

review

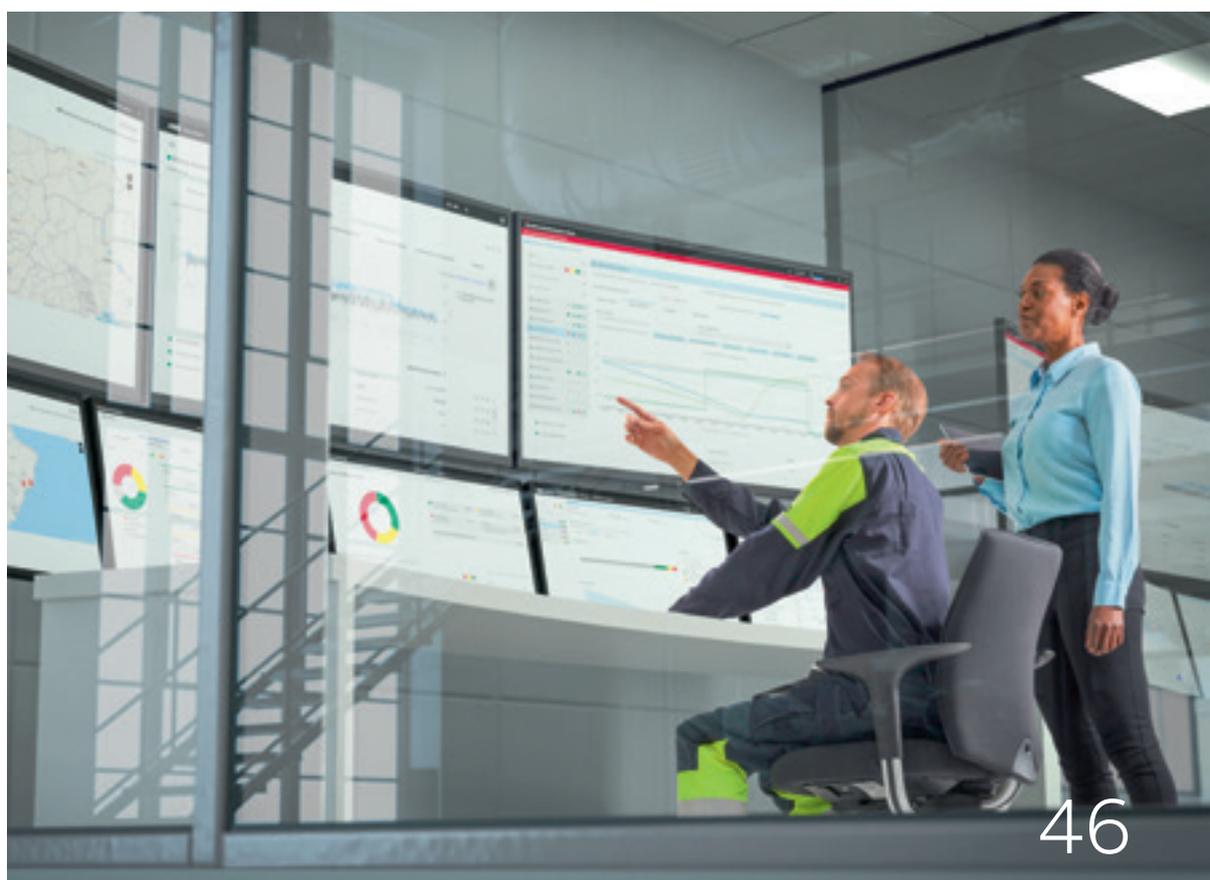
EINE DER AM LÄNGSTEN
ERSCHEINENDEN
FACHZEITSCHRIFTEN DER WELT

03|2022 de

Bessere Entscheidungen



- 06–31 **Bessere Entscheidungen**
- 32–57 **Energie**
- 58–73 **Transportwesen**





Qualitätssicherung



Effizienz von Rechenzentren



Gute Fahrt!

05 Editorial

Bessere Entscheidungen

- 08 **RobotStudio® AR Viewer App**
Augmented Reality zur Planung von Roboterinstallationen
- 12 **Bestens informiert**
Intelligente Alarmlisten
- 18 **Zuverlässige Hilfe**
Augmented Operator sorgt für Effizienz und Konsistenz
- 24 **Das Bausteinprinzip**
Pilotanlagen für die modulare Prozessautomation

Energie

- 34 **Qualitätssicherung**
Power Quality für die Lebensmittel- und Getränkeproduktion
- 40 **Effizienz von Rechenzentren**
Auf die Messgenauigkeit kommt es an
- 46 **Bessere Entscheidungsfindung**
Digitale Lösungen für rotierende elektrische Maschinen
- 52 **Tiefbohrer**
Automatisierte Meeresboden-Bohrtechnik für extreme Bedingungen

Transportwesen

- 60 **Verschleißspuren**
Untersuchung der Radabnutzung bei Eisenbahnen
- 66 **Volle Ladung**
Auf dem Weg zu einem neuen Ladeerlebnis
- 70 **Gute Fahrt!**
ABB-Technologien lassen Schiffe nie allein

Buzzwords entschlüsselt

- 74 **Edge- vs. Cloud-Computing**

-
- 75 **Abonnement**
 - 75 **Impressum**

Bessere Entscheidungen

Je mehr man weiß, desto bessere Entscheidungen kann man treffen. Doch die Umsetzung erfordert eine komplexe, sachkundige Verschmelzung von Erfahrungen mit aktuellen Daten, die am richtigen Ort und zur richtigen Zeit bereitgestellt werden. Diese Ausgabe der ABB Review zeigt, wie dies erfolgreich gemacht werden kann.

Sie möchten bei Erscheinen einer neuen ABB Review per E-Mail benachrichtigt werden, kostenlos die Druckausgabe abonnieren oder bequem online auf alle Artikel zugreifen? Besuchen Sie uns unter abb.com/abbreview.

EDITORIAL

Bessere Entscheidungen



Liebe Leserin, lieber Leser,

gute Entscheidungen erfordern zuverlässige Daten und ein gutes Verständnis dieser Daten. Früher trafen Anlagenfahrer Entscheidungen häufig nach Bauchgefühl, basierend auf jahrelanger Erfahrung und Ausbildung.

Heute helfen Data-Mining-Verfahren und künstliche Intelligenz dem Bedienpersonal dabei, bessere Entscheidungen zu treffen, indem sie bislang nicht zugängliche Informationen bereitstellen. Digitale Tools erkennen Parallelen zwischen Situationen und liefern dem Bediener Lösungen, die anderen in ähnlichen Situationen geholfen haben. Seltene oder unerwartete Ereignisse, die traditionell die größte Gefahr darstellen, können besser bewältigt werden, was die Sicherheit erhöht, Ausfallzeiten reduziert und Ausschuss minimiert.

In der vorliegenden Ausgabe der ABB Review zeigen wir anhand verschiedener Beispiele, wie digitale Technologien dem „Menschen im System“ dabei helfen, bessere Entscheidungen zum Wohle von Mitarbeitern, Kunden und der Gesellschaft zu treffen.

Eine interessante Lektüre wünscht Ihnen

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized initials 'B.R.' followed by a horizontal line.

Björn Rosengren
Chief Executive Officer, ABB Group

Bessere Ent- scheidungen





Eine „bessere“ Entscheidung ist eine Entscheidung, bei der alle relevanten Fakten und möglichen Folgen berücksichtigt werden. Dies erfordert eine Mischung aus Wissen und Situationsbewusstsein sowie ein genaues Verständnis der Prozesse, mit denen aus Daten Erkenntnisse gewonnen werden können. Zusammen mit ihren Kunden arbeitet ABB täglich daran, informierte und praktisch umsetzbare Entscheidungen zu ermöglichen.

- 08 **RobotStudio® AR Viewer App**
Augmented Reality zur Planung von Roboterinstallationen
- 12 **Bestens informiert**
Intelligente Alarmlisten
- 18 **Zuverlässige Hilfe**
Augmented Operator sorgt für Effizienz und Konsistenz
- 24 **Das Bausteinprinzip**
Pilotanlagen für die modulare Prozessautomation





AUGMENTED REALITY ZUR PLANUNG VON
ROBOTERINSTALLATIONEN

RobotStudio® AR Viewer app

ABB RobotStudio ist das weltweit am meisten genutzte Simulations- und Offline-Programmierungstool für Roboter. Nun bietet ABB mit der RobotStudio AR Viewer App eine Augmented-Reality-Anwendung für mobile Geräte, die zuvor in RobotStudio erstellte Industrieroboter in einer realen Umgebung visualisiert.

—
01 RobotStudio AR Viewer: Das auf dem Tisch dargestellte Robotersystem ist eine bildliche Darstellung dessen, was der Nutzer in 3-D auf seinem mobilen Gerät sieht.

Mit über 500.000 installierten Roboteranwendungen in verschiedenen Branchen seit 1974 gehört ABB unbestritten zu den Pionieren auf dem Gebiet der Robotik und der Industrieautomation. Neben ihrem umfassenden Angebot an digitalen Lösungen bietet ABB mit RobotStudio das weltweit am meisten genutzte Simulations- und Offline-Programmierungstool für Roboter. Die Software ermöglicht die Programmierung von Robotern fernab der Produktion vom PC im Büro aus. Damit hilft RobotStudio Kunden dabei, die Profitabilität ihrer Robotersysteme zu erhöhen, indem es ihnen die Möglichkeit bietet, Schulungen, Programmierungen und Prozessoptimierungen am PC durchzuführen, ohne die laufende Produktion zu stören.



Marina Olson
ABB Business Services
Sp. z o.o.
Krakau, Polen

marina.olson@
pl.abb.com

Das Tool basiert auf der ABB Virtual Controller Software, einer exakten Kopie der Originalsoftware, die die ABB-Roboter in der Produktion steuert. So sind realistische Simulationen möglich, denn es kommen die gleichen Daten und Konfigurationen zum Einsatz wie in der realen Produktion. RobotStudio bietet alle Funktionen und Add-ons, die für eine vollständige Offline-Simulation erforderlich sind.

Das mindert das Risiko, beschleunigt die Inbetriebnahme, verkürzt Werkzeugwechsel und steigert letztendlich die Produktivität.

Um den Nutzen der RobotStudio-Desktopanwendung zu maximieren, hat ABB die PC-basierte RobotStudio Offline-Programmiersoftware nun um die RobotStudio AR Viewer App ergänzt.

RobotStudio AR Viewer

Der RobotStudio AR Viewer ist eine AR-Anwendung für mobile Geräte wie Smartphones und Tablets, die zuvor in der RobotStudio-Anwendung erstellte Industrieroboter in einer realen Umgebung visualisiert →01. So lässt sich mit dem AR Viewer jedes in RobotStudio erstellte Modell für den gewünschten Einsatz testen →02. Die AR-Techno-

Mit dem AR Viewer können Kunden noch einfacher auf die umfangreichen Möglichkeiten von RobotStudio zugreifen.

nologie ermöglicht eine genaue Positionierung des Roboters in der Produktionsumgebung und vermittelt einen Eindruck, wie gut er in den vorhandenen Platz passt, was wiederum die Produktionsplanung beschleunigt.

Der RobotStudio AR Viewer präsentiert dem Kunden eine exakte Kopie des ABB-Roboters in einer dreidimensionalen Darstellung, die auch die Bewegungen des Roboters genau widerspiegelt →03. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, den Roboter auf die gewünschte Größe zu skalieren, die Station zu drehen, um sie aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten, und den Roboter achsenweise zu bewegen →04. Mittels Zeitleistenfunktion kann der Nutzer schnell zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Animation springen, um mögliche Optimierungen auszuloten oder potenzielle Probleme zu identifizieren.

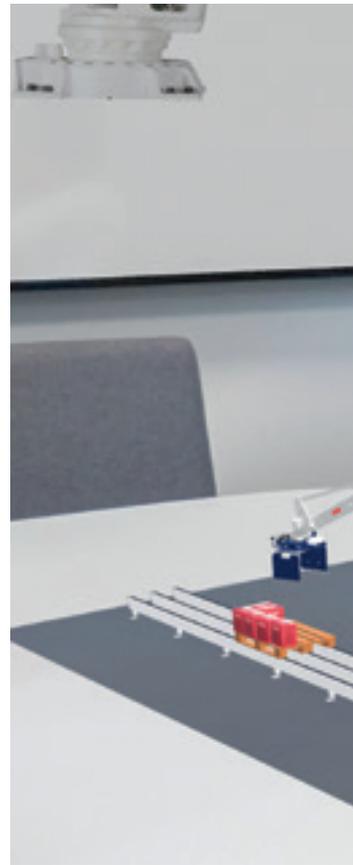
RobotStudio AR Viewer zeigt schnell und einfach auf dem Smartphone oder Tablet, wie sich Roboter in bestehende Prozesse und Anlagen integrieren lassen. Die App eignet sich besonders für Unternehmen, die mit der robotergestützten Automatisierung beginnen wollen oder bisher weder die Zeit noch die Ressourcen hatten, um die Planung einer solchen Anlage in die Wege zu leiten.

Mit dem AR Viewer ist es für Kunden noch einfacher, auf die umfangreichen Möglichkeiten von RobotStudio zuzugreifen. So können sie schnell

sehen, wie Roboter in ihre Produktion integriert werden können und wie die Produktivität und die Flexibilität bestehender Prozesse durch Automatisierung verbessert werden können, noch bevor sie sich zu einer Investition verpflichten. Die App ermöglicht Einzelpersonen und Teams die kostengünstige, sichere und einfache Visualisierung von Roboterinstallationen – ohne mögliche Bedenken hinsichtlich Komfort, Hygiene oder Schwindel, die sich bei alternativen VR-Lösungen stellen.

Die App ist kostenfrei im App Store von Apple und im Google Play Store erhältlich.

Im Rahmen ihrer Mission, innovative Lösungen für die Digitalisierung der Automatisierung zu entwickeln und Kunden bei der Umsetzung der Digitalisierung zu helfen, wird ABB die App laufend um neue Funktionalitäten erweitern. Eine bedeutende zukünftige Neuerung ist eine 3-D-Scanfunktion, mit der die Topologie und die Merkmale des vorgesehenen Roboterstandorts mithilfe des mobilen Geräts gescannt und aufgezeichnet werden können. Eine solche Funktionalität ist besonders nützlich für Kunden, die einen Roboter in einer vorhandenen Anlage ersetzen oder eine neue Roboterlösung in ein Modernisierungsprojekt integrieren möchten. •



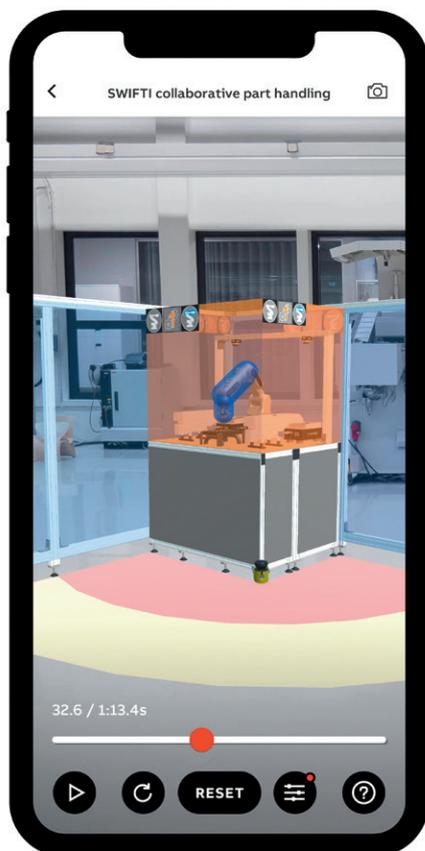
02



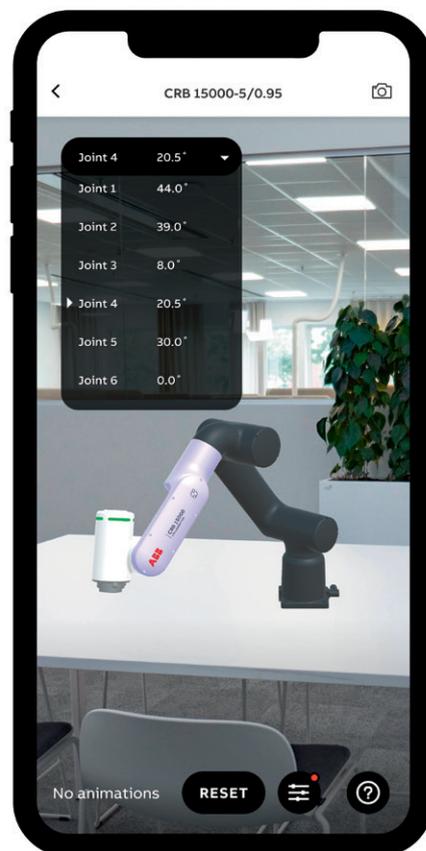
— 02 Die Visualisierungen können auf jedem mobilen Gerät dargestellt werden.

— 03 Es ist wichtig zu wissen, welchen dreidimensionalen Raum der Roboter einnehmen wird.

— 04 Die Auswirkungen sich bewogender Achsen können ebenfalls in der RobotStudio AR Viewer App visualisiert werden.



03



04

INTELLIGENTE ALARMLISTEN

Bestens informiert

Alarmer spielen für das Bedienpersonal von Prozessanlagen eine entscheidende Rolle. Für gewöhnlich werden sie nach ihrer Dringlichkeit sortiert in Tabellen angezeigt, wobei das Bedienpersonal den Alarmkontext selbst herleiten muss. ABB ist es gelungen, die Anlagentopologie und die Chronologie der Alarmer miteinander zu verknüpfen, um wertvolle Kontextinformationen für die Problemanalyse bereitzustellen und die kognitive Belastung des Bedienpersonals zu reduzieren.

01





In Industrieanlagen gibt es meist eine Vielzahl von Geräten wie miteinander vernetzte Sensoren, Aktoren, Regler und Computer, die für die Prozessführung wichtige Signale empfangen oder senden. Eine solch komplexe Menge von Daten und Geräten zu überwachen und richtig auf mögliche Ereignisse und Alarmer zu reagieren, ist keine leichte Aufgabe. Sie verlangt höchste Aufmerksamkeit vom menschlichen Bedienpersonal vor Ort und in anlagenfernen Leitwarten, damit unerwünschte Situationen schnell erkannt und die Ursachen bestimmt werden können →01. Gelingt es nicht, Alarmer rechtzeitig zu erkennen und zu deuten und kritische Situationen zu beheben, kann dies zu einer Gefährdung der Sicherheit, unnötigen Kosten und Umweltschäden führen.

—
01 Große Industriekomplexe können das Bedienpersonal in puncto Alarmmanagement vor enorme Herausforderungen stellen. Der neuartige topologiebasierte Ansatz von ABB reichert industrielle Prozessalarmer mit Kontextinformationen an und erleichtert so das Auffinden der notwendigen Informationen für schnelle und richtige Entscheidungen in Alarmsituationen.

Üblicherweise werden Alarmer und Ereignisse in tabellarischer Form in einer Alarmliste angezeigt. So kann das Bedienpersonal sie überwachen und entsprechend darauf reagieren →02. Da die Anzahl der Alarmer und der dazugehörigen Parameter sehr hoch sein kann, ist dies mit einer erheblichen kognitiven Belastung verbunden.

Traditionelle Alarmlisten bieten zwar umfassenden Zugang zu alarmbezogenen Informationen, lassen aber den Kontext vermissen, der zur Erkennung topologischer und chronologischer Zusammenhänge erforderlich ist. Dies macht es für das Bedienpersonal häufig schwer, eine bestimmte Situation zu deuten.

Besonders schwierig wird es bei sogenannten Alarmfluten – also in Situationen, in denen die Geschwindigkeit, mit der die Alarmer auftreten,

—
Jens Doppelhamer
Pablo Rodriguez
Benjamin Kloepper
ABB Corporate Research
Ladenburg, Deutschland

jens.doppelhamer@
de.abb.com
pablo.rodriguez@
de.abb.com
benjamin.kloepper@
de.abb.com

Dawid Ziobro
ABB Corporate Research
Västerås, Schweden

dawid.ziobro@
se.abb.com

Hadil Abukwaik
Ehemaliger ABB-
Mitarbeiter

—
Die Alarmüberwachung kann mit einer hohen kognitiven Belastung verbunden sein.

die Fähigkeit des Bedienpersonals übersteigt, sie zu behandeln. Eine Alarmflut ist häufig unvermeidlich und immer schwerwiegend. In solchen Situationen ist das Bedienpersonal gezwungen, komplexe Darstellungen der Anlage und Prozesstopologie (z. B. auf Bedienbildschirmen) manuell zu analysieren, um Informationen über mögliche Zusammenhänge zwischen Alarmen einschließlich ihrer Chronologie abzuleiten. Letzteres

Ack/Prd	Status	ActTime	ObjectName	ObjectDescription	Condition	Message
2	Rtn	18 08:01:33:578	TL2029_C29	COMP_C29_Temp_State	Temp-HH	Greater than 80.00
3	Rtn	18 08:01:20:578	TL2029_C29	COMP_C29_Temp_State	Temp-H	Greater than 75.00
2	Rtn	18 08:00:52:078	TL2077_A1	ReactorTemp_State	Temp-HH	Greater than 80.00
1	Rtn	18 08:00:50:578	PL2029_C29	COMP_C29_Pres_State	Pressure-LLL	Less than 5.00
2	Rtn	18 08:00:48:077	PL2029_C29	COMP_C29_Pres_State	Pressure-L	Less than 10.00
3	Act	18 08:00:42:578	PL2029_C29	COMP_C29_Pres_State	Pressure-L	Less than 20.00
3	Act	18 08:00:36:078	TL2077_A1	ReactorTemp_State	Temp-H	Greater than 75.00
1	Rtn	18 07:59:27:577	PL2077_A1	ReactorPressure_State	Pressure-LLL	Less than 5.00
2	Rtn	18 07:59:24:577	PL2077_A1	ReactorPressure_State	Pressure-L	Less than 10.00
1	Rtn	18 07:59:18:078	PL2077_A1	ReactorPressure_State	Pressure-L	Less than 20.00
1	Rtn	18 07:58:53:078	TL2029_C29	COMP_C29_Temp_State	Temp-LLL	Less than 5.00
2	Rtn	18 07:58:48:578	TL2029_C29	COMP_C29_Temp_State	Temp-LL	Less than 10.00
1	Rtn	18 07:58:40:077	TL2029_C29	COMP_C29_Temp_State	Temp-L	Less than 20.00
1	Rtn	18 07:55:58:578	TL2077_A1	ReactorTemp_State	Temp-LLL	Less than 5.00
2	Rtn	18 07:55:49:078	TL2077_A1	ReactorTemp_State	Temp-LL	Less than 10.00
3	Rtn	18 07:55:32:078	TL2077_A1	ReactorTemp_State	Temp-L	Less than 20.00
0	Act	15 09:51:43:578	Compressor-Drive	Compressor-Drive	DischargeLow	Compressor-DriveTorque-Low
0	Act	15 09:51:43:578	Reactor_ByPass	Reactor_ByPass	Red	Reactor_ByPassByPass_Blk
0	Act	15 09:51:43:578	Compressor-Hydraulic	Compressor-Hydraulic	Cavitating	Compressor-HydraulicOil-Press-Low
0	Act	15 09:51:43:578	IsolationSystem	IsolationSystem	Unstable	IsolationSystemHelium_Gas_Off

02

erfordert die Festlegung eines Ausgangspunkts für die Analyse, die Entwicklung eines gedanklichen Modells der Abfolge der topologisch relevanten Alarme und die Identifizierung des Alarms, der die Lawine ausgelöst hat. In großen, komplexen Anlagen kann diese plötzlich auftretende ereignisreiche Situation das Bedienpersonal schnell überwältigen und seine Reaktionsfähigkeit beeinträchtigen.

Um das Bedienpersonal bei der Behandlung von Alarmen zu unterstützen, hat ABB ein Konzept entwickelt, das Daten aus der Ereignis- und Alarmhistorie um Informationen aus einem Prozesstopologiemodell ergänzt.

