Engineering
 66 MP³C für elektrische Antriebe
 74 Roboter in der Fahrzeugmontage

Buzzwords entschlüsselt

78 Golden-Batch-Analysen



02|2021

Maschinen mit Intelligenz

Maschinen mit Intelligenz

08 Das Digital Lighthouse Program
 14 Autonome Anomalieerkennung
 18 Maschinen und Roboter
 22 Lösungen aus einer Hand
 24 Erklärbare künstliche Intelligenz
 31 Golden-Batch-Analysen
 36 Technologie für Menschen

Sensoren und Analytik

40 Sensoren liefern tiefe Einblicke
 46 Digitale Services für Gasanalysatoren

Elektrische Energie

52 Virtuelles Hochspannungslabor
 58 Ladetechnik für E-Fahrzeuge
 62 Digitaler Leistungsschalter Tmax XT
 68 ReliaGear[®] neXT und ReliaGear[®] SB
 72 Blaskolben-Lasttrennschalter
 78 Rogowski-Sensoren

Buzzwords entschlüsselt

82 Smart Materials



03|2021

Assets und Konnektivität

Digitale Assets

- 08 ABB Ability™ Genix
- 14 Bereitstellung digitaler Tools
- 20 Der digitale Zwilling
- 26 Digitale Zwillinge von Produkten
- 32 Hybride vorausschauende Wartung

Produktivität

- 42 IE5-Synchronreluktanzmotoren
- 46 Eine neue Klasse von Kollegen
- 52 Digitalisierung im Stahlwerk

Konnektivität

- 60 Ethernet-APL mit OPC UA
- 68 Neuer Leistungsschalter
- 74 Sauberere Zukunft für Schiffe und Häfen

Buzzwords entschlüsselt

- 78 Mehrkörpersimulation



04|2021

Logistik

Forschungspreis

- 06 Hubertus von Grünberg Award

Logistik

- 10 ACOPOS 6D
- 16 ACS880 mit Anti-Pendel-Funktion
- 26 mySpareParts-Widget
- 32 Workflow Mining
- 38 Elektrifizierung im Bergbau
- 44 Überwachung von Schiffsemissionen
- 48 Brennstoffzellenforschung
- 50 Optimierung von Schüttgutlagerplätzen
- 54 Stockyard Management System

Effizienz & Produktivität

- 60 ABB Ability™
- 62 Haussteuerungssystem
- 66 System pro M compact® InSite

Pionierleistungen

- 74 Azipod®-Schiffsantrieb

Buzzwords entschlüsselt

- 80 Autonome Schifffahrt

—
Vorschau 01/2022

Technologie als Inspiration

Was wird in den nächsten Jahren der Schwerpunkt für Innovationen sein? Energieeffizienz? Abfallreduzierung? Welche Energiespeichertechnologien werden den größten Einfluss haben? Batterien, Wasserstoff oder etwas ganz anderes? Wie wird Energie umgewandelt und transportiert? Die nächste Ausgabe der ABB Review befasst sich mit neuesten Antworten aus der ABB-Forschung auf solche Fragen.