Prozesstopologiemodell

In der Verfahrenstechnik werden Rohrleitungs- und Instrumentierungsfließbilder (R&I-Fließbilder) zur Darstellung von industriellen Prozessen verwendet. Diese zeigen die notwendige Ausrüstung und beschreiben die gerichteten Beziehungen zwischen

den einzelnen Elementen. Einige Anbieter von CAD-Tools treiben die Digitalisierung von R&I-Dokumenten voran, um deren Verarbeitung durch Computeralgorithmen zu ermöglichen.

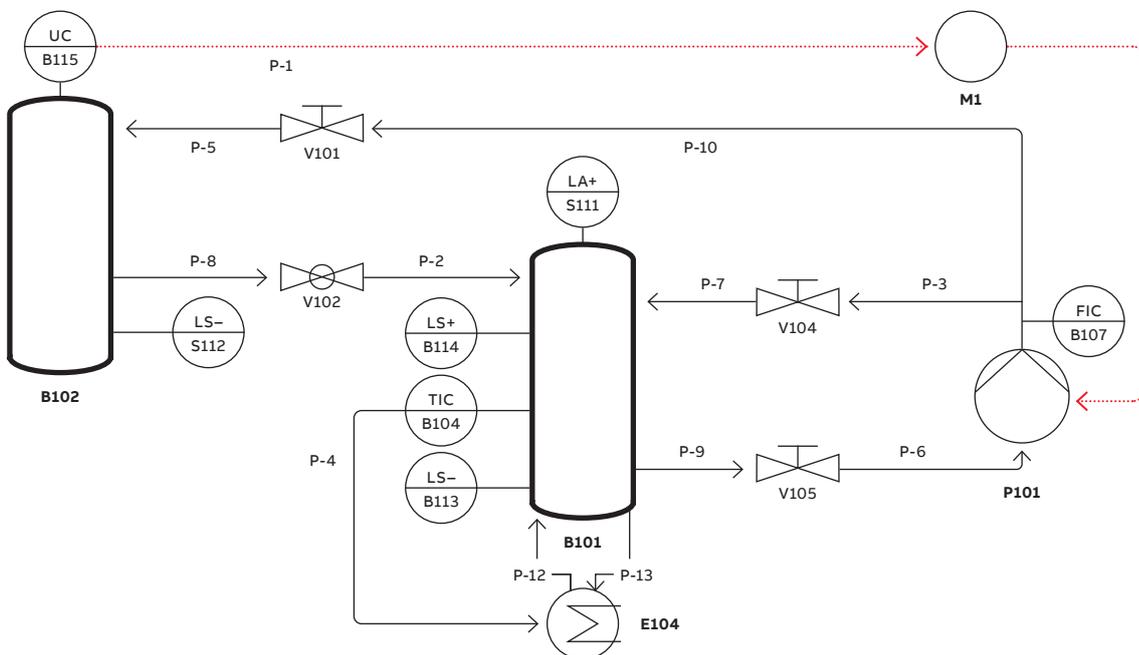
Andererseits ist ein Prozess- oder Anlagentopologiemodell ein formales Modell auf der Basis einer domänenspezifischen Klassenbibliothek, das die verschiedenen Arten von Modellelementen sowie deren Semantik und Hierarchie abbildet. So kann ein Referenzmodell für Chemieanlagen z. B.

Daten aus der Ereignis- und Alarmhistorie werden um Informationen aus einem Prozesstopologiemodell ergänzt.

spezielle Komponenten wie einen „chemischen Reaktor“ enthalten, der wiederum ein Subtyp der Komponentenart „Tank“ ist. Die Erstellung von R&I-Fließbildern als objektorientierte Modelle unter Verwendung dieser Semantik öffnet die Tür zur Automatisierung vieler Engineering- und Betriebsaufgaben → 03. Bis CAD-Tools den direkten Export von R&I-Fließbildern in Topologiemodelle unterstützen, nutzen viele Forschungsgruppen eigene Tools, um diese nützliche Umwandlung durchzuführen [2,3].

Die intelligente Alarmliste

Der neue dynamische, topologiebasierte Ansatz von ABB liefert eine effektive, um Kontextinformationen ergänzte Alarmliste, die es dem



03

—
02 Beispiel einer traditionellen Alarmliste.

—
03 Beispiel eines R&I-Fließbilds, wie es zur Erstellung eines Prozesstopologie-modells verwendet wird. Informations- und Materialflüsse sind durch gepunktete bzw. durchgezogene Linien dargestellt [1].

—
04 Vereinfachte Darstellung des topologie-basierten intelligenten Alarmlistenkonzepts.

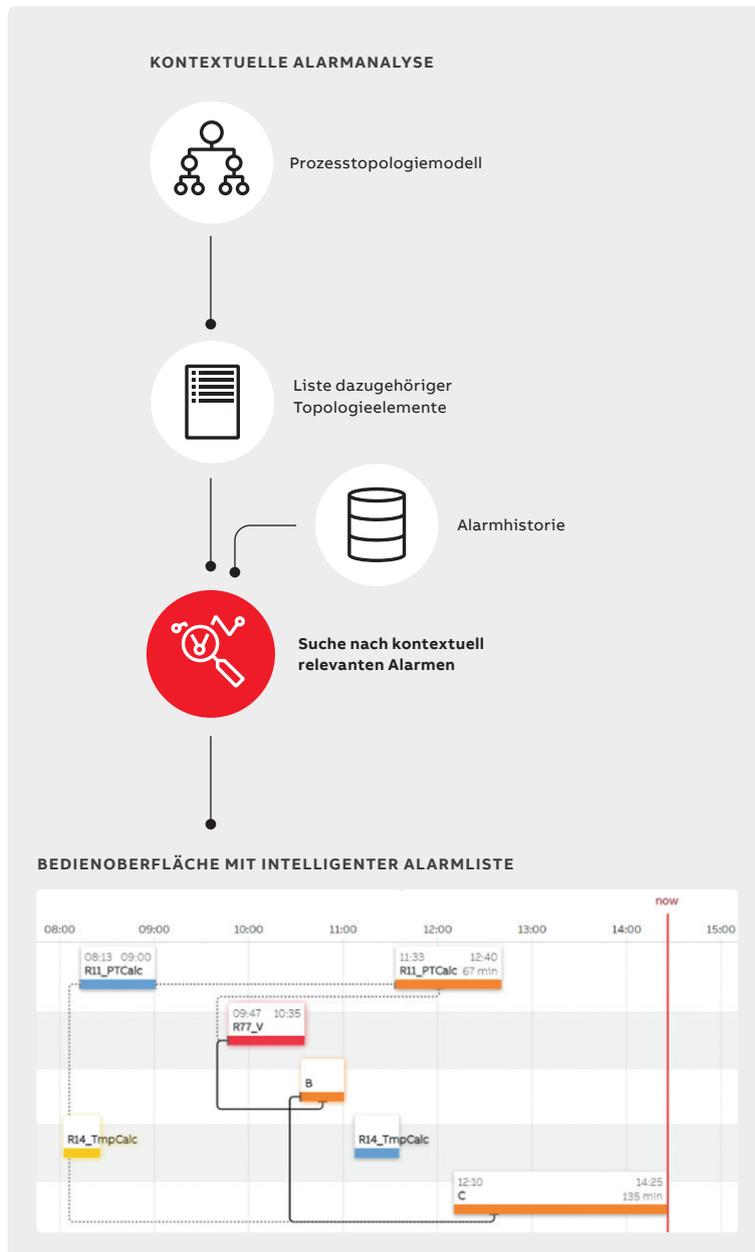
Bedienpersonal leichter macht, die für die Entscheidungsfindung notwendigen Informationen zu finden. Das Verfahren nutzt sowohl das oben beschriebene Prozessstoplogiemodell als auch Daten aus der Ereignis- und Alarmhistorie, um den Kontext für eine Reihe von ausgelösten Alarmen abzuleiten. Die daraus resultierende „intelligente Alarmliste“ liefert eine gleichzeitige Darstellung der topologischen Zusammenhänge und der chronologischen Informationen zu den Alarmen. Dazu werden:

- mithilfe der vorhandenen Engineering-Artefakte – einschließlich der topologischen Informationen zum Prozess (R&I-Fließbilder) – die physischen Verbindungen zwischen den beteiligten Prozesskomponenten ermittelt und

- mithilfe betrieblicher Informationen (d. h. Daten der Ereignis- und Alarmhistorie) die chronologische Reihenfolge der topologisch zusammenhängenden Alarme bestimmt.

Das Ergebnis dieser Kontextanalyse wird auf der Bedienoberfläche in Form einer intelligenten Alarmliste dargestellt, die topologisch zusammenhängende Alarme miteinander verbunden und auf einer Zeitleiste angeordnet zeigt →04. Die vertikale Dimension der Darstellung repräsentiert verschiedene Objekte mit Bezug auf eine Prozesskomponente, in der der Alarm ausgelöst

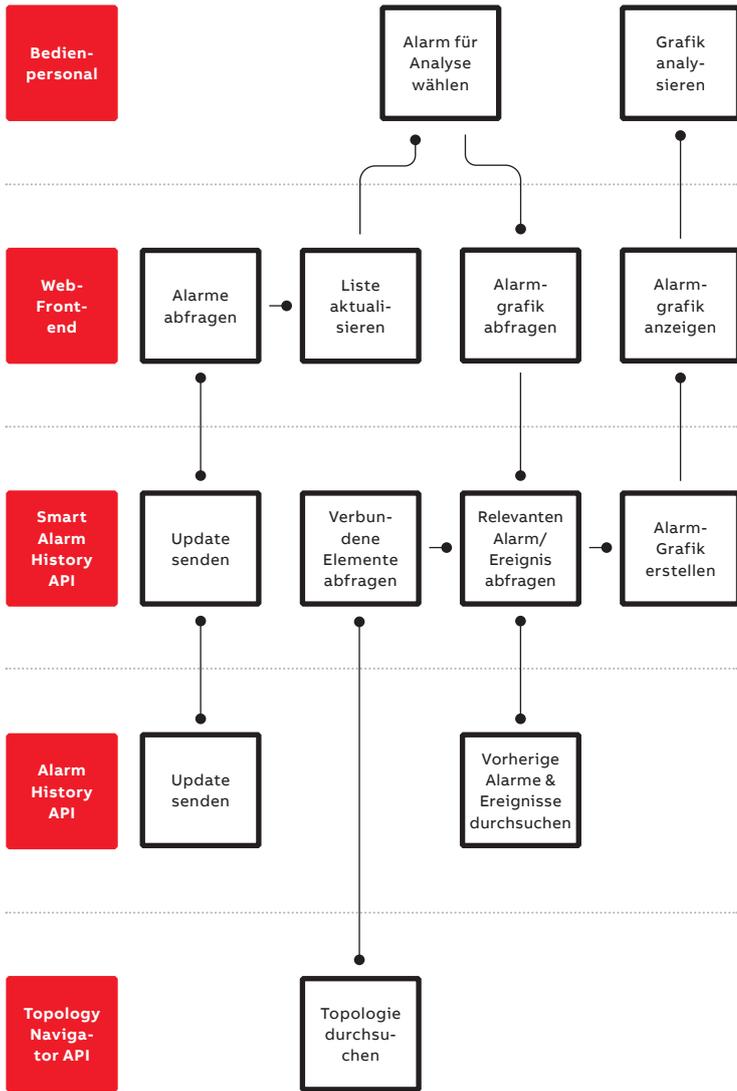
—
Topologisch zusammenhängende Alarme sind miteinander verbunden und auf einer Zeitleiste angeordnet dargestellt.



wurde. Gibt es zu einem Objekt verschiedene Signale, werden diese in derselben Zeile dargestellt. Die Alarmeigenschaften – Zeitpunkt der Aktivierung, Dauer, Zeitpunkt der Quittierung, Objektname und Priorität – werden in einem Rechteck angezeigt, dessen Breite die Dauer des Alarms widerspiegelt. Ein Schlüsselmerkmal der Darstellung ist die Visualisierung der Zusammenhänge (Abhängigkeiten) zwischen Alarmen mithilfe von Verbindungslinien auf der Grundlage einer kontextuellen Alarmanalyse. Diese Darstellung hilft dem Nutzer zu unterscheiden, welche Alarme topologische und chronologische Zusammenhänge aufweisen, und liefert damit wichtige Informationen für die Ursachenanalyse und senkt die kognitive Belastung des Bedienpersonals. Das Darstellungsformat orientiert sich an Ursache-Wirkungs-Diagrammen, die auch als Fischgräten- oder Ishikawa-Diagramme bezeichnet werden.

Benutzerszenario

→05 zeigt die Benutzer- und Systemaktivitäten bei der Analyse eines bestimmten Alarms mithilfe der intelligenten Alarmliste. Ausgangspunkt ist die traditionelle Alarmliste. Der Benutzer wählt z. B. einen Alarm von einem Druckmessumformer (P4) im Wasserinjektionssystem einer Ölplattform →06. Die Smart Alarm History API (Application Programming Interface) fragt die sogenannte Topology Navigator API nach damit verbundenen Elementen ab. Die Topology Navigator API durchsucht das Anlagentopologiemodell und findet andere vorgelagerte Aktoren und Messungen. Die Smart Alarm History API kombiniert die Suchergebnisse der Topology Navigator API mit der jüngsten Alarmhistorie und stellt



fest, dass andere Druck- und Durchflussmessumformer (P1, P2, P3 und F3) Alarme aufweisen. Die Smart Alarm History API erstellt die Alarmgrafik und überträgt diese an das Web-Frontend, wo sie angezeigt wird. Der Bediener kann nun sehen, dass sich ein von der Saugseite der Druckerhöhungspumpe (P1) ausgehendes Druckproblem auf das gesamte Injektionssystem ausgedehnt hat und sich auf den Druck am Bohrloch (P4) auswirkt.

Validierung

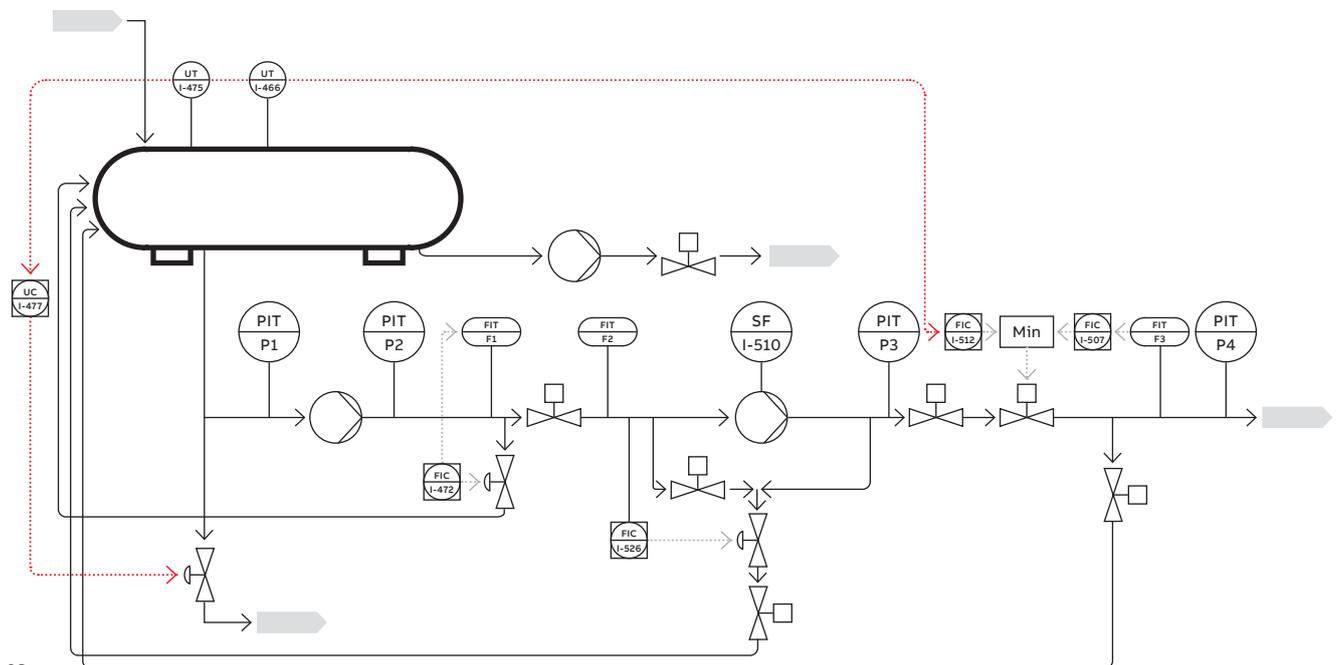
Zur Validierung der topologiebasierten intelligenten Alarmliste hat ABB den Prototyp eines Tools zur Anbindung an das Prozessleitsystem Extended Automation System 800xA sowie ein Importprogramm entwickelt und implementiert, das Topologiemodelle aus maschinenlesbaren R&I-Fließbildern erstellt. →07 zeigt die konzeptio-

Das Konzept wurde erfolgreich an einer realen Anwendung in einer Pilotanlage validiert.

nelle Softwarearchitektur des Tools in Form eines UML-Komponentendiagramms (Unified Modeling Language).

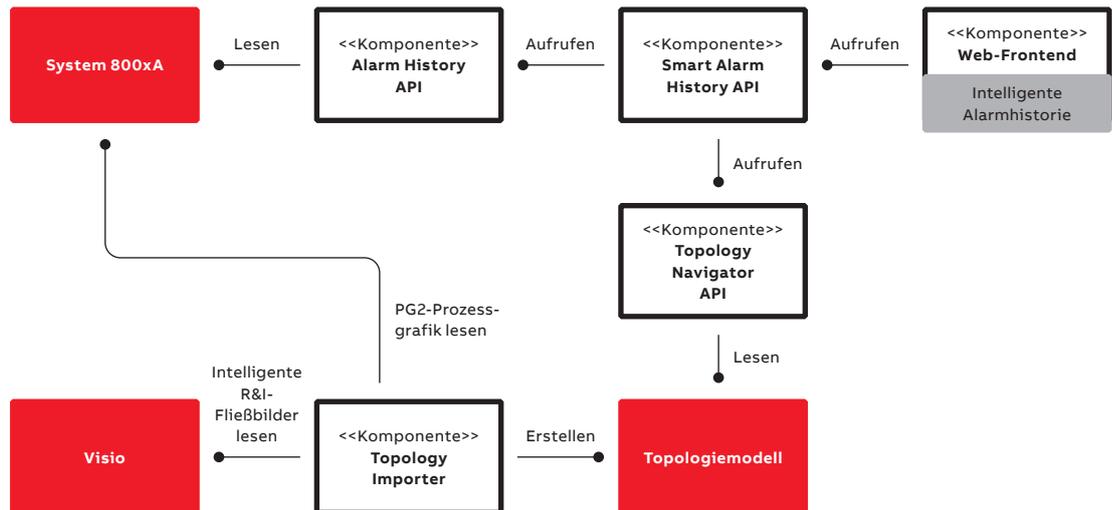
Die von in Visio erstellen R&I-Fließbildern stammenden Topologieinformationen werden vom Topology Importer in ein (herstellernertrales) CAEX-Anlagentopologieformat umgewandelt. Andere Quellen von Topologieinformationen wie andere R&I-Fließbildformate und aus der Prozessdarstellung und -visualisierung des Leitsystems

05



06

- 05 Aktivitäten bei der intelligenten Alarmanalyse.
- 06 Vereinfachte Prozesstopologie eines Wasserinjektionssystems.
- 07 Komponenten der intelligenten Alarmliste.



07

extrahierte Informationen können ebenfalls verwendet werden [2].

Mithilfe des Toolprototyps und des Importers wurde das Konzept der topologiebasierten intelligenten Alarmliste erfolgreich an einer realen Anwendung in einer Pilotanlage validiert.

Kontextreiche Alarmlisten für alle Prozessindustrien

Kontextreiche Alarmlisten unterstützen das Bedienpersonal von Prozessanlagen bei der Interpretation eines ausgelösten Alarms, indem

Das Konzept ist auf jeden kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Prozess anwendbar.

sie diesen in einen chronologischen Kontext mit anderen topografisch relevanten Alarmen setzen. Im Vergleich zu gängigen Alarmlisten in Leitsystemen ermöglicht dieses Visualisierungskonzept unter anderem die Bündelung von Alarmen, die von derselben Störung – etwa einem feststehenden Ventil – ausgehen. Zudem hilft das Konzept

bei der Post-Mortem-Analyse von Alarmursachen und lässt sich – da es verallgemeinerbar ist und von keiner bestimmten Hardware abhängt – auf alle Segmente der Prozessindustrie anwenden.

Das Konzept der intelligenten Alarmliste kann für jeden kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Prozess verwendet werden. Beim Einsatz des Systems an einer Wasserinjektionspumpe auf einer Ölplattform konnten die kritischen Ereignisse, die dem Bedienpersonal bei der Suche nach den Ursachen für eine Pumpenabschaltung angezeigt wurden, um 95 % reduziert werden. Dies bedeutet eine signifikante Minderung der kognitiven Last des Bedienpersonals sowie eine Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit des Alarmmanagements.

Ein Schwerpunkt zukünftiger Arbeiten ist die Integration der Alarmphilosophie in zukünftige Benutzeroberflächen, möglicherweise in Form einer parallelen Darstellung mit einer traditionellen Alarmliste. So könnte mithilfe der Filter- und Suchmöglichkeiten der traditionellen Alarmliste ein bestimmter Alarm oder ein bestimmtes Ereignis aufgerufen werden, um dann die Beziehungen zu anderen Alarmen mithilfe der intelligenten Alarmliste zu untersuchen. •

Literaturhinweise

[1] H. Koziolok et al.: „Industrial Plant Topology Models to Facilitate Automation Engineering“. *International Conference on Systems Modelling and Management* (2020).

[2] E. Arroyo et al.: „Automatic derivation

of qualitative plant simulation models from legacy piping and instrumentation diagrams“. *Computers & Chemical Engineering*, Vol. 92 (2016), S. 112–132.

[3] H. Koziolok et al.: „Rule-Based Code Generation in Industrial

Automation: Four Large-Scale Case Studies Applying the CAYENNE Method“. *Proceedings of the ACM/IEEE 42nd International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice* (2020).

AUGMENTED OPERATOR SORGT FÜR EFFIZIENZ UND KONISTENZ

Zuverlässige Hilfe

Augmented Operator hilft Anlagenbedienern dabei, potenzielle Probleme mithilfe verfügbarer Daten und künstlicher Intelligenz zu erkennen, zu analysieren und zuverlässig zu lösen, um einen optimalen Betrieb zu gewährleisten.

—
Ruomu Tan
Benedikt Schmidt
Benjamin Kloepper
Arzam Kotriwala
Pablo Rodriguez
 ABB Process Automation,
 Corporate Research
 Ladenburg, Deutschland

ruomu.tan@de.abb.com
 benedikt.schmidt@
 de.abb.com
 benjamin.kloepper@
 de.abb.com
 arzam.kotriwala@
 de.abb.com
 pablo.rodriguez@
 de.abb.com

Divya Sheel
Chandrika KR
 ABB Process Automation,
 Corporate Research
 Bangalore, Indien

divya.sheel@in.abb.com
 chandrika.k-r@
 in.abb.com

Anne Lene Rørmuld
 OKEA
 Kristiansund, Norwegen

Hadil Abukwaik
 Ehemaliger ABB-
 Mitarbeiter

In einer Industrieanlage haben die Eingriffe des Leitwartenpersonals nicht nur einen bedeutenden und direkten Einfluss auf die Anlagenverfügbarkeit, Produktqualität, Produktionsleistung und Sicherheit, sondern auch auf alle anderen Aspekte der Anlagenperformance → **01**. Um einen konsistenten und effizienten Betrieb sicherzustellen, können Anlagenbediener nun auf die enormen Mengen an relevanten Daten zurückgreifen, die in einer solchen Anlage zur Verfügung stehen.

Die Kombination dieser Daten mit Deep-Learning-Modellen eröffnet völlig neue Möglichkeiten. ABB hat dies erkannt und entwickelt die entsprechenden Analysewerkzeuge, um das Potenzial dieser Daten zu nutzen.

Das Augmented-Operator-Projekt wurde im Jahr 2020 auf Basis der langjährigen Zusammenarbeit zwischen ABB und dem Öl- und Gasunternehmen OKEA mit dem Ziel ins Leben gerufen, Anlagenbediener bei der Sicherung eines optimalen Betriebs zu unterstützen. Dazu hat ABB umfangreiche und benutzerfreundliche Tools zur Entscheidungsunterstützung unter Verwendung von Deep-Learning- und Transformer-Modellen sowie Verfahren zum Process-Mining, zur Graphsuche und Kausalanalyse entwickelt. Diese Tools analysieren vorhandene Datenquellen wie historische Prozess-, Alarm- und Ereignisdaten, Audit-Trails, technische Unterlagen, Normen und Sicherheitsabläufe und helfen dem Bedienpersonal, außergewöhnliche Situationen in der Anlage zu bewältigen. Erfolgreiche Praxistests mit Daten von der norwegischen OKEA-Ölplattform „Draugen“ haben gezeigt, dass Augmented Operator den anspruchsvollen Anforderungen realer Industrieumgebungen gewachsen ist.

Der Augmented-Operator-Workflow

Der Augmented-Operator-Workflow von ABB wurde darauf ausgelegt, mithilfe künstlicher Intelligenz (KI) fünf zentrale Fragen zu beantworten, die sich jedem Anlagenbediener stellen:

- Ist etwas nicht in Ordnung?
- Warum ist es nicht in Ordnung?
- Welcher Eingriff sollte erfolgen?
- Wird der geplante Eingriff funktionieren?
- Ist eine ähnliche Situation schon einmal vorgekommen?

Ist etwas nicht in Ordnung?

Um festzustellen, ob etwas nicht stimmt, nutzt Augmented Operator Deep-Learning-Modelle mit LSTM (Long Short-Term Memory)/rekurrenten neuronalen Netzen (RNN), konvolutionalen neuronalen Netzen (CNN) und Autoencodern, die mit

—
 Augmented Operator soll Anlagenbediener bei der Sicherung eines optimalen Betriebs unterstützen.

Prozessdaten trainiert werden, um das Bedienpersonal bei der Überwachung zu unterstützen. Diese Modelle sind in der Lage, Abweichungen – d. h. Signaturen von potenziell unerwünschtem Verhalten im Prozess – so rechtzeitig zu erkennen, dass dem Bedienpersonal genügend Zeit bleibt, einzugreifen und eine Systemabschaltung zu verhindern. Neben der Vorhersagezeit spielt ein einfacher Zugang zu relevanten Informa-



01

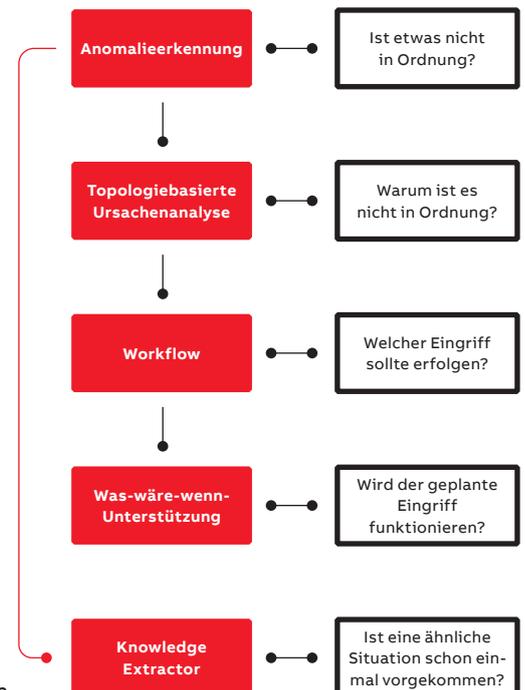
— 01 Die von OKEA betriebene Ölplattform „Draugen“ vor der Westküste Norwegens.

— 02 Der Augmented-Operator-Workflow unterstützt Anlagenbediener im Umgang mit außergewöhnlichen Situationen.

tionen eine entscheidende Rolle. Daher sind die Deep-Learning-Modelle so gestaltet, dass der Kunde sie selbst „bedienen“ kann, d. h. die Eingangssignale der Modelle werden von den Bedienerbildschirmen und der Prozesstopologie abgeleitet. Zudem kann Augmented Operator die Signale hervorheben, die für die betreffende Anomalie verantwortlich sind, um entsprechende Maßnahmen zu ermöglichen.

Die Erkennung von Anomalien in Prozessdaten ist der Anfangspunkt des Augmented-Operator-Workflows →02. Treten unbekannte Signaturen auf, werden diese von den Modellen als Anomalien erkannt. Entsprechende Informationen über die Anomalie – z. B. wie verhindert werden kann, dass sich die Anomalie zu einem schwerwiegenden Problem entwickelt, oder wie die Auswirkungen auf den Prozess gemindert werden können – werden dem Bediener ebenfalls bereitgestellt und an andere Funktionen von Augmented Operator übermittelt.

Um Interoperabilitätsprobleme zu vermeiden, wurde die Anomalieerkennungsfunktion so konzipiert, dass sie mit digitalen Tools von ABB kompatibel ist. Außerdem wurde sie in ABB Genix™ Model Fabric, der ABB-Modellierungsumgebung für Domänenexperten und Data Scientists, integriert, wo sie mithilfe von Zeitreihendaten den Anomalieindikator und die Beiträge der Signale berechnen kann, um so Informationen über die Prozessleistung in Echtzeit bereitzustellen →03.



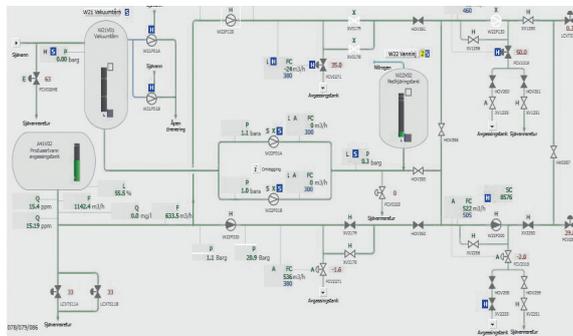
02

Warum ist es nicht in Ordnung?

Ein weiteres nützliches Feature ist die Ursachenanalysefunktion →03. Hier empfängt die Funktion außergewöhnliche Signale vom Anomalieerkennungmodell und ermittelt die möglicherweise damit verbundenen Prozesssignale und Aktoren. Dazu analysiert sie die vorhandenen technischen Dokumente – einschließlich verschiedener Diagramme und des Prozessstopologiemo­dells – sowie betriebliche Informationen. Außerdem werden aktuelle und historische Ereignis- und Alarmdaten sowie Prozessvariablen verwendet, um den Kontext für ausgelöste Alarme abzuleiten. Das Ergebnis ist eine neuartige, um Kontextinformationen angereicherte Darstellung der Alarme und der erkannten Anomalien, die neben den auf dem Topologie­modell des Prozesses bzw. der Anlage basierenden Abhängigkeiten auch alle dazugehörigen Alarme

in chronologischer Reihenfolge zeigt →04. Solche Merkmale erleichtern dem Bedienpersonal das manuelle Auffinden und das geistige Erfassen der notwendigen Informationen bei der Analyse [1–3].

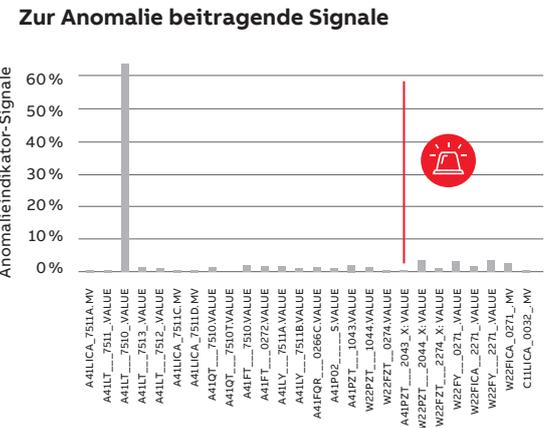
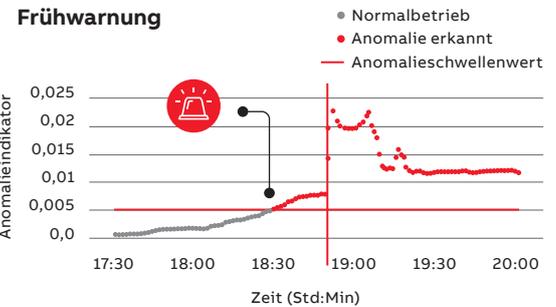
Die ABB-Lösung nutzt die sogenannte Transferentropie, um die aus dem Anlagentopologiemo­dell abgeleiteten kausalen Zusammenhänge statistisch zu bestätigen. Das System kennzeichnet die identifizierten Aktoren in der Anlagentopologie als Prozessvariablen mit dem größten Einfluss auf das unerwünschte Ereignis. Diese Kennzeichnung hilft dem Bedienpersonal dabei, in unerwünschten Situationen die richtige Entscheidung zu treffen, während die Bestimmung der kausalen Zusammenhänge die Fehlerbeseitigung und Problemlösung erleichtert.



Anomalieerkennung

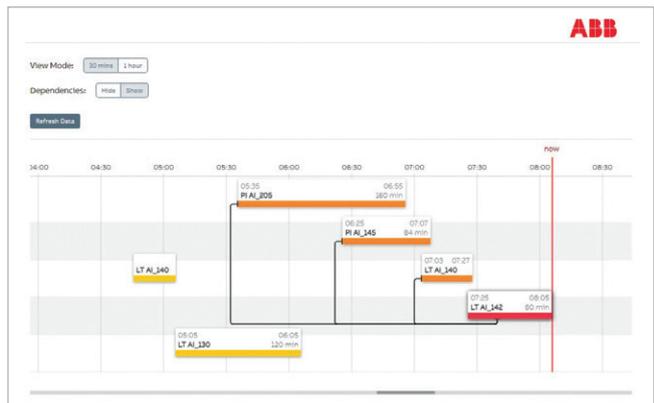
Prozessdaten

An die HMI gemeldete Anomalie



03

Priority	Source	Description	Start Time	End Time
2	PI AI_205	Pressure in compression station	19/11/2020 - 15:45	19/11/2020 - 17:05
2	PI AI_145	Gas pressure in separator Low	19/11/2020 - 16:35	19/11/2020 - 17:17
2	LT AI_140	Water level in separator High	19/11/2020 - 17:13	19/11/2020 - 17:37
1	LT AI_142	Oil level in separator High High	19/11/2020 - 17:35	19/11/2020 - 18:15
3	LT AI_130	Oil level in second separator Low	19/11/2020 - 15:15	19/11/2020 - 16:15
3	LT AI_140	Water level in second separator Low	19/11/2020 - 14:55	19/11/2020 - 15:15



04



05

— 03 Darstellung der Anomalieerkennung und beitragsbasierten Ursachenanalyse.

— 04 Screenshot der topologiebasierten intelligenten Alarmliste (Smart Alarm List).

— 05 Leitwarte der Ölplattform „Draugen“. ABB ist davon überzeugt, dass der Betrieb in einer solchen Leitwarte von Augmented Operator profitieren kann.

Welcher Eingriff sollte erfolgen?

Anlagenbediener müssen nicht nur potenzielle Probleme erkennen, wenn sie auftreten, sondern auch wissen, was getan werden kann, um Schwierigkeiten zu beseitigen oder zu vermeiden →05. Augmented Operator ist in der Lage, von bisherigen Bedienereingriffen zu lernen und dieses Wissen in Workflow-Dokumenten zu verallgemeinern. Dies wiederum hilft Bedienern zu entscheiden, was in problematischen Situationen zu tun ist.

Während routinierte Bediener wahrscheinlich wissen, welche Maßnahmen in den meisten Fällen – außer vielleicht in ungewöhnlichen und schwierigen Situationen – erforderlich sind, können für Neulinge sogar Routinesituationen stressig sein. Augmented Operator unterstützt alle Bediener, Experten ebenso wie Neulinge, mit Blaupausen zur Situationsbehandlung, die aus den Workflow-Dokumenten extrahiert werden.

Das Prozessleitsystem der Anlage zeichnet einen sogenannten Audit-Trail der bisherigen Bedienereingriffe auf. Dieses Protokoll nutzt das System, um zu lernen, wie das Bedienpersonal bisher mit der Anlage interagiert hat. Darin enthalten sind Hinweise über das Öffnen und Schließen von Ventilen, das Aktivieren von Sicherheitsüberbrückungen und das Verändern von Sollwerten. Durch Analyse des zeitlichen Verlaufs der historischen Interaktionen lassen sich Reaktions- und Wartezeiten zwischen den Eingriffen ableiten. Mithilfe dieser Informationen können dann durch Workflow-Mining Blaupausen für verschiedene Anlagensituationen extrahiert werden →06. Zu den gängigen Situationen, die mithilfe dieses Verfahrens analysiert werden können, gehören Reaktionen auf Alarme sowie das An- und Abfahren von Komponenten, was wiederum die Entscheidungsfindung des Bedienpersonals unterstützt.

Wird der geplante Eingriff funktionieren?

Dem Bedienpersonal nur mögliche Schritte zu präsentieren, die als Blaupausen für verschiedene Anlagensituationen dienen können, reicht nicht

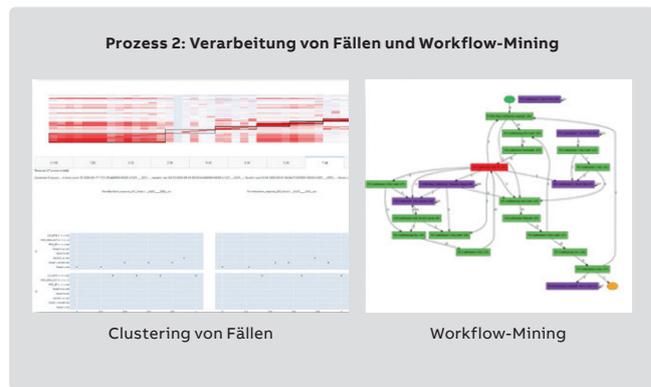
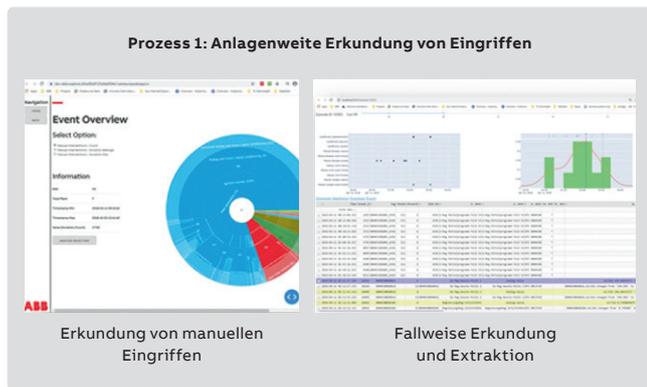
aus, um in außergewöhnlichen Situationen einen reibungslosen Betrieb zu gewährleisten. Das Bedienpersonal muss auch davon überzeugt sein, dass die Maßnahmen funktionieren. Augmented Operator bietet diese Sicherheit.

Wurde eine mögliche Vorgehensweise anhand von historischen Bedienereingriffen identifiziert, kann diese mithilfe eines „Was-wäre-wenn“-Tools auf unerwünschte Nebenwirkungen hin getestet werden. Diese äußerst nützliche Funktion bietet dem Bedienpersonal die Möglichkeit, Maßnahmen wie Änderungen von Sollwerten oder Aktorstellungen vor ihrer Umsetzung im realen System zu testen.

Dabei ist zu beachten, dass ein solches Tool sowohl Vorteile als auch Herausforderungen mit sich bringt. Auch wenn Prozesssimulatoren das perfekte Werkzeug für eine solche Funktionalität zu sein scheinen, kann die Komplexität für einige Branchen ein Problem darstellen. Bei

Die Kombination von Daten mit Deep-Learning-Modellen eröffnet völlig neue Möglichkeiten.

Prozessen mit mäßiger Komplexität, wie sie für die Öl-, Gas- und chemische Industrie typisch sind, erreichen solche Simulatoren lediglich einen Beschleunigungsfaktor vom Fünf- bis Zehnfachen des realen Prozesses. Wenn ein Prozess also rund eine Stunde benötigt, um nach dem Einleiten einer Maßnahme einen stationären Zustand zu erreichen, muss das Bedienpersonal zwischen sechs und zwölf Minuten warten, bevor es reagieren kann. Eine solche Reaktionszeit ist zu lang, um auf interaktive und iterative Weise mehrere alternative Vorgehensweisen zu testen – eine möglicher Nachteil, der in bestimmten Fällen das Risiko erhöhen kann.



06

Um die Schwächen von First-Principle-Prozesssimulatoren zu umgehen, wurden auf maschinellen Lernverfahren basierende Surrogatmodelle für den Augmented-Operator-Workflow entwickelt. Entscheidend hierbei ist die korrekte Abbildung der Prozessübergänge einschließlich solcher Aspekte wie das Über-/Unterschwingen von Alarmgrenzen oder die Zeitspannen, die bis zum Erreichen eines stationären Zustands nach einem Bedieneingriff nötig sind.

Das „Was-wäre-wenn“-Modell im Test

Das Augmented-Operator-Systemkonzept wurde an der OKEA Ölplattform „Draugen“ →02 in Norwegen unter Verwendung des dortigen 800xA-Simulatorsystems und der vorhandenen umfangreichen historischen Daten aus dem Collaborative Operations Center implementiert. Dabei wurde das oben beschriebene Was-wäre-Wenn-Modell anhand von Vorgaben des Bedienpersonals getestet. Das Ziel bestand darin, die von den Bedienern vorgenommenen Drehzahländerungen an einer der Hauptpumpen des Wasserinjektionssystems zu erfassen und

Der Augmented-Operator-Workflow ist darauf ausgelegt, mithilfe von KI fünf zentrale Fragen zu beantworten.

die Auswirkungen dieser Änderungen auf die entsprechenden Auslösesignale im Durchfluss zum Bohrloch mit einem Vorauf von zehn Minuten vorherzusagen. Dazu wurde ein mehrschichtiges neuronales Netz (Deep Neural Network, DNN) mit einer LSTM-Architektur trainiert, um die Reaktionen der Plattform auf Drehzahländerungen vorherzusagen →07. Es hat sich gezeigt, dass sich solche tiefen neuronalen LSTM-Netzarchitekturen für die Vorhersage mehrdimensionaler Zeitreihen (z. B. mit TensorFlow) eignen, da sie

aufgrund ihrer Struktur in der Lage sind, zeitliche Abfolgen zu erlernen und für ihre Prädiktion zu nutzen. Der erfolgreiche Einsatz des Modells in einer realen Umgebung – hier einer Ölplattform – unterstreicht die Wirksamkeit des Tools in mäßig komplexen industriellen Prozessumgebungen.

Ist eine ähnliche Situation schon einmal vorgekommen?

Der Knowledge Extractor von Augmented Operator bietet eine alternative Möglichkeit, um wertvolle Einblicke in mögliche Anlagenvorfälle zu erhalten und bestimmte Szenarien durch Analyse ähnlicher, in der Vergangenheit bereits aufgetretener Situationen zu untersuchen →07.

Man stelle sich eine Situation vor, in der ein Bediener feststellt, dass die Füllstandsollwerte für Wasser und Öl in einem Gaswäscher zu nahe beieinander liegen, sodass starke Wechselwirkungen auftreten. In diesem Fall möchte der Bediener vielleicht wissen, ob dies zuvor schon einmal vorgekommen ist. Dazu muss er oder sie zurzeit Schichtprotokolle und vorherige Abschaltungen untersuchen, um ähnliche Ereignisse zu vergleichen – ein mühsames manuelles Unterfangen. Die Knowledge-Extractor-Komponente bietet Bedienern die Möglichkeit, einen Teil des für sie interessanten Trends auszuschneiden und in den Prozessdaten nach ähnlichen Sollwertänderungen zu suchen →08.

Der Knowledge Extractor bietet zudem schnellen Zugang zu schriftlichen Dokumenten wie Berichten zu bestimmten Vorfällen, wie sie routinemäßig von Servicetechnikern, Analysten und anderen technischen Dienstleistern erstellt werden, durch die Eingabe von Fragen in natürlicher Sprache wie „Was ist zu tun, wenn die Füllstandsollwerte für Öl und Wasser im Gaswäscher zu nahe beieinander liegen?“.

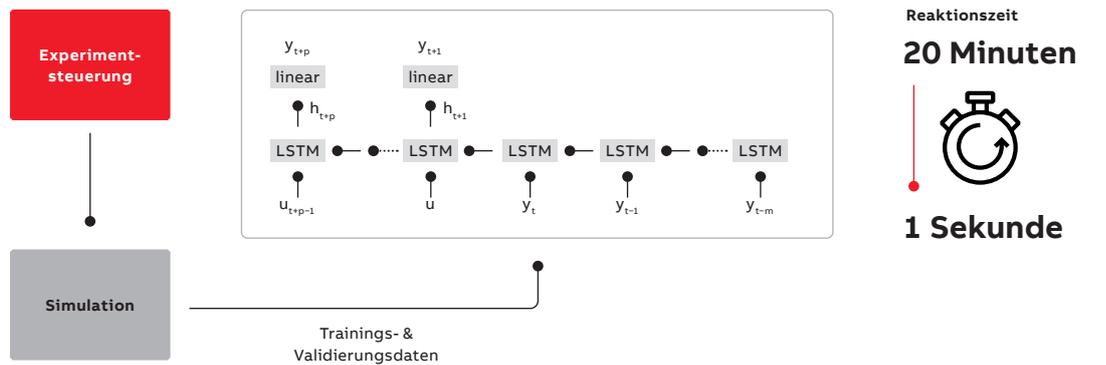
Entwicklung und Test des Knowledge Extractors

Der Knowledge Extractor nutzt zeitreihenbasierte Pattern-Mining-Verfahren, um die historischen

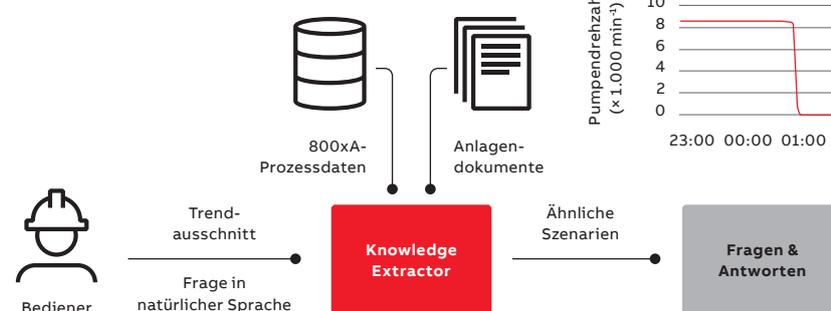
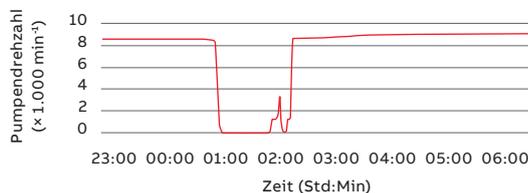
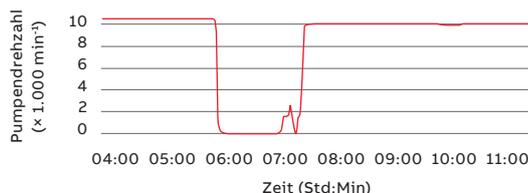
06 Phasen des Workflow-Mining-Prozesses mit den dazugehörigen Schritten und Komponenten zur Extraktion von Verfahrensblaupausen für verschiedene Anlagensituationen.

07 Darstellung des experimentellen Prozesses, in dem das DNN mit einer LSTM-Architektur trainiert und validiert wurde.

08 Funktionsweise des Knowledge Extractors bei der Suche nach kontextuell ähnlichen Szenarien mithilfe von Fragen in natürlicher Sprache und NLP-Modellen.



07



08

Literaturhinweise

[1] D. Reising et al.: „Human performance models for response to alarm notifications in the process industries: An industrial case study“. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. Los Angeles, 2004.

[2] A. Kabir et al.: „Similarity analysis of industrial alarm flood data“. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, Vol. 10, No. 2 (2013), S. 452–457.

[3] Y. Niwa, E. Hollnagel: „Enhancing operator control by adaptive alarm presentation“. *International Journal of Cognitive Ergonomics*, Vol. 5, No. 3 (2001), S. 367–384.

[4] C. Raffel et al.: „Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer“. *JMLR*, Vol. 21, Issue 140 (2020), S. 1–67.

[5] T. Kwiatkowski et al.: „Natural questions: a benchmark for question answering research“. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, Vol. 7 (2019), S. 453–466.

Prozessdaten nach ähnlichen Szenarien zu durchsuchen →08. Darüber hinaus sorgen Deep-Learning-Modelle dafür, dass natürliche Sprache und insbesondere die hinter den Wörtern steckende Absicht verstanden wird. Dazu wurden vorab trainierte mehrschichtige NLP-Modelle (Natural Language Processing) auf Basis der

Die Lösung hat ihre Nützlichkeit in realen Umgebungen bei Tests auf einer Ölplattform bewiesen.

neuesten Google-Veröffentlichungen [4,5] auf den anlagenspezifischen Daten weiter trainiert und zu einem neuartigen kontextuellen Frage-Antwort-System entwickelt. Das ABB-Forschungsteam entwickelte mehrere Prototypen zur Beantwortung der an das System gestellten Fragen.

Einer der Prototypen wurde an Pumpendaten der realen Ölplattform „Draugen“ getestet, wo er auf bestimmte Szenarien angewendet wurde.

Steigt z. B. der Gasdruck über einen bestimmten Schwellenwert, schaltet die Pumpe ab, und der Füllstand des Speisewassers im Entgasungsbehälter steigt. Jedes Mal, wenn ein Bediener eine Pumpe nach einer Abschaltung mehrfach neu startete, wurden entsprechende Daten erzeugt. Mithilfe des Knowledge-Extractor-Tools konnten ähnliche Abschaltszenarien in den historischen Prozessdaten identifiziert werden →08. Dank der Möglichkeit, Fragen in natürlicher Sprache einzugeben und auf Serviceberichte aus den Vorjahren zuzugreifen, konnte das Bedienpersonal zudem feststellen, dass die mehrfachen Pumpenabschaltungen durch einen geringen Ansaugdruck verursacht wurden.

Mit Augmented Operator hat ABB ein Tool entwickelt, das nicht nur in der Lage ist, auf große Datenmengen zuzugreifen, um aktuelle und vergangene Anomalien zu erkennen und analysieren, sondern dem Bedienpersonal auch Lösungen aufzeigt, die funktionieren. Die innovative Lösung von ABB hat ihre Anwendbarkeit und Nützlichkeit in realen Industrieumgebungen bei Demonstrationen und Validierungen mit umfangreichen, von OKEA bereitgestellten Daten bewiesen. •

PILOTANLAGEN FÜR DIE MODULARE PROZESSAUTOMATION

Das Baustein- prinzip

Modularisierung kann der Prozessindustrie dabei helfen, die Herausforderungen von sich verändernden Produktionsumgebungen zu bewältigen. ABB und ihre Partner haben verschiedene Pilotanwendungen entwickelt, um die dazu notwendigen neuen Konzepte für die Kommunikation und Steuerung zu validieren. Wir werfen einen Blick auf die Ergebnisse.

Mario Hoernicke
Katharina Stark
ABB Corporate Research
Ladenburg, Deutschland

mario.hoernicke@
de.abb.com
katharina.stark@
de.abb.com

Daniel Schmitt
ABB Process Automation,
Energy Industries
Mannheim, Deutschland

daniel.schmitt@
de.abb.com

Christian Schmitz
B&R Industrie-Elektronik
GmbH
Bad Homburg,
Deutschland

christian.schmitz@
br-automation.com

Polyana da Silva Santos
Evonik Industries AG
Marl, Deutschland

Lukas Bittorf
Norbert Kockmann
TU Dortmund
Dortmund, Deutschland

Manfred Eckert
Merck
Darmstadt, Deutschland

01 Sich schnell verändernde Prozessumgebungen, die äußerst flexible Produktionskonzepte erfordern, können von der Modularisierung profitieren.

Modulare Designkonzepte haben sich bei einer erstaunlichen Vielfalt von Produkten und Prozessen – von unterbrechungsfreien Stromversorgungen bis hin zum Software-Engineering – bewährt. Chemische und pharmazeutische Prozesse profitieren besonders von einer Modularisierung, da sie dabei hilft, die Herausforderungen von sich schnell verändernden Produktionsumgebungen, wie sie für diese Branchen typisch sind, zu bewältigen →01. Modulare Anlagen erleichtern nicht nur Veränderungen der Produktionskapazität und der Produktart, sondern ermöglichen auch eine schnellere Markteinführung und sparen Zeit beim Engineering und der Inbetriebnahme (in beiden Fällen bis zu 50 %) [1].

Um die Vorteile der Prozessmodularisierung nutzen zu können, sind neue Kommunikations- und Steuerungsstrukturen für die Prozessautomation erforderlich. Hier ist ABB führend und gilt in der Branche als treibende Kraft bei der Standardisierung. Darüber hinaus hat ABB modulare Prototypen für das Anlagenengineering entwickelt. Um sicherzustellen, dass diese Prototypen unter realen Bedingungen einwandfrei funktionieren, müssen sie in industriellen Anwendungen getestet werden.

Daher erschien es für ABB sinnvoll, sich im drittmittelgeförderten Projekt ENPRO-ORCA [2] zu engagieren. Im Rahmen dieses Projekts haben Anlagenbetreiber und Automatisierungssystemanbieter gemeinsam Pilotanwendungen entwickelt, in denen die Engineering-Prototypen

Modulare Produktionsanlagen setzen sich aus vordefinierten, vorgeprüften Prozessmodulen zusammen.

getestet werden können. Darüber hinaus bieten die Pilotanwendungen den Projektteilnehmern die Möglichkeit, die Richtlinie VDI/VDE/NAMUR 2658, auf der ein Großteil der Modularisierungsarbeit basiert, systematisch zu validieren. Projektpartner von ABB sind die TU Dortmund, Evonik und Merck.

Die bisherigen Projektergebnisse sind äußerst positiv. Um diese besser einschätzen zu können, ist eine grundlegende Beschreibung der



Eigner	Maßstab	Modulzahl	Automatisierungsanbieter	Literaturhinweise
NAMUR-Fallstudie	–	6	POL: ABB PEA: ABB, B&R	
TU Dortmund (Destillation)	Labor	5	POL: ABB PEA: Wago, integriert, RasPi	[7]
Merck (Destillation)	Technikum	1	POL: ABB, B&R PEA: B&R	
Evonik (Membrantest 1)	Labor	1	POL: ABB PEA: Wago	[8,9]
Evonik (Membrantest 2)	Technikum	3	POL: ABB PEA: Wago	[9]
Evonik (Reaktion)	Technikum	6	POL: ABB PEA: Phoenix Contact	[9]

02

modularen Prozessautomatisierungsarchitektur hilfreich.

Modulare Prozessautomatisierungsarchitektur

Anders als herkömmliche Anlagen setzen sich modulare Produktionsanlagen aus vordefinierten, vorgeprüften Prozessmodulen, sogenannten Process Equipment Assemblies (PEAs), zusammen [3], die teilweise auch als „Package Units“ oder „Skids“ bezeichnet werden. PEAs erfüllen eine bestimmte Prozessfunktion – z. B. Temperieren – und können in mehreren Anwendungen genutzt werden. Die Beschreibung der PEAs erfolgt mithilfe des herstellerneutralen MTP-Standards (Module Type Package). Für die Automatisierung der PEAs kommt ein Prototyp des ABB Module Designers zum Einsatz, der sowohl von ABB als auch von B&R automatisierte PEAs abdeckt. Mit diesem Prototyp kann das automatisierungstechnische Engineering der Module durchgeführt und das daraus resultierende Automatisierungs-

MTPs ermöglichen die Integration von PEAs in eine übergeordnete Prozessorchestrierungsebene.

system (z. B. auf der Basis von ABB Freelance) automatisch generiert werden. Darüber hinaus kann der Module Designer automatisch das entsprechende MTP erstellen.

MTPs ermöglichen die Integration von PEAs in eine übergeordnete Prozessorchestrierungsebene, die sogenannte POL (Process Orchestration Layer) [3]. In diesem Fall dient das ABB Extended Automation System 800xA als POL.

Für das Engineering der Piloten wird ein Prototyp des ABB Orchestration Designer verwendet. Dieser sorgt dafür, dass alle für die Laufzeit erforderlichen Teile automatisch in System 800xA generiert werden und sofort für die Überwachung und Steuerung genutzt werden können [4].

Jede PEA besitzt seine eigene „Intelligenz“, häufig in Form einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS), eines Mikrocontrollers oder eines Controllers [3]. Der Controller stellt die Funktionen der PEA mithilfe von OPC UA zur Verfügung. Die Funktionen von Prozessgeräten – z. B. einem Ventil – werden in sogenannte Dienste abstrahiert. Die Dienste werden von der POL gesteuert und führen die vom Modul bereitgestellten Prozessfunktionen aus. So könnte ein Modul zur Temperierung z. B. einen Dienst mit der Bezeichnung „Tempering“ bereitstellen. Dieser erhält dann einen Startbefehl und den Sollwert für die erforderliche Temperatur, sodass die PEA die erforderlichen Funktionen des Geräts intern ausführen kann.

Die Grundkonzepte, d. h. die Integration mithilfe von MTPs und das dienstbasierte Prozessdesign, wurden bereits getestet. Dabei hat sich gezeigt, dass die Modularisierung von Prozessfunktionen möglich ist. Erste Konzepte, Architekturen und Prototypen für ein modulares Automatisierungssystem wurden von ABB entwickelt. Im Rahmen verschiedener Projekte und bisheriger Initiativen [5] wurde das Automatisierungssystem für modulare Anlagen definiert, und entsprechende Prototypen und Demonstratoren wurden entwickelt. Die hier beschriebenen Piloten basieren auf den zuvor entwickelten Prototypen [6,4].

Pilotanwendungen

In Zusammenarbeit mit den ABB-Kunden Merck und Evonik wurden mehrere Pilotanwendungen realisiert, während am Labor für Apparatedesign der TU Dortmund ein Pilot im Labormaßstab entstand →02–03. Letzterer soll hier genauer behandelt werden.

TU Dortmund (Destillation)

Die Pilotanwendung an der TU Dortmund ist eine vorhandene Laborumgebung, die durch Automatisierung von Modulen mithilfe von Controllern modularisiert wurde. Dazu wurde für jedes Modul ein MTP erstellt und in die POL integriert.

Grundsätzlicher Aufbau

Die Destillationsanlage besteht aus fünf PEAs: Destillation, Zulauf, zwei Temperaturregler und ein Analysemodul. Die Analyse-PEA ist optional und kann z. B. zur kontinuierlichen Bestimmung der Konzentration des Destillat- bzw. des Sumpfstroms verwendet werden. Die beiden Temperaturregler und die Zulauf-PEA sind für den



03

—
02 Übersicht über die
Pilotsysteme.

—
03 Die Pilotanwendun-
gen unterstützen die
Entwicklung neuer Ver-
fahren in der modularen
Prozessautomation.

Destillationsbetrieb erforderlich, können aber auch durch eine andere PEA ersetzt werden, die die gleiche Funktion (Erwärmen/Abkühlen bzw. Dosieren) erfüllt. Das Destillations-PEA sowie die Zulauf-PEA sind jeweils mit einer SPS ausgestattet und automatisiert.

Die Temperaturregler verfügen über Mikrocontroller. Die Analyse-PEA ist durch den Hersteller der Software mit allen notwendigen Funktionen ausgestattet. Für die anderen PEAs werden die MTPs vom SPS-Hersteller bereitgestellt. Somit können alle PEAs problemlos in die POL von ABB integriert werden.

Dienste

Die Dienste der im Rahmen des Projekts entwickelten PEAs werden dazu genutzt, das System von der POL aus zu betreiben. Jede PEA stellt verschiedene Dienste zur Verfügung. So stellt die Zulauf-PEA z. B. eine Dosierfunktion über den Dienst „Dose“ bereit.

Die Analyse-PEA stellt den Dienst „Analyse“ bereit, bei dem kontinuierlich Raman-Spektrogramme aufgezeichnet und anschließend im Hinblick auf die Konzentration einer Komponente ausgewertet werden. Dieser Konzentrationswert wird von der Analyse-PEA über System 800xA an

die anderen PEAs übermittelt, sodass eine Kommunikation zwischen den Modulen erreicht wird.

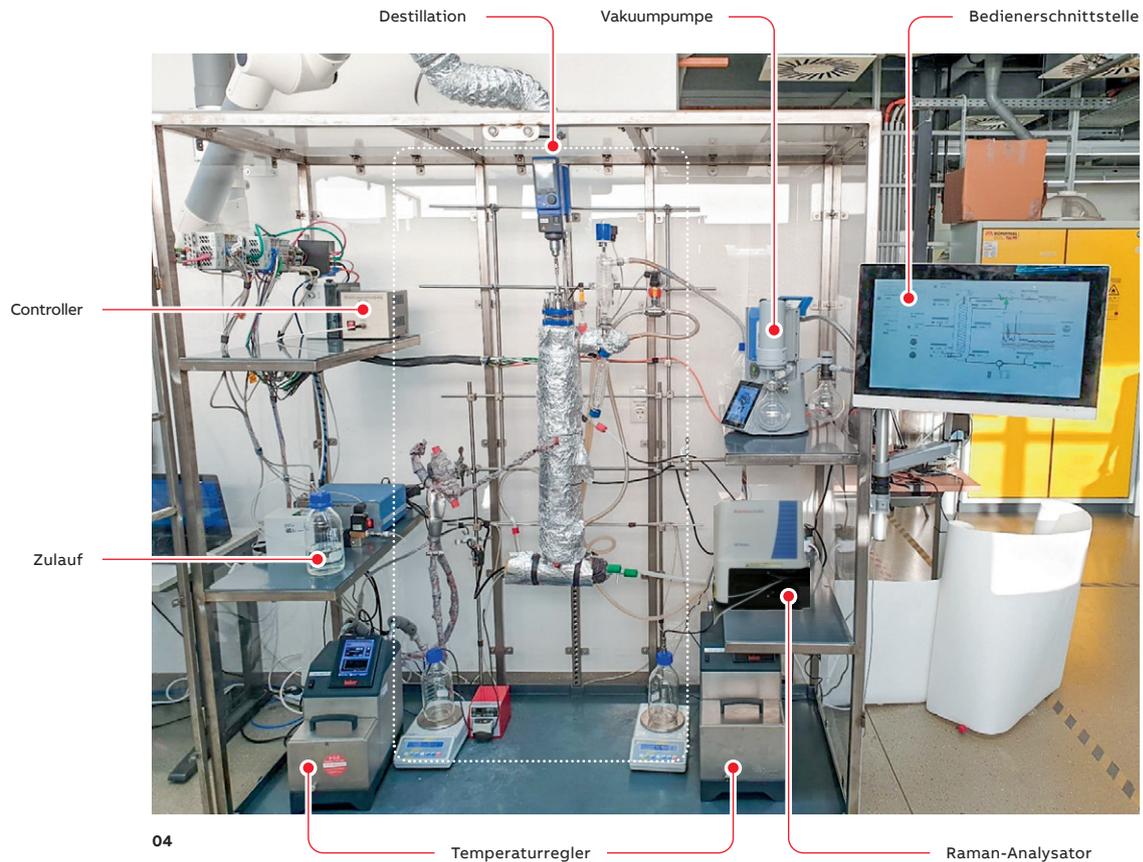
Für jeden Dienst sind bestimmte Prozeduren definiert, die angeben, wie der betreffende Dienst ausgeführt werden sollte.

Nutzung der Laboranlage

Die Destillations-PEA dient dazu, ein Stoffgemisch in hoch- und niedrigsiedende Bestandteile mit möglichst hoher Reinheit zu trennen. Die dazu erforderlichen Grundfunktionen wie

—
Die von den PEAs bereitgestellten Dienste werden dazu genutzt, das System von der POL aus zu betreiben.

Erwärmen, Füllstandsregelung, Drehzahlregelung des Drehbands und ähnliche Funktionen können mithilfe einiger Bedienerangaben kombiniert und automatisch in einem „Distilling“-Dienst gekapselt werden. Durch die Bereitstellung entsprechender Prozeduren für das An- und



04

Abfahren der Anlage ist dann ein automatischer Anlagenbetrieb möglich →04.

Der Dienst „Distilling“ bietet verschiedene Prozeduren, je nachdem, wie die Anlage betrieben werden soll – z. B. manuell oder automatisch. Bei der automatischen Prozedur muss der Bediener lediglich eine Heizleistung und die gewünschte Kopftemperatur (ohne Analyse-PEA) oder Kopfkonzentration (mit Analyse-PEA) angeben. Die Destillations-PEA passt sich dann automatisch und kontinuierlich ohne Bediener Einfluss dieser Vorgabe an.

Der automatische Dienst „OP_testing“ ermöglicht eine Charakterisierung verschiedener unbekannter Stoffe, die im Vergleich zu Methoden mit einer Trennboden- oder Füllkörperkolonne 30 bis 70 % schneller ist und 40 bis 80 % weniger Material benötigt.

Die Erfahrungen des Teams in der Modularisierung von Prozessen wurden durch die mit den anderen Pilotanlagen →02 gewonnenen Erkenntnisse ergänzt.

NAMUR-Fallstudie

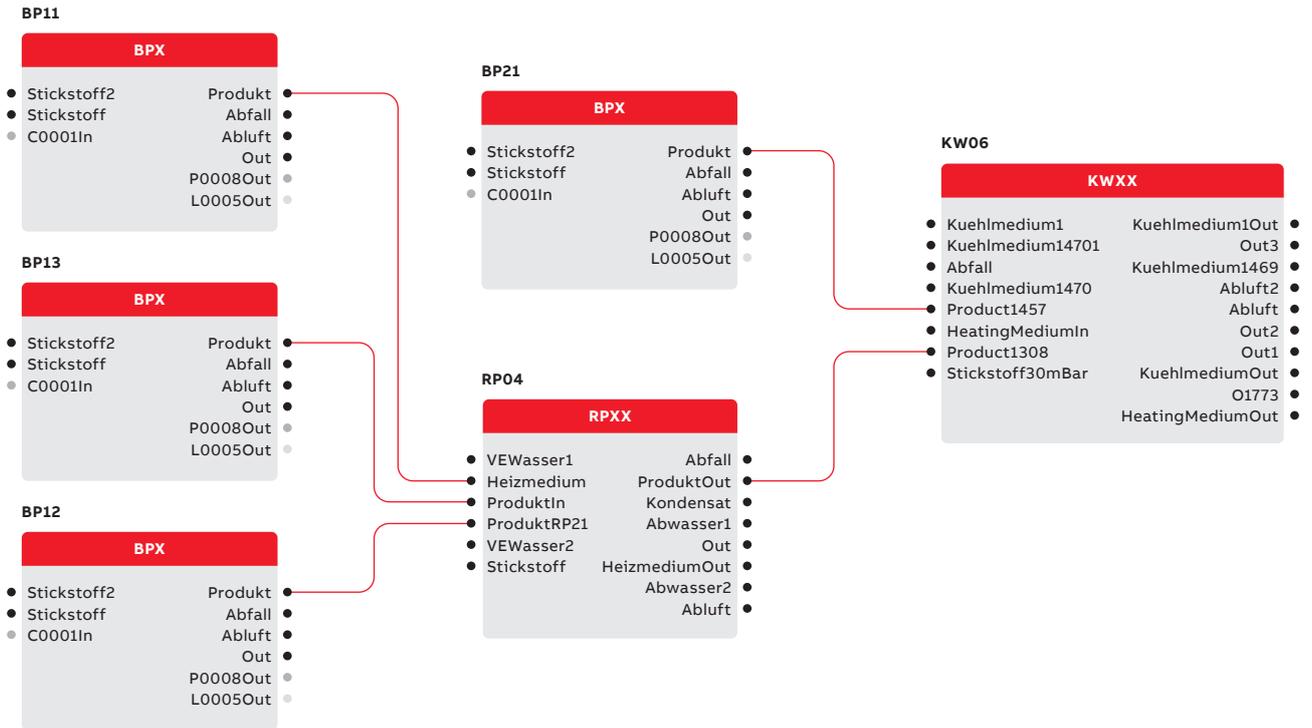
Die NAMUR-Fallstudie wurde von den Arbeitsgruppen der NAMUR (einer internationalen

Interessengemeinschaft für Automatisierungstechnik und Digitalisierung in der Prozessindustrie) als Referenz für die technische Umsetzung und Modellierung des MTPs erarbeitet. Bei der modularen Automatisierung dient der Pilot als Referenzbeispiel für das Konzept und mögliche Prototypen. Für ABB fungiert er als „Inhouse-

—
Der Pilot fungiert als Prüfstand für die Entwicklung neuer Technologien.

Prüfstand“ zur Entwicklung neuer Technologien für die Automatisierung und die modulare Produktion. Darüber hinaus dient der Pilot als Prüfstand für die Pilotanwendungen, da sich der Demonstrator einfach um zusätzliche PEAs erweitern lässt und so die Automatisierung von PEAs, der Import von MTPs und die Kommunikation zwischen PEAs getestet werden können.

Nach dem Engineering der sieben PEAs für die NAMUR-Anlage mithilfe des Module Designers erfolgt die Entwicklung der Anlagentopologie mithilfe des Orchestration Designers →05–06.

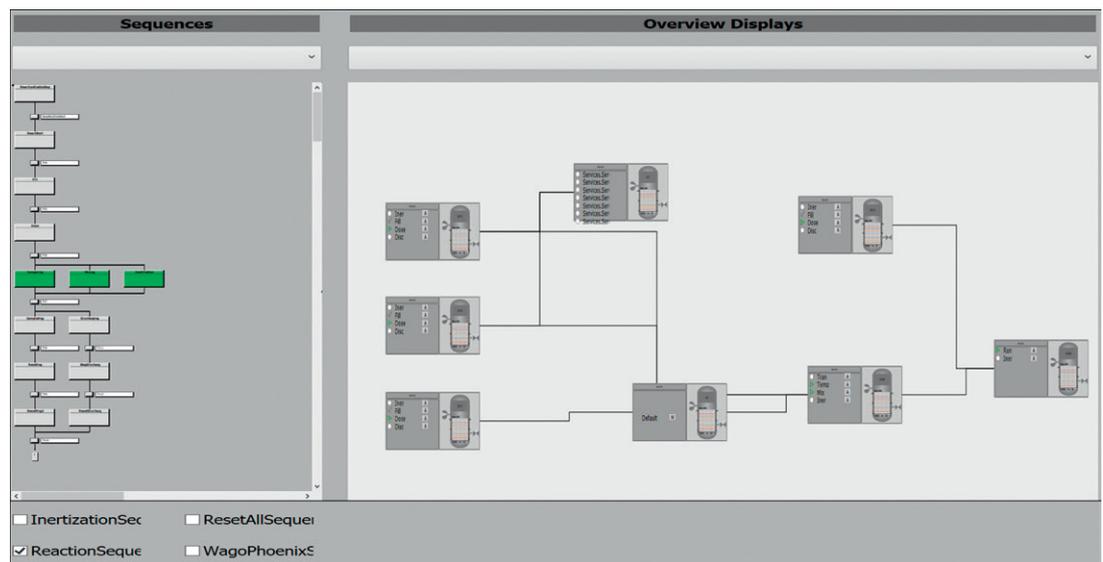


05

04 Demonstrationsanlage für die Destillation mit Peripherie-/ Analyse-PEAs.

05 Die Anlagentopologie wird in System 800xA importiert, und die Kommunikation mit den Modulen wird automatisch hergestellt.

06 Der automatisch generierte Bedienerarbeitsplatz im laufenden Betrieb. Der Prozess hat einen stationären Zustand erreicht, und jedes Modul führt den konfigurierten Dienst aus.



06

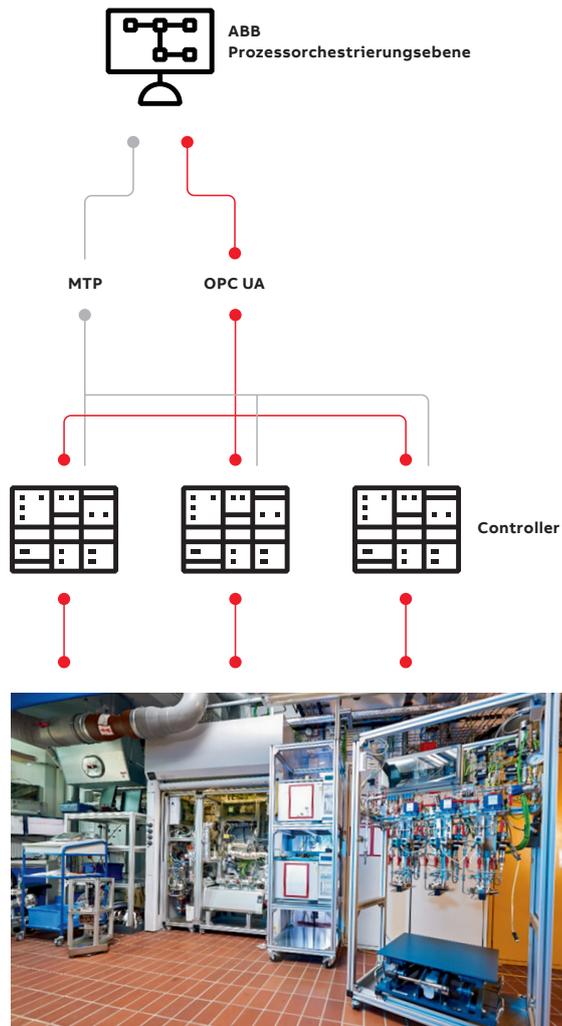
Merck

Die Destillations-Pilotanlage von Merck besteht aus einer komplexen PEA, die alle für die Destillation erforderlichen Funktionalitäten implementiert. Damit kann gezeigt werden, wie Dienste von anderen Diensten innerhalb der PEA und von der POL aufgerufen werden können und dass sich ein größerer Prozess auf PEA-Ebene realisieren lässt. Die PEA ist „intramodular sicher“, und ein eigenständiger Anlagenbetrieb ist möglich. Sowohl die Steuerung durch einen Bediener als auch die automatische Steuerung über eine Rezeptur wurden validiert. Dies beweist, dass

sich die Technologie für die Prozessautomation eignet, während gleichzeitig wichtiges Wissen und Erfahrungen für den zukünftigen Betrieb modularer Anlagen gewonnen wurden.

Evonik

In dieser Pilotanwendung wurden in enger Zusammenarbeit zwischen Evonik, WAGO und ABB eine HMI-Visualisierung, PEA-Tags, Dienste und eine dienstbasierte Rezeptursteuerung implementiert und getestet →07. Die Dienste können mithilfe eines Bedieners über die POL und über die (in Orchestration Designer entwickelte)



07

Rezeptursteuerung gesteuert werden. Die Kommunikation zwischen den PEAs für analoge und binäre Signale wird prototypisch implementiert und getestet.

Die Tests mit dem POL-Prototyp von ABB zeigen, dass es möglich ist, verschiedene Anlagentopologien zu speichern und zu laden, und somit PEAs in einer modularen Anlage durch wenige Befehle

—
MTP und das modulare Anlagenkonzept sind auf dem besten Weg, die Prozessindustrie nachhaltig zu verändern.

innerhalb von Minuten auszutauschen. Deshalb werden nun Anwendungsfälle wie die Planung eines neuen Projekts und Funktionsänderungen für die auf System 800xA basierende POL in einer vorhandenen Anlage validiert.



08

In einer zweiten Pilotanlage von Evonik, bestehend aus sechs PEAs, werden statt einer Laboranordnung erstmalig für den produktiven Einsatz taugliche PEAs verwendet. Hier wurde die POL von ABB für verschiedene Anwendungsfälle – darunter Dienste, die Kommunikation zwischen PEAs und modulübergreifende Regelkreise – validiert, um die gleiche Funktionalität wie bei vorhandenen Anlagen zu erreichen.

Eine Zukunft der Modularisierung

Alle Pilotanwendungen haben zu äußerst positiven Ergebnissen geführt und gezeigt, dass die Orchestrierung von Modulen mithilfe von MTP funktioniert. Die Anforderungen der Piloten wurden erfüllt, und die Machbarkeit von MTP und einer modularen Automation wurde nachgewiesen. Sämtliche Tag-Schnittstellen für die Steuerung und Überwachung der Ausrüstung sowie Dienste und Dienstparameter wurden erfolgreich getestet. Die Abläufe für einen automatischen Betrieb wurden ebenfalls mit positiven Ergebnissen implementiert und getestet. Darüber hinaus wurde eine modulübergreifende Regelung in der Pilotanlage von Evonik erfolgreich implementiert und getestet.



—
07 Schematische Darstellung der Pilotanwendung „Membrantest 2“.

—
08 MTP und das modulare Anlagenkonzept werden in einer ganzen Reihe von Industrien zur Verbesserung der Produktion beitragen.

MTP und das modulare Anlagenkonzept sind auf dem besten Weg, ein künftiger Standard zu werden und die Prozessindustrie im Hinblick auf Herausforderungen wie eine schnelle Markteinführung und eine hohe Flexibilität nachhaltig zu verändern → 08. ABB ist führend in der MTP-Entwicklung und der Umsetzung neuester Standards und hat eine Rezept-Engine auf der Basis des Dienstkonzepts und eine Prozessorchestrierung für Module verschiedener Hersteller realisiert.

Jetzt, da die Machbarkeit vollständig modularer Produktionsanlagen nachgewiesen ist, besteht der nächste Schritt darin, das enorme Potenzial dieser Technologie auf herkömmliche Anlagen anzuwenden. •

Danksagung: Die Autoren wurden zum Teil unterstützt durch das ORCA-Projekt, das im Rahmen des ENPRO-Programms vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wurde (Förderkennzeichen 03ET1517E, B, H, I).

— Literaturhinweise

- [1] ZVEI: „ZVEI Whitepaper: Module-based production in the process industry – effects on automation in the ‘Industrie 4.0’ environment“. Verfügbar unter: <https://www.zvei.org/en/press-media/publications/white-paper-module-based-production-in-the-process-industry-effects-on-automation-in-the-industrie-40-environment> (abgerufen am 12.04.2022).
- [2] ENPRO: „Effiziente Orchestrierung modularer Anlagen“. Verfügbar unter: http://enpro-initiative.de/ENPRO+2_0/ORCA.html (abgerufen am 12.04.2022).
- [3] VDI: „VDI 2776 Blatt 1: Verfahrenstechnische Anlagen – Modulare Anlagen – Grundlagen und Planung modularer Anlagen“. Verfügbar unter: <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-2776-blatt-1-verfahrenstechnische-anlagen-modulare-anlagen-grundlagen-und-planung-modularer-anlagen> (abgerufen am 12.04.2022).
- [4] M. Hoernicke et al.: „Modulare Prozessanlagen: Teil 2 – Anlagen-orchestrierung und Pilotanwendungen“. *ABB Review* 3/2019, S. 30–35.
- [5] M. Hoernicke et al.: „Automation architecture and engineering for modular process plants – approach and industrial pilot application“. 1st virtual IFAC World Congress 2020, Deutschland.
- [6] K. Stark et al.: „Modulare Prozessanlagen: Teil 1 – Engineering von Prozessmodulen“. *ABB Review* 2/2019, S. 72–77.
- [7] L. Bittorf et al.: „Modular process development in the laboratory – Plug & Research“. *ProcessNet Jahrestagung*, Aachen, 2020.
- [8] J. Bernshausen et al.: „Plug and produce nears market readiness“. *atp magazin* 61 (1–2, 2019), S. 56–69.
- [9] TU Dresden: „ORCA – Effiziente Orchestrierung modularer Anlagen“. Verfügbar unter: https://tu-dresden.de/ing/elektrotechnik/ifa/plf/forschung/forschungsprojekte/orca-effiziente-orchestrierung-modularer-anlagen?set_language=de (abgerufen am 12.04.2022).



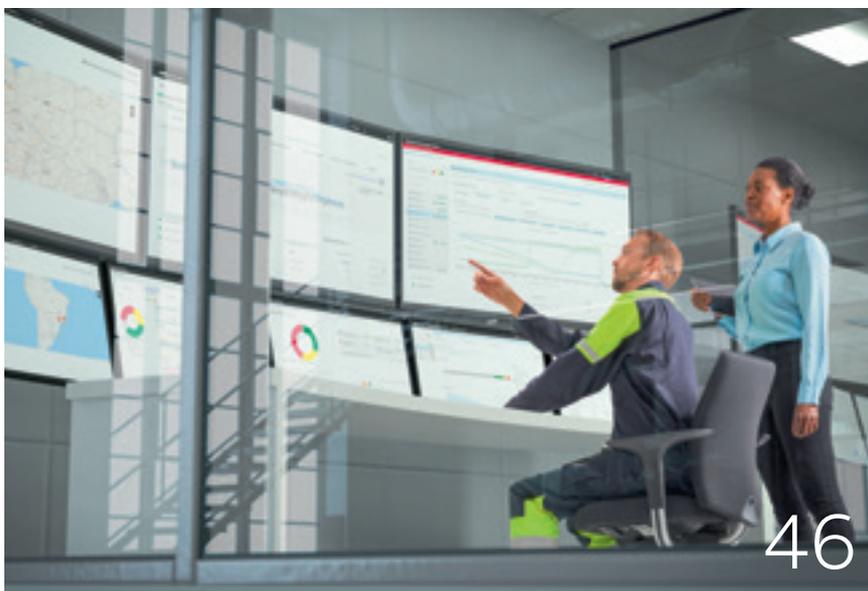
Energie





ABB weiß um die individuellen Bedürfnisse und Anforderungen ihrer Kunden und hilft ihnen dabei, Energie produktiv einzusetzen. Dies beginnt schon in der Projektierungsphase und setzt sich fort über das Betriebsmanagement und den täglichen Betrieb bis hin zur Optimierung, Planung und Modernisierung. Bessere Entscheidungen sichern hier ein effizientes Vorankommen.

- 34 **Qualitätssicherung**
Power Quality für die Lebensmittel- und Getränkeproduktion
- 40 **Effizienz von Rechenzentren**
Auf die Messgenauigkeit kommt es an
- 46 **Bessere Entscheidungsfindung**
Digitale Lösungen für rotierende elektrische Maschinen
- 52 **Tiefbohrer**
Automatisierte Meeresboden-Bohrtechnik für extreme Bedingungen





01

POWER QUALITY FÜR DIE LEBENSMITTEL- UND GETRÄNKEPRODUKTION

Qualitätssicherung

Im Laufe vieler Jahre hat sich ABB ein umfangreiches Prozesswissen angeeignet, das der Lebensmittel- und Getränkeindustrie zu mehr Sicherheit und Effizienz verhilft. Insbesondere die Power-Quality-Produkte von ABB helfen dabei, Ausfallzeiten aufgrund von Störungen in der Stromversorgung zu verhindern und somit die Produktion am Laufen zu halten, Energiekosten zu senken und die Produktivität zu steigern.



Angetrieben durch steigende Anforderungen hinsichtlich der Produktivität und der Erfüllung immer strengerer Lebensmittelsicherheitsstandards haben sich die Produktions- und Verpackungsmethoden in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie in den vergangenen Jahren drastisch gewandelt. Diese Veränderung hat zwar für einen Innovationsschub in der Branche gesorgt, doch gleichzeitig sind die Anlagen auch empfindlicher gegenüber Störungen in der Stromversorgung geworden. Die Qualität der Stromversorgung (auch Netzqualität oder „Power Quality“ (PQ) genannt) ist unternehmenskritisch, denn Stromausfälle, Spannungseinbrüche, Spannungsüberhöhungen, Spannungsabfälle und andere Spannungsstörungen können zu Abschaltungen oder Ausfällen kritischer Betriebsmittel führen, was wiederum weitere Probleme nach sich ziehen kann:

- Ausfall von Komponenten wie Schützen, Auslöseschaltern, Sicherungen usw.
- Ungeklärte Defekte, Fehler und Fehlfunktionen in Maschinen
- Überhitzung von Transformatoren und Motoren mit entsprechender Verkürzung der Lebensdauer
- Schäden an Präzisionsgeräten (Computer, Regler, Sensoren usw.)
- Kommunikationsstörungen zwischen elektronischen Sensoren, Geräten und Steuerungssystemen
- Größere Stromausfälle im elektrischen Verteilnetz

Je nach Art des Ereignisses können durch Produktionsausschuss, Ausfallzeiten oder Störung der Lieferkette erhebliche Kosten entstehen. Laut dem Pan-European Power Quality Survey [1] können sich die jährlich durch Netzqualitätsprobleme verursachten Verluste auf bis zu 4 % des Geschäftsumsatzes belaufen. Dies gilt sowohl für direkte Kosten, die durch den Austausch von beschädigten Geräten und den Aufwand für Fehlersuche und -behebung, Reinigung, Reparatur und Neustart des Prozesses anfallen, als auch für indirekte Kosten wie finanzielle Einbußen durch verlorene Marktanteile oder den Aufwand zur Wiederherstellung des Markenimages.

Für Lebensmittel- und Getränkehersteller ergeben sich noch weitere Herausforderungen aus

Netzqualitätsereignissen, da diese den Prozess, Mitarbeiter und sogar Kunden gefährden können. So müssen die Hersteller von Milchprodukten die Temperatur der Milch während des gesamten Prozesses genau überwachen, da selbst eine kleine Störung in der Stromversorgung dazu führen kann, dass eine ganze Charge eines einwandfreien Produkts entsorgt werden muss, wenn die Temperatursensoren ausfallen. Darüber hinaus kann ein unerwarteter Stromausfall dazu führen, dass die Milch verdirbt und Produktionskapazität, Arbeitsstunden und wertvolle Molkereiprodukte verloren gehen, nachdem die Milch bereits sterilisiert wurde. Zudem ist in der gesamten Lebensmittel- und Getränkeindustrie ein konsistenter Geschmack von entscheidender Bedeutung, was einen störungsfreien Betrieb der Maschinen zwingend erforderlich macht →01.

Alternativ könnte durch das Netzqualitätsereignis ein Problem entstehen, das möglicherweise der Qualitätsprüfung entgeht und Gesundheitsprobleme verursacht. Ausrüstungsseitig könnte durch übermäßige Oberschwingungen z. B. ein Brand entstehen, der die Produktion lahmlegt und das Personal gefährdet.

Die Notwendigkeit einer sorgfältig durchdachten Power-Protection-Strategie zum Schutz der Stromversorgung veranlasst Lebensmittel- und Getränkehersteller, sich an Experten wie ABB zu wenden, um entsprechende Überwachungs- und Schutzlösungen zu installieren. Seit vielen Jahren arbeitet ABB mit Kunden in der Lebensmittel- und

Die ABB-Lösungen ermöglichen die Überwachung, Konditionierung und den Schutz der Stromversorgung.

Getränkeindustrie zusammen, um ihnen eine zuverlässige Stromversorgung und unterbrechungsfreie Prozesse verbunden mit einer verbesserten Produktivität und geringeren Betriebskosten zu gewährleisten →02. Dazu verfügt ABB über ein umfassendes Angebot an Lösungen, Software, digitalen Tools und Geräten für die Überwachung,

01 Probleme mit der Stromversorgungsqualität können erhebliche Auswirkungen auf die Produktion von Lebensmitteln und Getränken haben. Daher ist eine robuste Power-Protection-Strategie von entscheidender Bedeutung.



Omar Seyam
ABB STOTZ-KONTAKT
GmbH
Heidelberg, Deutschland

omar.seyam@
de.abb.com

die Konditionierung und den Schutz der Stromversorgung in Lebensmittel- und Getränkeanwendungen. Eine schnelle und einfache Installation und Inbetriebnahme, geringe Wartungsanforderungen und eine garantierte hohe Verfügbarkeit sind weitere Vorteile der Power-Quality-Systeme von ABB. Die daraus resultierende Minderung der finanziellen Verluste und Verlängerung der Anlagenlebensdauer tragen zudem zu einer hohen Kapitalrendite und kurzen Amortisationszeiten bei.

Zu guter Letzt fördern die hocheffizienten Lösungen von ABB durch eine optimierte Energienutzung und Reduzierung der Wärmeverluste die Nachhaltigkeit und tragen so zum Erreichen der globalen Ziele zur Reduktion der CO₂-Emissionen bis 2030 bei.

Lösungen zur Überwachung der Netzqualität

Der erste Schritt zur Lösung von Netzqualitätsproblemen besteht darin, die Vorgänge im Stromnetz zu verstehen. Dazu stehen die in den ABB-Leistungsschaltern Emax 2 und Tmax XT→02 sowie den Auslöseeinheiten vom Typ Ekip UP→03 und Ekip integrierten Netzanalysatoren zur Verfügung, die den Strom überwachen und Anomalien wie Oberschwingungen, Mikrounterbrechungen und Spannungseinbrüche erkennen. Durch die integrierte Einheit sind keine speziellen, teuren Messgeräte erforderlich. Die digitale Ekip UP-Einheit ermöglicht die Überwachung von ABB- oder Drittanbieter-Leistungsschaltern ohne Beeinträchtigung der bestehenden Installation. Und da die Leistungsschalter und Auslöseeinheiten offene Protokolle wie Modbus RTU, Ethernet/IP, Modbus TCP/IP, SNMP, Profibus DP-V0 und BACnet/IP unterstützen, lassen sie sich einfach nachrüsten. So können auch Betreiber von vorhandenen (cloudbasierten oder lokalen) Automatisierungs- oder Energiemanagementsystemen von der integrierten digitalen Funktionalität der Geräte profitieren.

Für eine vollständige Analyse der Netzqualität in Industrieanlagen bietet ABB die Netzanalysegeräte der M4M-Reihe→04. Die Analysatoren erfüllen alle relevanten IEC-Normen und erfassen sämtliche elektrische Parameter und Kennzahlen für die Netzqualität, angefangen von der harmonischen Gesamtverzerrung (THD) bis hin zu einzelnen Oberschwingungen.

Lösungen zur Lastimmunsisierung

Eine mögliche Strategie bei einer schlechten Versorgungsqualität ist die Immunsisierung der Last gegen Störungen. Hier sind die Schütze der AF-Reihe von ABB eine optimale Lösung zum Schutz von Lasten gegen kurze Spannungseinbrüche, denn sie beinhalten eine Option, die die Erfüllung der SEMI F47 (eine Norm für die Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche) garantiert→05.

Die Schütze sind in dreipoliger Ausführung für Drehströme von 9 A bis 1.060 A bzw. Einphasen-Wechselströme bis 2.850 A erhältlich und verfügen über AC/DC-Spulen mit einem breiten Betriebsbereich. Darüber hinaus stehen vierpolige Ausführungen für einphasige Wechselströme von 25 A bis 525 A mit AC-, DC- oder AC/DC-Spulen, ebenfalls mit einem breiten Betriebsbereich, zur Verfügung.

Lösungen zur Strom- und Spannungsaufbereitung

Während Produkte wie die AF-Schütze die Störfestigkeit auf Geräteebene sicherstellen, sind die aktiven Spannungsregler der ABB AVC-Reihe (Active Voltage Conditioner) darauf ausgelegt, Anlagen gegen Qualitätsereignisse aus dem Versorgungsnetz selbst zu immunisieren.

Die aktiven Spannungsregler von ABB decken einen Leistungsbereich von 150 kVA bis 2.400 kVA ab und senken die Kosten von Spannungseinbrüchen, verbessern den Anlagenbetrieb, begrenzen Schäden an der Ausrüstung und bieten eine gute Kapitalrendite. Neben der Korrektur von gängigen Spannungsereignissen bietet ein aktiver Spannungsregler wie der PCS100 AVC-40 oder PCS100

Die Lösungen fördern die Nachhaltigkeit durch optimierte Energienutzung und Reduzierung der Wärmeverluste.

AVC-20 Funktionen zur Korrektur von Spannungsunsymmetrien, Dämpfung von netzzeitigem Flicker und Korrektur von Phasenwinkel Fehlern→06.

Lösungen zum Schutz der Stromversorgung

Industrielle Umgebungen stellen aufgrund der dort häufig herrschenden Bedingungen mit Chemikalien, Staub, Vibrationen, Korrosion, Feuchtigkeit und Wärme ein schwieriges Umfeld für elektrische und elektronische Geräte dar. Die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) vom Typ ABB PowerLine DPA wurde speziell für den Einsatz in solchen rauen Umgebungen entwickelt→07. Die USV bietet Schutz gegen starke Spannungseinbrüche, kurzzeitige Unterbrechungen und Blackouts von mehreren Minuten und zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad (bis zu 95 %) sowie eine erstklassige Kurzschlussfestigkeit und Überlastbarkeit aus. Die PowerLine DPA basiert auf der dezentralen Parallelarchitektur (DPA) von ABB, die aufgrund ihrer Beschaffenheit nicht nur eine



02



03



04

—
02 Leistungsschalter vom Typ Tmax XT.

—
03 Ekip UP.

—
04 Das M4M-Netzanalysegerät von ABB.

Die Spannungsregler sind darauf ausgelegt, Anlagen gegen Netzqualitätsereignisse zu immunisieren.

hohe Verfügbarkeit bietet, sondern sich auch durch eine hohe Wartungsfreundlichkeit, Skalierbarkeit und Flexibilität auszeichnet. Alle diese Merkmale zusammen sorgen für geringe Gesamtbetriebskosten über die Lebensdauer der USV hinweg.

Power Quality auf allen Ebenen

→08 zeigt die Anwendung der oben beschriebenen Power-Protection-Lösungen auf eine kleine bis mittelgroße Anlage. Hier wird die von einem externen Versorger bereitgestellte elektrische Energie von der Mittelspannungsebene auf die Niederspannungsebene her-

untertransformiert. Kommt es zu einer Versorgungsunterbrechung, springt sofort eine USV ein, um die Stromversorgung der Last zu gewährleisten, während ein leistungsschalterbasierter automatischer Netzumschalter (ATS) die Übertragung der Last auf einen Notstromgenerator initiiert, der für mehrere Stunden Strom liefern kann. Dabei kann es bis zu 30 s dauern, bis der Generator in Betrieb ist. Ist dies geschafft, schaltet die USV wieder in den Standby-Modus und ist für die nächste Unterbrechung bereit.

Im Hinblick auf kurze Unterbrechungen und Spannungsschwankungen lassen sich Lasten in drei Kategorien einteilen, die jeweils mithilfe der oben beschriebenen Lösungen geschützt werden können:

- Nichtkritische Lasten: Diese Lasten erfordern keinen besonderen Schutz und verursachen bei einem Ausfall keine finanziellen Verluste oder Sicherheitsrisiken.

- **Notwendige Lasten:** Sind diese Lasten von häufigen Stromunterbrechungen betroffen, können erhebliche finanzielle Verluste entstehen.
- **Kritische Lasten:** Diese Lasten dürfen auf keinen Fall ohne Strom sein, da sie typischerweise durchgängig in Betrieb sind bzw. rund um die Uhr verfügbar sein müssen.

Spannungseinbrüche und -unsymmetrien sind die häufigsten Störungen in einem Stromnetz. Solchen Ereignissen kann mit einem aktiven Spannungsregler vom Typ ABB PCS100 AVC-40 →08. begegnet werden. Um potenziell starke Spannungseinbrüche zu verhindern und eine kurzfristige Notversorgung für industrielle Prozesslasten sicherzustellen, ist die USV vom Typ ABB PCS100 UPS-I die richtige Wahl.

Eine USV eignet sich am besten zum Schutz von empfindlichen Lasten wie Prozesssteuerungen oder Automatisierungssystemen und kritischen Lasten, die rund um die Uhr verfügbar sein müssen. ABB bietet eine breite Palette von USVs, die auf verschiedene Anwendungen zugeschnitten



05



06



07

sind. In dem in →08 dargestellten Beispiel wäre die PowerLine DPA die beste Wahl für Prozesssteuerungen und die DPA 250 S4 die optimale Lösung zum Schutz von IT-Servern.

Die Sicherung der Zuverlässigkeit des elektrischen Verteilungssystems bei Netzereignissen sollte durch eine PQ-Überwachung ergänzt werden, um die Effizienz des elektrischen

Die PowerLine DPA wurde speziell für den Einsatz in rauen Industrieumgebungen entwickelt.

Systemdesigns zu prüfen und den Energieverbrauch zu überwachen. Eine solche Überwachung ermöglicht die Optimierung der Energieeffizienz sowie eine detaillierte Analyse des Störverhaltens der Anlage.

Eine Möglichkeit zur Umsetzung eines Überwachungskonzepts bietet der Einsatz von ABB-Leistungsschaltern mit erweiterten Mess- und Netzanalysefunktionen, die in der Lage sind, Schwingungsverläufe bis zur 50. Harmonischen zu überwachen und die erforderlichen elektrischen Parameter für die Zustandsüberwachung und Leistungsoptimierung von Betriebsmitteln zu messen.

Die M4M-Netzanalysegeräte können zudem genutzt werden, um die Gesamtversorgungsqualität der Anlage zu überwachen und zu analysieren. Da die M4M-Geräte eine hohe Genauigkeit bieten und für Zählerzwecke zertifiziert sind, können sie auch zur Energiezählung und Abrechnungsmessung verwendet werden.

Finanziell sinnvoll und nachhaltig

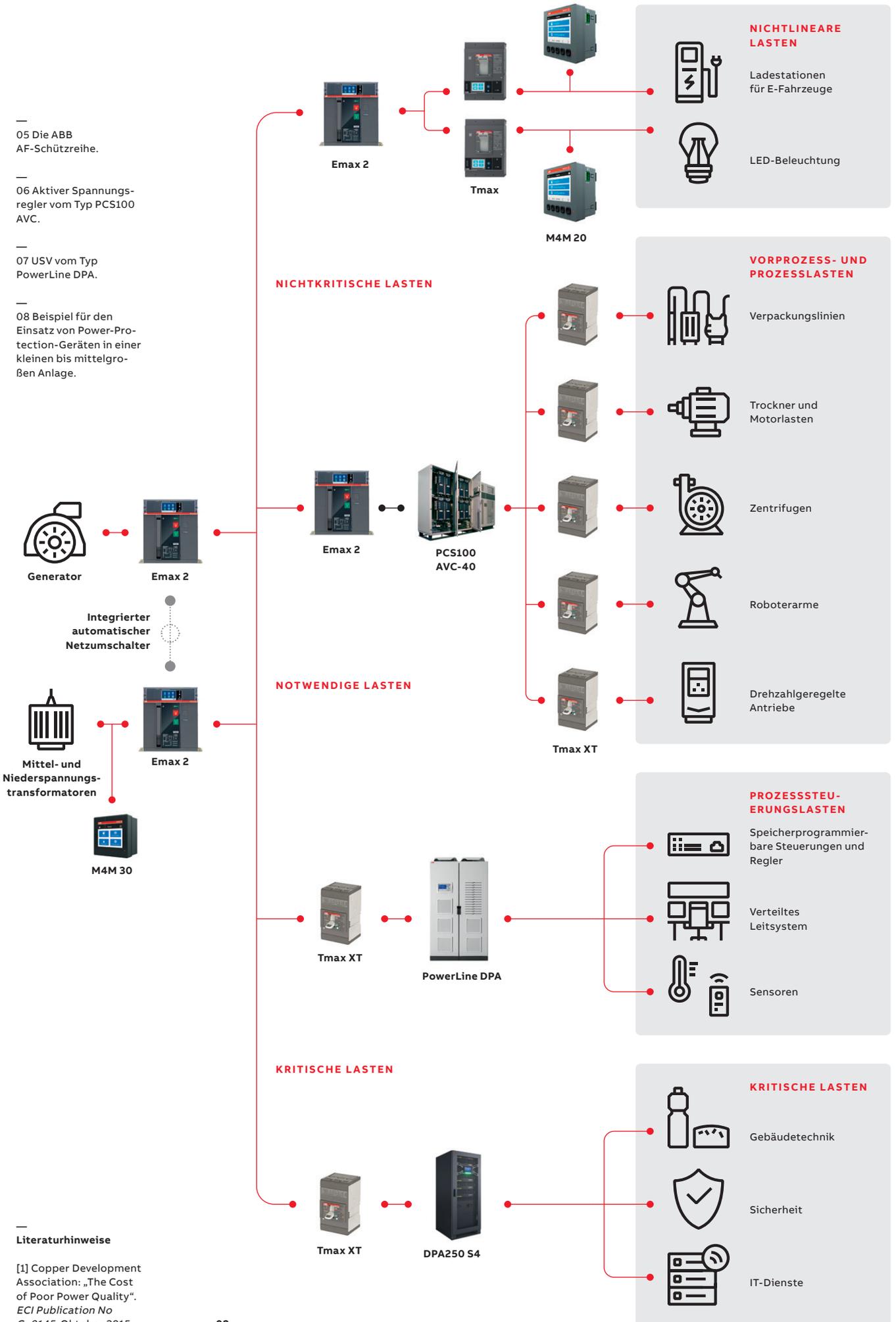
Die ABB Power-Protection-Lösungen ermöglichen eine schnelle und einfache Installation und Inbetriebnahme und tragen zu einer maximalen Betriebsverfügbarkeit bei. Dank geringer Wartungsanforderungen und einer hohen Zuverlässigkeit bieten die Lösungen eine hohe Kapitalrendite und kurze Amortisationszeit. Gleichzeitig helfen Sie Lebensmittel- und Getränkeherstellern dabei, die Nachhaltigkeit ihrer Anlagen zu maximieren und zur Reduktion der weltweiten CO₂-Emissionen beizutragen. •

— 05 Die ABB AF-Schützreihe.

— 06 Aktiver Spannungsregler vom Typ PCS100 AVC.

— 07 USV vom Typ PowerLine DPA.

— 08 Beispiel für den Einsatz von Power-Protection-Geräten in einer kleinen bis mittelgroßen Anlage.



Literaturhinweise

[1] Copper Development Association: „The Cost of Poor Power Quality“. ECI Publication No Cu0145, Oktober 2015.

AUF DIE MESSGENAUIGKEIT KOMMT ES AN

Energieeffizienz von Rechenzentren

Wie können sich Betreiber von Rechenzentren sicher sein, dass der gemessene PUE-Wert – der Schlüsselparameter für die Energieeffizienz von Rechenzentren – die Realität widerspiegelt? Die weitreichenden Risiken, die mit geringsten Abweichungen in diesem Bereich verbunden sind, können durch die Implementierung der modularen und skalierbaren Lösungen von ABB vermieden werden. Diese erfüllen sämtliche Messanforderungen, bieten ein Höchstmaß an Genauigkeit, verbessern die Energieeffizienz und ermöglichen eine Senkung der Wartungskosten nach einem Upgrade elektrischer Systeme um bis zu 36 %.



Aleksandar Grbic
ABB Electrification –
Smart Power
Quartino, Schweiz

aleksandar.grbic@
ch.abb.com

Dass der Internetverkehr in den vergangenen Jahren sprunghaft angestiegen ist, dürfte wenig überraschend sein. Was aber so manchen verwundern dürfte, ist die Tatsache, dass sich die düsteren Prognosen von explodierenden

—
Der Energiebedarf von Rechenzentren beträgt etwa 1 % des weltweiten Stromverbrauchs.

CO₂-Emissionen im Zusammenhang mit Rechenzentren nicht annähernd bewahrheitet haben. Seit dem Jahr 2010 ist der Internetverkehr um das 12-fache gestiegen. Dies ist vor allem auf Faktoren wie die rasch zunehmende Zahl von vernetzten Geräten, die Virtualisierung vieler physischer Anwendungen und die Verdoppelung der Internetnutzer zurückzuführen.

Trotzdem lag der Energiebedarf von Rechenzentren zwischen 2010 und 2019 konstant bei etwa 1 % des weltweiten Stromverbrauchs bzw. bei rund 200 TWh →01 [1]. Und dieser Trend scheint sich fortzusetzen. Laut der Internationalen Energieagentur (IEA) wird der Energiebedarf von Rechenzentren trotz eines Anstiegs der Nachfrage um 60 % bis einschließlich 2022 konstant bleiben, wenn die aktuellen Trends hinsichtlich der Effizienz der Hardware und der Infrastruktur von Rechenzentren aufrechterhalten werden können [2].

Ein Grund für diese ermutigenden Zahlen ist die Tatsache, dass die Betreiber von Rechenzentren kontinuierlich in Technologien investiert haben, die den Energiebedarf und die CO₂-Emissionen reduzieren. Der wichtigste Parameter zur Bestimmung der Energieeffizienz von Rechenzentren ist die sogenannte Power Usage Effectiveness (PUE) – ein Begriff, der von der American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning



Engineers (ASHRAE) und dem Industriekonsortium The Green Grid entwickelt wurde [3]. Im Wesentlichen gibt der PUE-Wert an, wie viel Energie die IT-Systeme eines Rechenzentrums im Verhältnis zum Gesamtenergieverbrauch einschließlich Kühlung, Beleuchtung und anderen nicht IT-bezogenen Systemen benötigen →02.

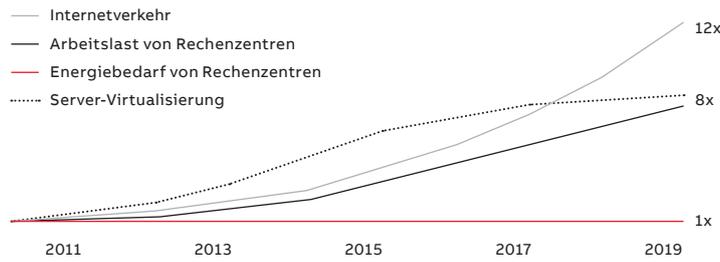
—
 Der PUE-Wert ist nur so gut wie die verwendeten Daten und Messsysteme.

Ebenso wichtig wie der PUE-Wert für die Bestimmung der Energieeffizienz eines Rechenzentrums sind die Daten und die Messsysteme, die zu seiner Berechnung herangezogen werden. Dabei hängt die genaue und korrekte Messung der wichtigsten elektrischen Parameter wie

Spannung, Strom, Leistung, Energie und Leistungsfaktor von der richtigen Verwendung und Platzierung der Messgeräte ab [3]. Die für Rechenzentren gültige Norm EN 50600-2-2 verlangt die Messung dieser Parameter mit einer Genauigkeit von 1 %. Darüber hinaus empfiehlt sie die Messung der Gesamt-Oberschwingungsverzerrung des Stroms und der Spannung (THDI und THDU) und fordert eine schnelle und gleichzeitige Erfassung dieser Daten sowie eine korrekte Analyse und Darstellung der resultierenden Daten. Nur unter diesen Gegebenheiten kann der Betreiber eines Rechenzentrums sicher sein, dass der gemessene PUE-Wert die Realität widerspiegelt.

Schon geringste Abweichungen im gemessenen PUE-Wert können weitreichende Folgen haben. So können z. B. die Fähigkeit eines Rechenzentrums zur genauen Messung seiner Energieeffizienz, die Leistungsverteilung auf die IT-Lasten und die effektive Planung von Upgrades gefährdet werden.

Globaler Trend

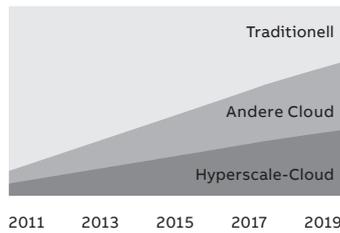


Rechenzentren machen

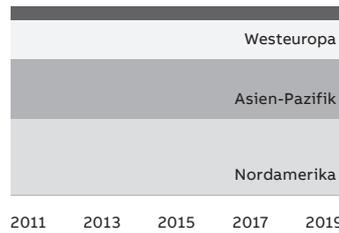
1%

des weltweiten Strombedarfs aus.

Stromverbrauch nach Segment



Stromverbrauch nach Region



Weltweiter Strombedarf von Rechenzentren im Jahr 2019:

200 TWh

01

Genauere Informationen sind alles

Die genannten Risiken können durch die Implementierung der einzigartigen und flexiblen Lösungen von ABB vermieden werden. Diese erfüllen alle Messanforderungen, bieten eine erstklassige Genauigkeit, vereinfachen die Überwachung der Stromversorgung und die Kapazitätsplanung und tragen zur Verbesserung der Energieeffizienz bei.

Darüber hinaus sorgen äußerst effiziente ABB-Geräte wie Transformatoren, unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV), Kabel, Schutz- und Schaltgeräte für eine höchst-

Verteilungsverluste, die normalerweise bei etwa 20 % liegen, können auf 5 % reduziert werden.

mögliche Effizienz in der Energieverteilung. Dank eines USV-Wirkungsgrads von 97,4 % auf Systemebene im Doppelwandler-Betrieb, effizienter Produkte für die Stromverteilung und der richtigen Gestaltung der Verteilung können die Verteilungsverluste, die normalerweise im Durchschnitt bei 20 % liegen, auf nur 5 % reduziert werden.

Weitere Effizienzsteigerungen lassen sich durch die Implementierung von Mess-, Überwachungs- und

Steuerungslösungen von ABB realisieren. Die Geräte der Ekip-Reihe mit integrierter Messfunktion sind z. B. in der Lage, sämtliche elektrische Parameter auf allen Verteilungsebenen mit hoher Flexibilität und der Genauigkeitsklasse 1 gemäß IEC 61557-12 zu messen und zu steuern. Solche integrierten Funktionalitäten bieten folgende Vorteile:

- Es sind keine zusätzlichen Relais und Messgeräte erforderlich, was das System vereinfacht und Zeit spart.
- Ein hohes Maß an Flexibilität dank verschiedener Kommunikationsprotokollmodule
- Einfache und effektive Cloud-Anbindung
- Höhere Zuverlässigkeit dank weniger Geräte und Verbindungen
- Schnelle Planung, Installation und Integration

Darüber hinaus können die wichtigsten Informationen der integrierten Messgeräte problemlos mit dem ABB Ability™ Energy and Asset Manager visualisiert und überwacht werden, der als lokale oder cloudbasierte Lösung erhältlich ist.

Modular und skalierbar

Da Rechenzentren in verschiedenen Größen gebaut werden, bietet ABB modulare Komponenten →03, mit denen sich drei skalierbare Lösungen realisieren lassen:

- **Essential Monitoring** ist eine Basislösung, die die Überwachung der PUE eines Rechenzentrums ermöglicht. Sie eignet sich besonders für kleine Anlagen.
- **Enhanced Monitoring** bietet eine erweiterte

— 01 Globale Entwicklung des Internetverkehrs und des Energiebedarfs von Rechenzentren (Quelle: OMDIA [1]).

— 02 Der wichtigste Parameter zur Bestimmung der Energieeffizienz von Rechenzentren ist der PUE-Wert.

— 03 ABB bietet modulare Komponenten, die eine einfache Realisierung skalierbarer Lösungen ermöglichen.

und genauere Sicht auf den Stromverbrauch und ermöglicht die Analyse der Energieeffizienz sowie die Überwachung des USV-Status.

- **Advanced Monitoring** ist ein umfassendes Paket für sehr detaillierte Messungen und eine vorausschauende Wartung. Es eignet sich für größere Rechenzentren oder Rechenzentren mit höchsten Energieeffizienz- und Nachhaltigkeitsanforderungen.

Die genannten skalierbaren Lösungen bieten viele Vorteile. Sie reduzieren die Projektentwicklungszeit um bis zu 80 %, sie mindern das Projektrisiko, da die digitale Konnektivität bereits von ABB getestet wurde, sie lassen sich einfach an verschiedene Projekte anpassen, und sie können jederzeit durch Hinzufügen weiterer Funktionalitäten vom ABB Marketplace™ erweitert werden, ohne dass die Hardware ausgetauscht werden muss. So können bei einem Upgrade von elektrischen Systemen im Vergleich zu einem traditionellen Austausch bis zu 70 % der Kosten eingespart werden.

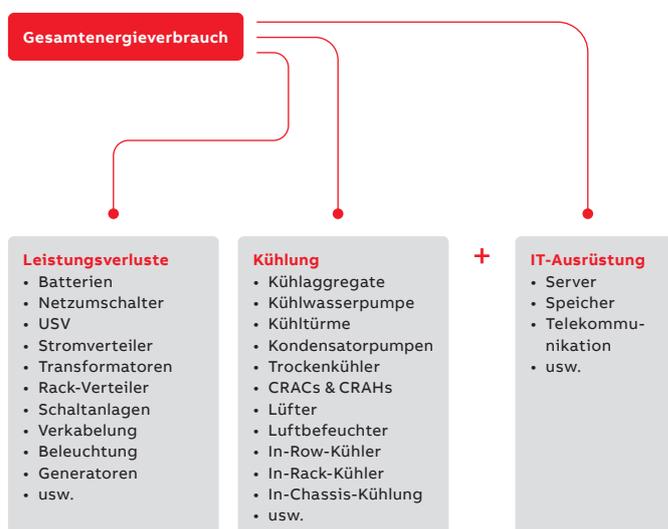
Essential-Monitoring-Lösung

Die Essential-Lösung basiert auf zwei Leistungsschaltern vom Typ Emax 2 oder Tmax XT. Diese messen alle elektrischen Parameter (Strom, Spannung, Frequenz, Wirk-, Blind-, Scheinleistung und -energie, Leistungsfaktor, Scheitelfaktor, THDI, THDU) am USV-Ausgang und Anlageneingang. Die Anbindung der beiden Schalter erfolgt über das Modbus-TCP-Kommunikationsprotokoll.

PUE-WERT VON RECHENZENTREN

(Power Usage Effectiveness)

$$PUE = \frac{\text{Verbrauchte Gesamtenergie}}{\text{Energieaufnahme der IT}}$$





04

Die Messungen werden über das ABB Ability™ Edge Industrial Gateway gesammelt und im lokalen Gateway gespeichert oder in die Cloud übertragen. Im letzteren Fall stehen sämtliche Informationen auf der neuen ABB Ability™ Energy and Asset Manager Cloud-Plattform zur Verfügung und können von überall mit jedem internetfähigen Gerät abgerufen werden.

Neben der Cloud-Anbindung besteht auch die Möglichkeit, die Messgeräte (Leistungsschalter) an das lokale Infrastruktur-Management des Rechenzentrums (DCIM) anzuschließen und die verfügbaren Informationen auf kundenspezifische Weise zu nutzen.

Die Lösung ist einfach und günstig in der Anschaffung, bietet mit zwei installierten Messpunkten aber nur wenig Informationen über den Energieverbrauch des Rechenzentrums. Folglich sind die Möglichkeiten zur Verbesserung der Gesamteffizienz und Zuverlässigkeit begrenzt.

Enhanced-Monitoring-Lösung

Bei dieser Lösung gelten die gleichen Voraussetzungen hinsichtlich Messungen, Software und Kommunikation wie bei der Essential-Lösung. Allerdings werden die Messungen bei der Enhanced-Lösung von einer größeren Zahl von Schutzgeräten und dem neuen System pro M compact® InSite vorgenommen, sodass mehr Daten zur Verfügung stehen.

—
Die Sicherheit der Daten wird durch ein hohes Maß an Cybersicherheit gewährleistet.

Die Informationen stehen in der Cloud und/oder lokal zur Verfügung. Ein hohes Maß an Cybersicherheit, entwickelt in Zusammenarbeit mit Microsoft, sorgt dabei für die Sicherheit der

—
04 Die Komponenten von ABB sind auf eine maximale Flexibilität ausgelegt.

Daten. So ist eine äußerst flexible, einfache und genaue Berechnung des PUE-Werts möglich. Dank der Lastgruppierungsfunktion lässt sich die Anlagenübersicht schnell und flexibel anpassen →04. So können beispielsweise alle Schutzgeräte für die Kühllast zusammengefasst werden, sodass neben den Einzelwerten auch die Verbrauchswerte der gesamten Kühllast abgelesen werden können.

Mit einer höheren Genauigkeit, vielen Messpunkten und Informationen über Betriebszustände können die Geräte mit dem höchsten Energieverbrauch bestimmt und entsprechende Abhilfemaßnahmen getroffen werden. So lassen sich auf einfache Weise kostengünstige Veränderungen zur Verbesserung der Gesamteffizienz des Rechenzentrums realisieren. Gleichzeitig ermöglicht eine einzigartige Funktion für offene Leistungsschalter die vorausschauende Planung von Wartungsarbeiten. Mit UPS Insight können zudem alle wichtigen Parameter des USV-Systems überwacht werden. Dazu gehören Echtzeitwerte von Strom und Spannung, Temperatur und Batterieladestatus sowie Alarmer und andere Ereignisse.

Advanced-Monitoring-Lösung

Diese Lösung ermöglicht eine noch umfassendere Überwachung. Die damit verbundene feingliedrige Messarchitektur ist nicht auf IT- und mechanische Lasten beschränkt und deckt eine Vielzahl weiterer Lasttypen ab. Die Advanced-Lösung kann für Rechenzentren aller Art und Größe verwendet werden. Natürlich gilt: Je größer und komplexer ein Rechenzentrum ist, desto wichtiger ist eine Kostenreduzierung ohne Beeinträchtigung der Energieeffizienz oder Zuverlässigkeit.

Berechnungen von ABB unter Berücksichtigung der typischen Kosten zeigen, dass mit der Advanced-Lösung für einige Geräte wie die offenen Leistungsschalter vom Typ Emax 2 bis zu 36 % der Wartungskosten eingespart werden können. Außerdem helfen präzise Informationen zum Zustand jedes Geräts und eine regelmäßige Wartung dabei, die Zuverlässigkeit der gesamten Anlage drastisch zu erhöhen. So wird die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls reduziert, der pro Vorfall bis zu 2,4 Mio. USD kosten kann [4]. Die Tatsache, dass alle überwachten Geräte kontinuierlich Selbstprüfungen durchführen, mindert zudem die Wahrscheinlichkeit einer ungeplanten Wartung. Erkennt ein Gerät eine Abweichung im Hinblick auf die vom Kunden definierten oberen und unteren Schwellenwerte, löst es einen Alarm aus.

Reduzierung der Verteilungsverluste

Neben der Verbesserung der Effizienz mithilfe einer zunehmend präzisen Überwachung des Energieverbrauchs stehen Betreibern von Rechenzentren Technologien zur Reduzierung der Verteilungsverluste zur Verfügung. ABB bietet Lösungen an, mit denen sich diese Verluste auf 5 % reduzieren lassen. Dieser Ansatz eignet sich besonders für Anlagen mit einer großen Zahl von Messgeräten, die in der Lage sind, Informationen zu den Ursachen von Verteilungsverlusten zu liefern, und somit eine Optimierung der Verteil-

—
Berechnungen zeigen, dass mit der ABB-Lösung bis zu 36 % der Wartungskosten eingespart werden können.

lungseffizienz unterstützen. Dies gilt auch für die IT-Ausrüstung eines Rechenzentrums. Diese kann Oberschwingungen verursachen, die die Strom- und Spannungsqualität im Netz beeinträchtigen. Solchen Problemen kann durch die Installation von geeigneten Filtern im Netz begegnet werden, doch für die korrekte Wahl und Platzierung der Filter müssen die Quellen und das Ausmaß der Verzerrungen bekannt sein.

Die Systeme von ABB sind in der Lage, Messungen bis zur 50. Oberschwingung ohne zusätzliche Geräte durchzuführen und die richtigen Informationen zu liefern, um entsprechende Verbesserungen umzusetzen. Mit den gleichen Systemen, die allesamt mit integrierten Netzanalysatoren ausgestattet sind, lassen sich noch weitere Aspekte der Stromversorgungsqualität wie Durchschnittsspannung, Spannungsspitzen und kurze Spannungsunterbrechungen, Spannungsunsymmetrien zwischen Phasen usw. überwachen, deren Erkennung und rigorose Behandlung zu einer weiteren Steigerung der Energieeffizienz und Zuverlässigkeit beitragen kann. •

Literaturhinweise

[1] IEA: „Tracking Data Centres and Data Transmission Networks 2020“. *Tracking Report – June 2020*. Verfügbar unter: <https://www.iea.org/reports/tracking-data-centres-and-data-transmission-networks-2020> (abgerufen am 15.01.2020).

[2] IEA-Analyse auf der Grundlage von: E. Masanet et al. (2020): „Recalibrating global data center energy-use estimates“. *Science* 367(6481), S. 984–986. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1126/science.aba3758> (abgerufen am 15.01.2020).

[3] EN 50600-2-2 (2014): *Information technology – Data centre facilities and infrastructures – Part 2-2: Power distribution*.

[4] Ponemon Institute (2016): „Cost of Data Center Outages“.

DIGITALE LÖSUNGEN FÜR ROTIERENDE ELEKTRISCHE MASCHINEN

Bessere Entscheidungs- findung

Die Digitalisierung bietet Industrieunternehmen die Möglichkeiten für bessere betriebliche Entscheidungen und ein besseres Kostenmanagement. Die Nutzung genauer Daten und fachkundiger Analysen ermöglicht nicht nur eine Optimierung der Zuverlässigkeit, Leistung und Energieeffizienz, sondern trägt auch zur Reduzierung der CO₂-Emissionen von elektrischen Antriebssystemen bei.

— 01 Digitale Lösungen ermöglichen eine kontinuierliche Optimierung der Energieeffizienz.

Derzeit sind weltweit mehr als 300 Millionen motorbetriebene Systeme im Einsatz. Da diese Zahl aller Voraussicht nach weiter steigen wird, gewinnt die Verbesserung der Effizienz von Antriebssystemen zunehmend an Bedeutung. Tatsächlich ließe sich der weltweite Stromverbrauch schätzungsweise um bis zu 10 % senken, wenn alle derzeit eingesetzten Motoren durch hocheffiziente Antriebssysteme ersetzt würden [1].

Eine Möglichkeit zur Verbesserung der Effizienz besteht in der Modernisierung älterer und weniger energieeffizienter Anlagen. Modernisierung ist jedoch nur ein möglicher Schritt im Verbesserungsprozess, denn digitale Lösungen ermöglichen mittlerweile eine kontinuierliche Optimierung der Energieeffizienz → 01. Das Potenzial dieser digitalen Lösungen kann jedoch nur voll ausgeschöpft werden, wenn die betreffenden Anlagen und Prozesse vernetzt sind. Dann können Daten über den tatsächlichen Energieverbrauch gesammelt, überwacht und analysiert werden. Mithilfe der so gewonnenen Erkenntnisse können Serviceexperten – des

Kunden oder seines Servicepartners – Ineffizienzen und Einsparungspotenziale identifizieren und Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung empfehlen. Ein bedeutender Aspekt für die

Digitale Lösungen ermöglichen eine kontinuierliche Optimierung der Energieeffizienz.

Energieeffizienz ist ein einwandfreier Betriebszustand der Anlagen. Hier helfen Daten von digitalen Lösungen dem Betreiber bei der Wahl der optimalen Wartungsstrategie.

Bessere Entscheidungen durch Daten

Wie sich die Energieeffizienz kontinuierlich optimieren lässt, kann nur anhand von Daten über den tatsächlichen Energieverbrauch und die Leistung der Anlagen entschieden werden.



Mari E. Haapala
ABB Motion
Baden, Schweiz

mari.e.haapala@
ch.abb.com



Das Sammeln von Rohdaten allein genügt jedoch nicht. Es müssen die relevanten Daten identifiziert werden, wobei ein vertrauenswürdiger Servicepartner helfen kann. Außerdem müssen interne oder externe Experten zur Verfügung stehen, die die Ergebnisse analysieren und interpretieren können, um wirksame Wege zur Verbesserung der Energieeffizienz zu finden →02. Dies erfordert auch ein gutes Verständnis der verwendeten Technik, z. B. von Motoren verschiedener Marken oder Frequenzumrichtern von ABB.

Datenerfassung in der Praxis

Das Vernetzen von Geräten zur Datenerfassung und Bereitstellung von Remote Services ist seit dem Aufkommen von sicheren Cloud-Plattformen sehr viel einfacher geworden. Speziell entwickelte Lösungen wie ABB Ability™ Condition Monitoring können die Daten von vernetzten Geräten zur weiteren Verarbeitung erfassen, auch wenn sich diese in entfernten Anlagen befinden. Auf diese Weise können Kunden von cloudbasierten Analy-

Die Datenerfassung wird zunehmend auf ganze Prozesse und Prozessbereiche angewandt.

sen und Daten profitieren, ohne selbst Datenspeicher- oder Datenverarbeitungssysteme vorhalten zu müssen. ABB Ability™ Condition Monitoring für den Antriebsstrang nutzt z. B. Sensoren, mit denen Motoren, Generatoren, Lager und Pumpen ausgerüstet werden können, oder fest integrierte Sensorfunktionen, wie sie bei den Frequenzumrichtern von ABB zur Verfügung stehen. So können dann verschiedene Parameter wie Nutzungsmuster, Kühlung, Beanspruchung und Stromverbrauch gemessen und verfolgt werden.

Anstatt auf einzelne Anlagenteile wird die Datenerfassung zunehmend auf ganze Prozesse und Prozessbereiche angewandt. So lässt sich z. B. nicht nur der Zustand und der Wartungsbedarf einzelner Motoren, sondern des gesamten Antriebsstrangs bewerten →03.

Kontinuierliche Überwachung und zustandsabhängige Instandhaltung

Bei der zustandsabhängigen Instandhaltung werden kontinuierlich Anlagen- und Prozessdaten erfasst, um den Zustand der Anlagen zu überwachen. Diese Daten werden dann sicher

in die Cloud übertragen, wo der Kunde oder ein autorisierter Partner sie abrufen, verarbeiten und analysieren kann. Anschließend interpretiert ein Experte die Daten, um den Zustand der Ausrüstung zu beurteilen, den Wartungsbedarf zu bestimmen und dem Kunden Wartungsmaßnahmen zu empfehlen. Auf diese Weise lassen sich die Zuverlässigkeit und Leistung der Anlage verbessern, die Wartungsplanung optimieren und die Zahl der erforderlichen manuellen Inspektionen reduzieren, während unnötige Wartungsarbeiten vermieden werden. Da das System die Anlage kontinuierlich überwacht, kann es im Falle unerwarteter Abweichungen auch automatisch Warnungen und Alarme auslösen.

Bei Services mit dem Schwerpunkt Energieeffizienz werden kontinuierlich Daten zum Energieverbrauch vernetzter Motoren und Frequenzumrichter erfasst. Diese Daten können sich Serviceexperten dann genauer ansehen, um festzustellen, wo Energie eingespart werden kann, wo die größten Ineffizienzen liegen und wo Einsparungspotenziale zu finden sind. Auf der Grundlage dieser Informationen können sie Empfehlungen zu den verschiedenen verfügbaren Optionen und zu den Maßnahmen geben, mit denen sich die Energieeffizienz am wirksamsten verbessern lässt. Wenn Änderungen vorgenommen wurden, können die Serviceexperten mithilfe der kontinuierlichen Zustandsüberwachung die Effizienzgewinne nachverfolgen und überprüfen, um sicherzustellen, dass alle Antriebssysteme langfristig so effizient wie möglich arbeiten.

Digitale Lösungen im Einsatz

Im Kraftliner-Werk von SCA im schwedischen Munksund erleichtern digitale Lösungen von ABB den Übergang in eine Zukunft ohne fossile Brennstoffe. Nachhaltiges Handeln prägt die Aktivitäten des schwedischen SCA-Konzerns, dessen langfristiges Ziel der Aufbau einer Wertschöpfungskette ist, die ohne fossile Brennstoffe auskommt. Dank der Produktion von Bioenergie laufen bereits 95 % der industriellen Prozesse bei SCA ohne fossile Brennstoffe. ABB Ability™ Condition Monitoring ermöglicht SCA die sichere Erfassung von Daten, die auf einen bestimmten Einsatzbereich zugeschnitten sind, darunter wichtige Indikatoren wie Temperatur oder Nutzungsmuster.

Die tieferen Einblicke in die Produktionsprozesse, die durch die Analyse der gesammelten Daten gewonnen werden, ermöglichen die Erkennung langfristiger Leistungstrends, was dabei hilft, die



02

02 Eine fachkundige Analyse der Daten ist entscheidend für eine Leistungsoptimierung.

03 ABB Ability™ Condition Monitoring für den Antriebsstrang ist eine Lösung zur Erfassung der Daten von Frequenzumrichtern, Motoren und Pumpen, die auch für Anwendungen wie Kompressoren, Förderanlagen, Mischer und Extruderwellen genutzt werden kann.



03

Dank der ABB-Lösung können potenzielle Ausfälle im Voraus erkannt werden.

Energieeffizienz, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Anlagen zu verbessern und eine vorausschauende Wartung zu ermöglichen.

Vorausschauende Wartung

Bei der vorausschauenden Wartung werden Daten genutzt, um mögliche Probleme schon vor ihrem Auftreten zu identifizieren und so die Prozessstabilität und eine maximale Verfügbarkeit der Anlagen sicherzustellen. Im Rahmen der vorausschauenden Wartung analysieren Serviceexperten aktuelle und historische Daten von

Motoren und Frequenzumrichtern. Anhand dieses längerfristigen Überblicks lassen sich optimale Wartungsintervalle festlegen, Leistungsabweichungen erkennen und Probleme vermeiden →04. Außerdem können Engpässe und Verbesserungsmöglichkeiten identifiziert werden.

In einem Zementwerk im tschechischen Mokrý hat der vorausschauende Wartungsansatz von ABB dabei geholfen, die Ursache für wiederholte ungeplante Stillstände zu ermitteln [2]. Dazu wurde der digitale Service ABB Ability™ Condition Monitoring für Frequenzrichter installiert, um den Zustand der Frequenzrichter im Werk kontinuierlich zu überwachen. Anhand der so gewonnenen Erkenntnisse konnten die Experten von ABB die Fehlerquelle ausfindig machen und gezielt Verbesserungsbereiche empfehlen. Damit konnte das Zementwerk von



04

einer zeitplanbasierten Wartung auf eine gezielte Wartung der richtigen Anlagenteile zum richtigen Zeitpunkt umstellen. Dank der vorausschauenden Wartungslösung von ABB ist das Werk nun auch

—
Ergebnisorientierte Geschäftsmodelle verlagern das Risiko vom Kunden auf den Servicepartner.

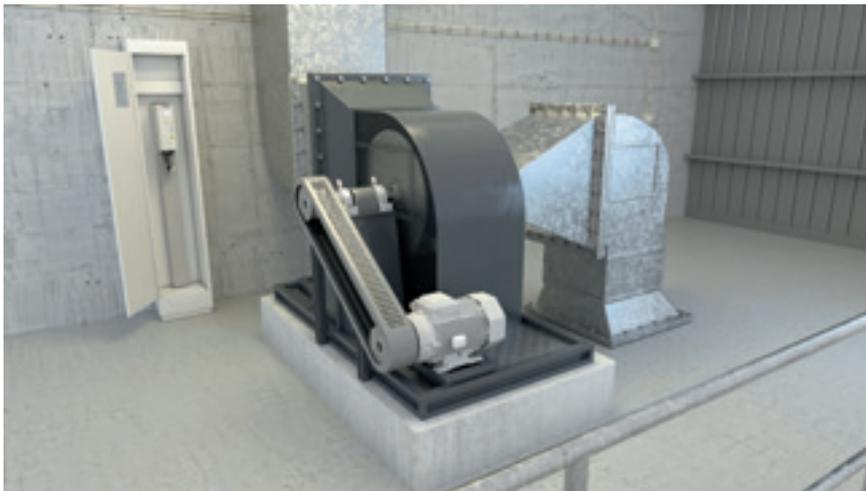
in der Lage, potenzielle Ausfälle im Voraus zu erkennen und somit ungeplante Stillstände zu vermeiden →05. So konnte Mokr innerhalb von nur drei Monaten über 210.000 USD einsparen und die Leistung und Effizienz seiner Rauchventilatoren verbessern, ohne nicht vorgesehene Investitionen tätigen zu müssen.

Ergebnisorientierte Geschäftsmodelle

Digitale Lösungen können auch genutzt werden, um völlig neue Arten von Kundenbeziehungen zu ermöglichen. Bei herkommlichen Serviceleistungen stehen für Anlagenhersteller und Servicepartner das Handeln nach Bedarf und die Lösungsfindung im Mittelpunkt. Bei ergebnisorientierten Geschäftsmodellen hingegen

verlagert sich das Risiko vom Kunden auf den Servicepartner. Kunde und Servicepartner legen gemeinsam Ergebnisanforderungen fest und bestimmen, wie diese am besten erreicht werden können. Der Servicepartner ist verantwortlich für die Sicherstellung des vereinbarten Ergebnisses. So kann ein Kunde seinen Dienstleister beispielsweise dafür bezahlen, dass er eine garantierte Produktionsverfgbarkeit oder kontinuierliche Energieeffizienz sicherstellt. In diesem Fall übernimmt der Dienstleister die Fernüberwachung der Kundenanlagen und ergreift proaktive Wartungsmaßnahmen, um das vereinbarte Ergebnis sicherzustellen. Ganz ähnlich wird ein Kunde seinen Dienstleister in Zukunft vielleicht für die Verbesserung der Energieeffizienz und die Optimierung des Energieverbrauchs bezahlen.

ABB bietet bereits solche ergebnisorientierten Geschäftsmodelle an. So hat das Unternehmen einen zehnjährigen Servicevertrag mit Statkraft, dem größten europäischen Erzeuger erneuerbarer Energien, abgeschlossen. Der Vertrag umfasst die schlussfertige Lieferung von zwei Phasenschiebersystemen mit hohem Trägheitsmoment für das Projekt „Lister Drive Greener Grid“ in Großbritannien [3]. ABB wird im Rahmen des Vertrags eine 24/7-Verfügbarkeit des Systems sicherstellen. Statkraft erwirbt mit diesem ergebnisorientierten Service einen garantierten Verfügbarkeitsgrad inklusive Wartung durch



05

ABB. Dazu wird ABB die Anlage kontinuierlich überwachen und proaktive Wartungsmaßnahmen durchführen, um Störungen zu verhindern.

Eine digitale und energieeffiziente Zukunft

Während die Vernetzung industrieller elektrischer Antriebstechnik voranschreitet, arbeitet ABB zusammen mit Kunden an neuen digitalen Lösungen und Servicemodellen, die dabei helfen, das Potenzial digitaler Daten zu nutzen und eine bessere Entscheidungsfindung zu ermöglichen. Die digitalen Services von ABB – z. B. für die Zustandsüberwachung und zustandsabhängige Instandhaltung – nutzen Daten zur Optimierung der Anlagenzuverlässigkeit, der Wartungsplanung und des Energieverbrauchs. Geplante Services, z. B. zur vorausschauenden Wartung, untersuchen die Daten genauer nach Trends, um den kommenden Wartungsbedarf frühzeitig vorherzusagen. Beide Servicearten helfen dabei, Anlagen effizienter zu betreiben und Energie und Kosten zu sparen.

— Die leistungsstarken neuen Technologien können schrittweise umgesetzt werden.

ABB ist führend bei digitalen Energieeffizienz-Lösungen für Motoren, Generatoren und Frequenzumrichter und bietet digitale Services für nahezu alle Branchen an. Unternehmen können die leistungsstarken neuen Technologien schrittweise umsetzen, um ihre Betriebe zu digitalisieren. In Zukunft werden digitale, ergebnisorientierte Geschäftsmodelle voraussichtlich ein fester Bestandteil des Geschäftslebens sein. ABB verfügt über die notwendige Kompetenz und Technologie, um diesen Übergang zu einer digitalen und energieeffizienten Zukunft noch einfacher zu machen als je zuvor. •

—
04 Eine vorausschauende Wartung rotierender elektrischer Maschinen verhindert, dass aus kleinen Problemen große werden.

—
05 Dank ABB Ability™ Condition Monitoring für Frequenzumrichter konnte ein Problem im Zementwerk Mokrá behoben werden.

Literaturhinweise

[1] P. Waide et al.: „Energy-efficiency policy opportunities for electric motor-driven systems“. *International Energy Agency Working Paper*. Paris, 2011, S. 13, 17 und 118.

[2] ABB: „ABB's condition monitoring services help Mokrá cement plant save \$210K, while increasing operational efficiency“.

Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/detail/80450/abbs-condition-monitoring-services-help-mokra-cement-plant-save-210k-while-increasing-operational-efficiency> (abgerufen am 08.12.2021).

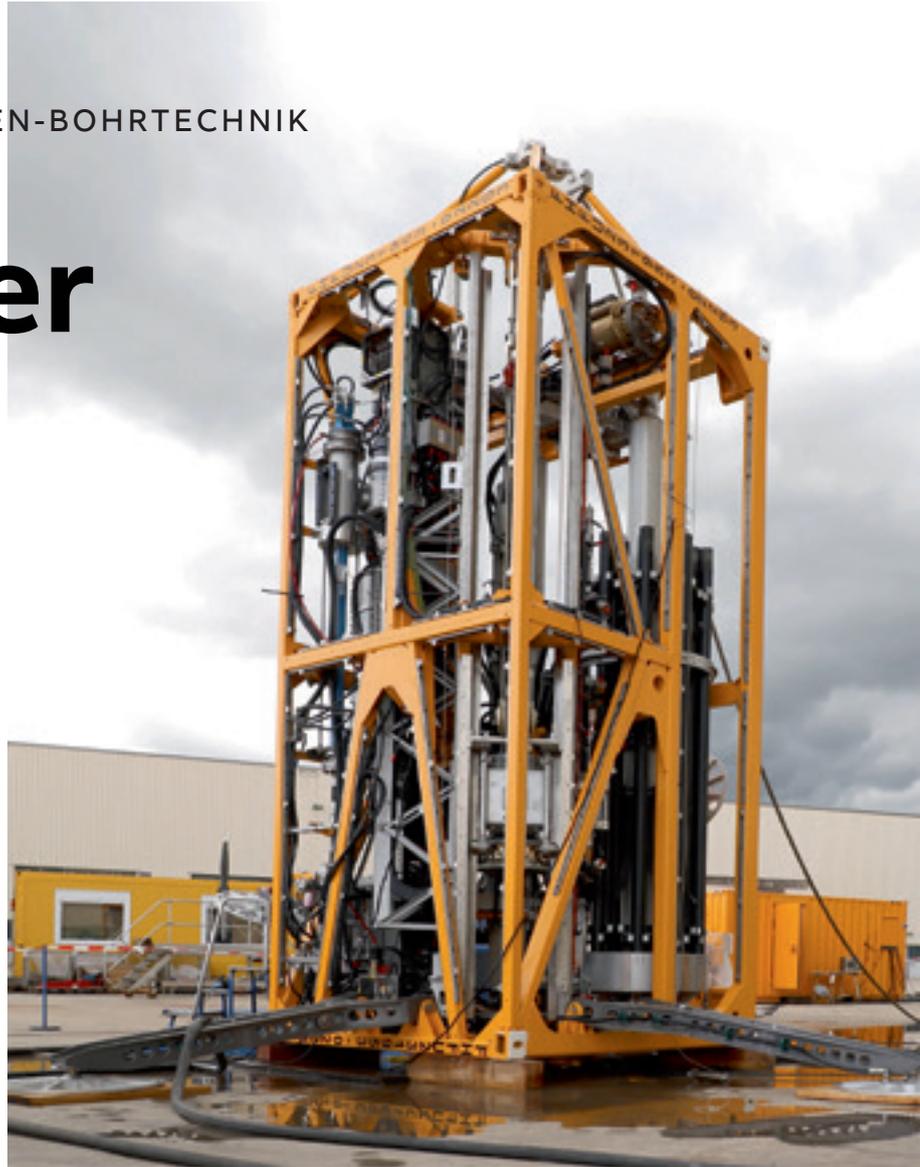
[3] ABB: „Statkraft chooses ABB synchronous condensers to help the UK National Grid

meet its zero-carbon targets“. ABB Pressemitteilung, Februar 2021. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/detail/74025/statkraft-chooses-abb-synchronous-condensers-to-help-the-uk-national-grid-meet-zero-carbon-targets> (abgerufen am 12.12.2021).

AUTOMATISIERTE MEERESBODEN-BOHRTECHNIK
FÜR EXTREME BEDINGUNGEN

Tiefbohrer

B&R hat eine Automatisierungslösung für das Meeresboden-Bohrgerät MeBo 200 bereitgestellt, das bis zu 200 m tiefe Erkundungsbohrungen in Wassertiefen von 2.500 m vornehmen kann. Das Ergebnis ist eine zuverlässige und effiziente ferngesteuerte Bohranlage, die alle Automatisierungs-, Kommunikations-, Diagnose- und Wartungsanforderungen für den kommerziellen Einsatz in extremen Wassertiefen erfüllt.



01



Stefan Messerklinger
ABB, Mobile Automation
Eggenberg, Österreich

stefan.messerklinger@
br-automation.com

Kurz vor dem Aufsetzen dringen vier Stützen mit Tellerfüßen durch die Dunkelheit und sorgen für eine sichere Landung des zehn Tonnen schweren Geräts auf unerforschtem Terrain. Anschließend beginnt die integrierte Bohreinheit mit der Erkundung des Bodens [1].

Was hier nach einer Marsmission klingt, ist in Wirklichkeit die Beschreibung eines Tiefsee-Forschungseinsatzes, bei dem ein Erkundungsgerät auf den Meeresgrund hinabgelassen wurde, um in 2.500 m Tiefe mit einer ferngesteuerten Bohreinheit bis zu 200 m tief in den Meeresboden zu bohren. Ermöglicht wird dies unter anderem durch die von B&R Industrial Automation (einem 2017 von ABB übernommenen Unternehmen, das innerhalb von ABB nun als Division für Maschinenautomation fungiert)

im Auftrag der Bauer Maschinen GmbH bereitgestellte Automatisierungs-, Steuerungs- und Kommunikationstechnik.

Eine anspruchsvolle Umgebung

Obwohl weitgehend unbeobachtet, unerforscht und unkartiert, spielt die Tiefsee eine bedeutende Rolle für das Erdklima. Außerdem ist sie eine wichtige Quelle für Energie, Nahrung und

—
Dank B&R-Technologie erkundet ein ferngesteuertes Bohrgerät den Meeresboden in 2.500 m Tiefe.



02

— 01 Gebaut für den Einsatz in 2.500 m Tiefe: Das ferngesteuerte Meeresboden-Erkundungsgerät MeBo 200 ist die zweite von MARUM und Bauer gebaute Bohrgeräte-Generation.

— 02 Mithilfe einer wassergekühlten Winde wird das 35,5 mm dicke, stahlgepanzerte Kabel auf- und abgerollt. Über ein X20-Modul von B&R ist die Winde nahtlos in die Automatisierungsarchitektur des MeBo 200 eingebunden.

Rohstoffe. Um die damit zusammenhängenden Phänomene besser verstehen zu können, sind Erkundungsbohrungen unter schwierigen Bedingungen in einer Umgebung erforderlich, die ähnlich anspruchsvoll ist wie der Weltraum.

Die Wahl der richtigen Technologie hängt dabei von der Wassertiefe, der Sedimentart, der potenziellen Bohrtiefe und der Bodenbeschaffenheit ab [3]. So herrschen in Wassertiefen von 4.000 m z. B. Temperaturen von unter 4 °C bei einem Umgebungsdruck von 40 MPa. Typischerweise besteht der Boden in 45 m Tiefe aus weichen, feinkörnigen Tonen mit undränierten Scherfestigkeiten von 5–30 kPa [2]. Unter solchen Bedingungen ist die Durchführung von Messungen und die Entnahme von ungestörten Proben schwierig, aber unverzichtbar, weshalb

entsprechend widerstandsfähige Technik erforderlich ist.

Eine kollaborative Lösung

Hier können Wirtschaft und Wissenschaft ihre Kräfte bündeln, um robuste Technologien zu entwickeln, die unter solch widrigen Bedingungen zuverlässig funktionieren. Ein Beispiel für eine

— **Das Erkundungsgerät MeBo 200 kann bis zu 200 m tiefe Kernbohrungen vornehmen.**

solche Technologie ist das Meeresboden-Bohrgerät MeBo 200, das im Jahr 2014 vom Zentrum für Marine Umweltwissenschaften (MARUM) der Universität Bremen und Bauer gemeinsam entwickelt wurde →01. Das Erkundungsgerät kann auf 2.500 m Wassertiefe hinabgelassen werden, um den Meeresboden bis in eine Tiefe von 200 m zu untersuchen. Ermöglicht wurde dies unter anderem durch die langjährige Zusammenarbeit zwischen den Experten von Bauer und B&R. Nach vielen erfolgreichen Jahren im Forschungseinsatz beauftragte Bauer B&R mit der Bereitstellung der

B&R INDUSTRIAL AUTOMATION GMBH

Als Innovationsführer auf dem Gebiet der Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierungstechnik hat ABB die B&R Industrie-Elektronik GmbH im Jahr 2017 übernommen. Damit ist ABB das einzige Unternehmen im Bereich der Industrieautomation, das die gesamte Bandbreite an integrierten Hardware- und Softwarelösungen für Steuerung, Aktorik, Robotik, Sensorik, Analyse und Elektrifizierung anbietet. Die besondere Stärke liegt in dem fundierten Anwendungswissen und der Fähigkeit, Produkte von ABB und B&R zu einer Lösung zu kombinieren. Dies macht ABB – zusammen mit B&R – zum idealen Lieferanten der Steuerungs-, Kommunikations- und Diagnosesysteme für den kommerziellen Einsatz des MeBo 200.

03

notwendigen Automatisierungs-, Steuerungs- und Kommunikationstechnik für ferngesteuerte Bohreinsätze unter extremen Umgebungsbedingungen, um das MeBo 200 auch für den kommerziellen Einsatz zu rüsten [1]. Zu den möglichen Einsatzzwecken gehören Probebohrungen in unterschiedlichen Böden von losem Sediment bis hin zu hartem Gestein, die geotechnische Erkundung für Offshore-Gründungen, die Exploration von Mineralien, die Suche nach Öl und Gas, die Erkundung von Sulfidlagerstätten am Meeresboden und die Exploration von marinen Gashydraten.

Bohrmöglichkeiten

Normalerweise kommen zur Erkundung des Meeresbodens spezielle Bohrschiffe zum Einsatz. Doch die begrenzte Verfügbarkeit und die hohen Kosten für solche Schiffe, die Auswirkungen von Wind, Wellen und Strömungen auf die Bewegungen des Schiffs und des Bohrstrangs sowie die Beschaffenheit der weichen, feinkörnigen Sedimente machen Bohrvorhaben in extremen Wassertiefen zu einer logistischen Herausforderung [2]. Mit ferngesteuerten Meeresboden-Bohrgeräten können einige dieser Schwierigkeiten gemindert oder sogar beseitigt werden: Die unmittelbare Entnahme des Bohrkerns vor Ort minimiert die Störung der Proben; die

Bohrqualität bleibt gewährleistet, da Wind, Wellen und Strömungen für den Bohrvorgang nicht von Bedeutung sind; die Mobilisierungskosten für die Kernbohrung vor Ort fallen geringer aus, da die Bohrgeräte von Mehrzweckschiffen aus eingesetzt werden können; und die Bohrkosten sind niedriger, da die Bohrstränge vom Schiff bis zum Meeresboden entfallen [4]. Daher werden für die Erkundung heute aus Kosten- und Zeitgründen häufig und erfolgreich ferngesteuerte Meeresboden-Bohrgeräte eingesetzt.

Auf dem Meeresboden

Das MeBo 200 baut auf dem Erfolg seines Vorgängers der ersten Generation auf, der seit 2004 in Betrieb ist und 70 m tief bohren kann. Die neue Version hingegen ist in der Lage, bis zu 200 m tiefe Kernbohrungen vorzunehmen. Das im Jahr 2014 in der Nordsee erfolgreich getestete MeBo

—
Bauer bat B&R, die notwendige Automatisierungs-, Steuerungs- und Kommunikationstechnik bereitzustellen.

200 vermag nicht nur in Wassertiefen von bis zu 2.500 m zu arbeiten, sondern verursacht im Vergleich zu Bohrschiffen generell eine geringere Störung der Proben beim Bohren in Sedimenten, Gestein und Gashydraten [2].

Moderne Automatisierungstechnik

Trotz des erfolgreichen Einsatzes der ersten beiden MeBo-Generationen bei der Erkundung des Meeresbodens zu Forschungszwecken waren weitere Verbesserungen notwendig, um einen breiten kommerziellen Einsatz im Einklang mit den DNV-Standards zu ermöglichen. Die Bauer Maschinen GmbH, die die Bohrtechnik, Mechanik, Hydraulik sowie das Aussetz- und Einholssystem entwickelt hatte, beauftragte B&R damit, das MeBo 200 mit folgenden Elementen auszustatten, um eine kommerzielle Anwendung zu ermöglichen:

- aktuelle und moderne Steuerungstechnik
- erweitertes Kommunikationsnetzwerk
- Schnittstellen für externe Automatisierungskomponenten
- weiterentwickeltes Diagnose- und Wartungssystem

B&R war als Partner für die Überarbeitung der Automatisierungsarchitektur prädestiniert. „Wir arbeiten schon sehr lange erfolgreich mit B&R zusammen und verwenden unter anderem seit Jahrzehnten B&R-Technik in unseren

—
03 Seit 2017 gehört B&R zum ABB-Konzern.

—
04 Das Steuerungssystem X90 mobile ist widerstandsfähig genug, um den extremen Bedingungen in der Tiefe standzuhalten.

04a Steuereinheit vom Typ X90 mobile.

04b Die X90-mobile-Steuerungen sind in versiegelten Druckbehältern untergebracht, die die Elektronik vor dem Meerwasser schützen.

Tiefbohranlagen“, sagt Lothar Schirmel, Gruppenleiter Elektronik, Automation & Controls bei Bauer.

Gemacht für extreme Bedingungen

Das MeBo 200 ist in einem Rahmen montiert und wiegt zehn Tonnen in der Luft und acht Tonnen im Wasser. Das gesamte MeBo hat die Größe eines 20-Fuß-Containers und wird von einem Forschungsschiff zum ausgewählten Untersuchungsgebiet transportiert. An der richtigen Stelle angekommen, wird das Erkundungsgerät mithilfe eines 2.700 m langen, stahlgepanzerten Kabels auf den Meeresgrund hinabgelassen →02. Über das Kabel bleibt das MeBo 200 mit dem Schiff verbunden und wird von dort aus mit Energie versorgt und gesteuert.



04a



04b

Um am Meeresboden zuverlässig Daten sammeln und auf die kilometerlange Reise zum Begleitschiff senden zu können, benötigt das MeBo 200 äußerst widerstandsfähige Technik →03. „2.500 m unter dem Meeresspiegel herrschen extreme Bedingungen. Dementsprechend robust und zuverlässig müssen alle eingesetzten Komponenten sein. Deshalb haben wir uns für das Steuerungssystem X90 mobile von B&R entschieden, das diesen extremen Bedingungen problemlos standhält“, so Schirmel.

Dank ihrer standardisierten Komponenten lassen sich die X90-Steuerungen mit Optionsmodulen an verschiedene Anforderungen anpassen →04. Das Herzstück des Systems bildet ein ARM-Prozessor. Für das MeBo 200 wurden die Steuerungen als intelligente POWERLINK-Buscontroller mit

—
Ein Echtzeit-Netzwerk unter diesen extremen Bedingungen zu betreiben, ist eine große Herausforderung.

zahlreichen integrierten I/Os konfiguriert. Über Wave-Division-Multiplexing-Medienkonverter wird das POWERLINK-Protokoll auf Single-Mode-Fiber übertragen und schiffseitig wieder zurückgewandelt.

„Ein zuverlässig funktionierendes Echtzeit-Netzwerk unter diesen extremen Bedingungen zu betreiben, ist eine große Herausforderung. Gemeinsam mit B&R haben wir diese Herausforderung jedoch gelöst. Die Experten von B&R haben uns fundiert und tatkräftig bei der Auswahl der Konverter unterstützt und durch Anpassungen an den Netzwerkeinstellungen anfängliche Kommunikationsunterbrechungen in den Griff bekommen. So stelle ich mir die Zusammenarbeit mit einem Automatisierungspartner vor“, so Schirmel weiter.

Softwareupdates vom Deck aus

Die integrierten Ethernet-Schnittstellen der X90-Steuerungen sind über Glasfaserkabel vom Schiffsdeck aus zugänglich. „Das ist wichtig für uns, weil wir so bei Bedarf Softwareupdates auf die Geräte aufspielen können, ohne das Erkundungsgerät auftauchen lassen oder den Druckbehälter mit den Steuerungen öffnen zu müssen“, erklärt Schirmel.

Die erforderlichen elektrischen Signale werden über Steckkontakte vom Druckbehälterinneren nach außen geführt, die einem Druck von 40 MPa

standhalten, wie er in Wassertiefen von 4.000 m vorherrscht. Auf diese Weise sind unter anderem

Gesteuert wird die Bohreinheit bequem von einem Container an Deck eines Forschungsschiffs.

fast 100 Proportionalventile, Absolutwertgeber und Wegmesssensoren an die integrierten I/Os der X90-Steuergeräte angeschlossen.

Alles im Blick und unter Kontrolle

Gesteuert wird die Bohreinheit bequem von einem Container an Deck des Forschungsschiffs. Im Zentrum des komplett neu aufgesetzten Bedienkonzepts steht ein mit Joysticks und Steuerelementen ausgestatteter Sitz, wie er auch in Kränen zu finden ist →05. Zusätzlich steht eine Bildschirmbedienung über drei 19-Zoll-Displays aus der Automation Panel Singletouch Familie von B&R mit einem analog-resistiven Touchscreen im Widescreen-Format zur Verfügung.

Die drei Panels zeigen alle wichtigen Informationen für die Steuerung der Bohranlage des MeBo 200 und der erforderlichen Zusatzaggregate an. Zwei weitere darüber angeordnete Monitore liefern Livebilder von acht Unterwasserkameras, mit denen der weitgehend manuell geführte Bohrvorgang visuell überwacht werden kann.

Die Daten laufen im B&R-Prozessleitsystem APROL zusammen, das auf zwei redundanten Automation PC 910 ausgeführt wird →06. Drei weitere Industrie-PCs der Serie Automation PC 3100 fungieren als ausgelagerte Visualisierungsserver.

„Wir setzen APROL bereits seit 2005 als leistungsfähige Visualisierungslösung sowie zur Datenerfassung und -verwaltung in unseren Öl- und Gas-Tiefbohranlagen ein“, berichtet Schirmel. „Zentral für uns ist dabei die performante Datenspeicherung und die Langzeitarchivierung, die APROL bietet. Dies gilt auch für den sogenannten Trend Viewer, mit dem wir die aufgezeichneten Daten visualisieren und Fehlerursachen analysieren können.“

Schrittweise Inbetriebnahme

Als eigentliche Maschinensteuerung kommt eine SPS aus dem X20-System von B&R zum Einsatz. Das X20-System ist eine durchdachte Steuerungslösung mit einem ausgeklügelten und ergonomischen Design, die die Möglichkeiten

herkömmlicher Steuerungssysteme erweitert. Die nahtlose Integration mit anderen B&R-Komponenten ermöglicht die Realisierung von Anwendungen mit ungeahnter Leistung und Flexibilität.

Durch die Trennung von Steuerung und Visualisierung kann die Bohranlage samt Hilfsaggregaten auch ohne APROL-Server schrittweise in Betrieb genommen, getestet und/oder betrieben werden.

Über das X20-System von B&R sind zudem diverse Hilfsaggregate in das Gesamtsystem eingebunden. Dazu gehören ein Hydraulikaggregat, eine Funkfernbedienung für den Deckbetrieb des MeBo 200 und die Energiezentrale mit Transformatoren für die Hochspannungsversorgung des Bohrgeräts.

Anbindung von Drittanbieter-Komponenten

„Die Hilfsaggregate sind zum Teil Zukaufteile“, sagt Schirmel. „Bei denen haben wir keinen Einfluss darauf, welchen Feldbus sie einsetzen. Aus diesem Grund schätzen wir sehr, dass B&R Schnittstellen und Bibliotheken für alle gängigen Feldbusse anbietet.“ So konnten Schirmel und sein Team problemlos den Receiver der Fernsteuerung, die Joysticks und das zugehörige Controlpanel zum vollen Nutzen des Automatisierungssystems anbinden.



05



06

— 05 Der Bohrvorgang wird über Joystick, Controlpanel und Touchscreen von einem Container auf dem Schiffsdeck aus gesteuert. Ein Live-Video-Stream von acht Unterwasserkameras ermöglicht die visuelle Überwachung des Bohrvorhabens.

— 06 Rechenleistung satt: Fünf Industrie-PCs von B&R sorgen dafür, dass Visualisierung und Datenspeicherung stets zuverlässig funktionieren.

Ein zuverlässiger Partner

„Die Flexibilität und Durchgängigkeit der B&R-Welt ermöglicht es uns, alle erforderlichen Daten lückenlos zu erfassen und an das Visualisierungs- und Datenverwaltungssystem zu übergeben, ohne dafür Schnittstellen selbst definieren oder implementieren zu müssen“, lobt Schirmel. „Deshalb und wegen der Offenheit und der Größe des Produktportfolios setzen wir insbesondere bei der Automatisierung von Sonder- und Großprojekten wie unseren neuen Offshore-Anwendungen auf B&R als Automatisierungspartner.“

Erweitertes Anwendungsspektrum

Dank B&R profitiert die neueste MeBo-Generation von höchster Industrietauglichkeit, einer leistungsfähigen, offenen Architektur, einer umfassenden Konnektivität, einer durchgängigen

— Durch die Entwicklung geeigneter Lösungen trägt B&R zur Erweiterung des Anwendungsspektrums des MeBo 200 bei.

Datenhaltung und einer lückenlosen Datenspeicherung. Durch die Entwicklung geeigneter Automatisierungs-, Steuerungs-, Konnektivitäts- und Kommunikationslösungen trägt B&R zur Erweiterung des Anwendungsspektrums des MeBo 200 bei. Damit ist Bauer in der Lage, auch kommerzielle Interessenten anzusprechen und ihnen eine attraktive Alternative für das Bohren in extremen Wassertiefen anzubieten. •

Literaturhinweise

[1] F. Rossmann: „Good Automation Runs Deep“. in Vorbereitung, S. 1–5.

[2] G. Spagnoli et al.: „First Deployment of the Underwater Drill Rig MeBo200 in the North Sea and its Applications for the Geotechnical Exploration“. *Society of Petroleum Engineers*

Publication SPE-175456-MS (2015), S. 1–14.

[3] W. McCarron: „Deep-water Foundations and Pipeline Geomechanics“. J. Ross Publishing, Fort Lauderdale (2011), S. 1–304.

[4] T. Freudenthal, G. Wefer: „Drilling Cores on the Sea Floor with the Remote-Controlled Sea Floor Drilling Rig MeBo“. *Geoscience Instrument Method Data System*, Vol. 2 (2013), S. 329–337.



Transport- wesen





66

Die Aufgabe des Transportwesens besteht darin, Waren oder Personen physisch von Punkt A nach Punkt B zu bewegen. Für eine effektive und effiziente Umsetzung müssen jedoch nicht nur Daten zwischen wesentlich mehr Punkten transportiert, sondern auch analysiert und verarbeitet werden. Die folgenden Beispiele aus den Bereichen Eisenbahn, E-Mobilität und Schifffahrt geben einen kleinen Eindruck von dem Beitrag, den ABB hierzu leistet.

- 60 **Verschleißspuren**
Untersuchung der Radabnutzung bei Eisenbahnen
- 66 **Volle Ladung**
Auf dem Weg zu einem neuen Ladeerlebnis
- 70 **Gute Fahrt!**
ABB-Technologien lassen Schiffe nie allein



70



UNTERSUCHUNG DER RADABNUTZUNG BEI EISENBAHNEN

Verschleißspuren

Ein gutes Verständnis der Verschleißmechanismen bei Radsätzen von Lokomotiven ist eine wichtige Voraussetzung für genaue Vorhersagen hinsichtlich der Abnutzung und Wartungsanforderungen. Zusammen mit den Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) hat ABB ein Projekt zur Erfassung und Analyse entsprechender Daten ins Leben gerufen, um ein besseres Verständnis des Radverschleißes und der Abnutzung von Radsätzen an Lokomotiven der Baureihe Re 460 zu entwickeln.

—
Andrea Cortinovis
Lucas Schmid
Christian Huber
ABB Traktion
Turgi, Schweiz

andrea.cortinovis@ch.abb.com
lucas.schmid@ch.abb.com
christian.huber@ch.abb.com

Robert Birke
Corporate Research
Baden-Dättwil,
Schweiz

robert.birke@ch.abb.com

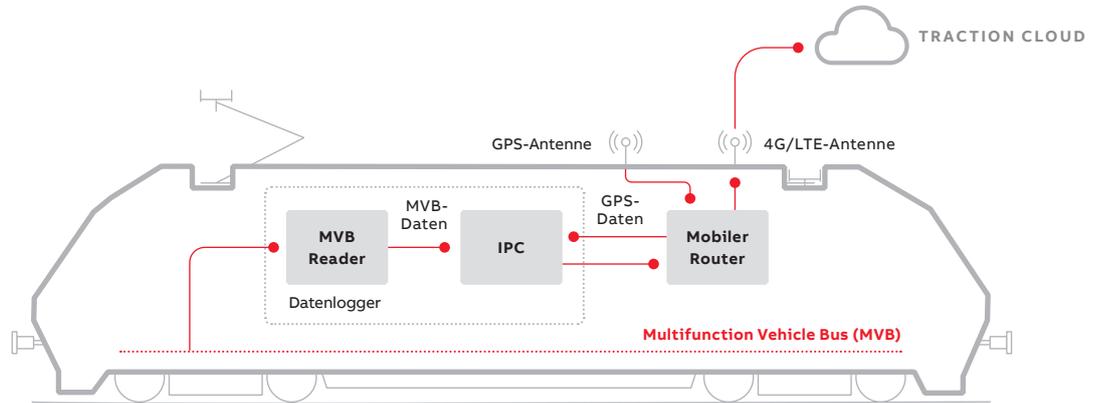
Um Personen und Güter transportieren zu können, muss eine Lokomotive eine Traktionskraft auf die Schienen ausüben. Dies funktioniert nur, wenn die Räder auf den Schienen „greifen“. Mit anderen Worten, die Traktionskraft, die den Zug beschleunigt, muss auf die Adhäsionskraft (Haftkraft) zwischen Rad und Schiene abgestimmt sein. Übersteigt die ausgeübte Traktionskraft unter normalen Bedingungen die Haftgrenze, geht die Haftung verloren und die Räder drehen durch. Dieses Phänomen wird als Radschlupf bezeichnet. Radschlupf zählt zusammen mit Torsionsschwingungen, Beschleunigungs- und Bremskräften zu den wichtigsten Faktoren, die den Verschleiß beeinflussen. In diesem Zusammenhang wird die Rad-Schienen-Interaktion von verschiedenen Faktoren beeinflusst wie das Gewicht, das auf die Kontaktfläche zwischen Rad und Schiene wirkt, die Steigung der Strecke, das Verhalten des Lokführers und die Umgebungsbedingungen (z. B. Wetter, Feuchtigkeit, Verschmutzung der Schienen usw.).

Interaktion zwischen Rad und Schiene

Die mechanischen Effekte an der Kontaktfläche zwischen Rad und Schiene spielen eine zentrale Rolle für die Leistungsfähigkeit, die Sicherheit, die Betriebskosten und die Zuverlässigkeit des

—
Das Ziel ist eine Optimierung des Antriebsstrangs und der Adhäsionsregelung.

Bahnbetriebs. Dies wird in [1] beschrieben. Eine detaillierte Übersicht zur Prognostik und zum Wartungsmanagement im Bahnbereich kann im referenzierten Artikel [2] gefunden werden. In den letzten Jahrzehnten haben sich zahlreiche Forschungsprojekte mit den mechanischen



01

— 01 Datenerfassung an der Lokomotive vom Typ Re 460.

— 02 Datenfluss von den Rohdaten bis hin zum Kundennutzen.

Eigenschaften von Rad und Schiene, der Instandhaltung von Rad- und Schienenprofilen, den mechanischen Eigenschaften von Drehgestellen (Steifigkeit usw.) und den Dämpfungseigenschaften von Schienenaufgaben befasst. In der Praxis sind die Interaktionen an der Kontaktfläche zwischen Rad und Schiene jedoch sehr komplex und werden maßgebend von den veränderlichen Adhäsionsbedingungen beeinflusst, die vor allem für angetriebene Achsen Wechselwirkungen mit dem Antriebsstrang verursachen. Daher ist es wichtig, diese Auswirkungen zu verstehen, um den Antriebsstrang und die Adhäsionsregelung zu optimieren und das Gesamtsystem verbessern zu können.

Partnerschaft

Die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) und ABB haben sich in einem Co-Creation-Projekt zusammengeschlossen, um mithilfe der Digitalisierung ein besseres Verständnis und neue datengestützte Erkenntnisse zum Radverschleiß bei den SBB-Lokomotiven der Baureihe Re 460 zu erlangen [3].

Die 119 Lokomotiven vom Typ Re 460 der SBB-Flotte wurden in den 1990er Jahren gebaut und sind mit elektrischen Systemen von ABB ausgerüstet [4]. Vor Kurzem wurde die Flotte einem umfassenden, von der SBB und ABB gemeinsam

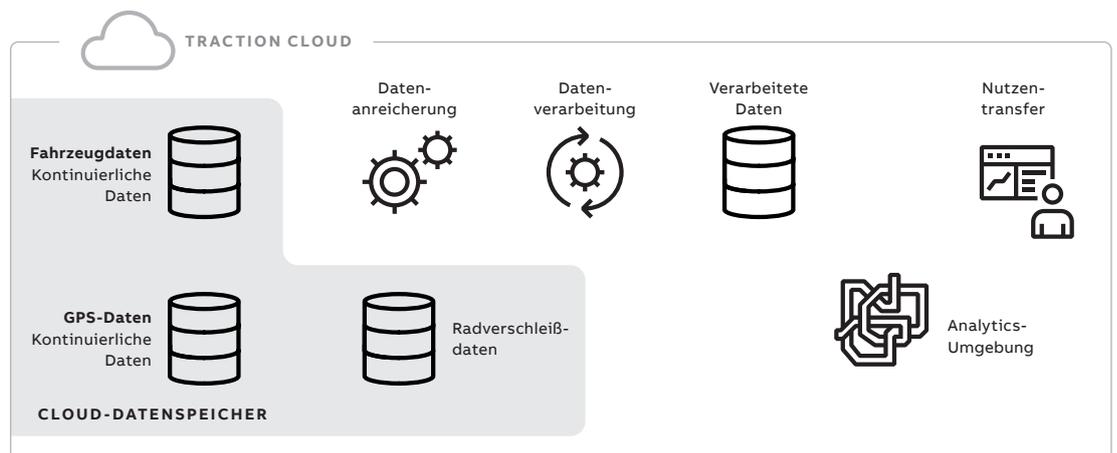
umgesetzten Modernisierungsprogramm unterzogen, das unter anderem den Einbau neuer, hochmoderner Stromrichter beinhaltet [5].

Die Untersuchungsfelder des hier beschriebenen Projekts umfassten unter anderem Themengebiete wie das Verhalten der Traktionsregelung unter schwierigen Adhäsionsbedingungen sowie den Einsatz der Schleuderbremse, Schnellbremsung und Sander. Im Zusammenhang mit dem Re 460-Retrofit wurde besonderes Augenmerk auf das Verstehen des sogenannten Rollierverhaltens der Radsätze gelegt, bei dem es zu Torsionsschwingungen der Räder gegeneinander kommt [6].

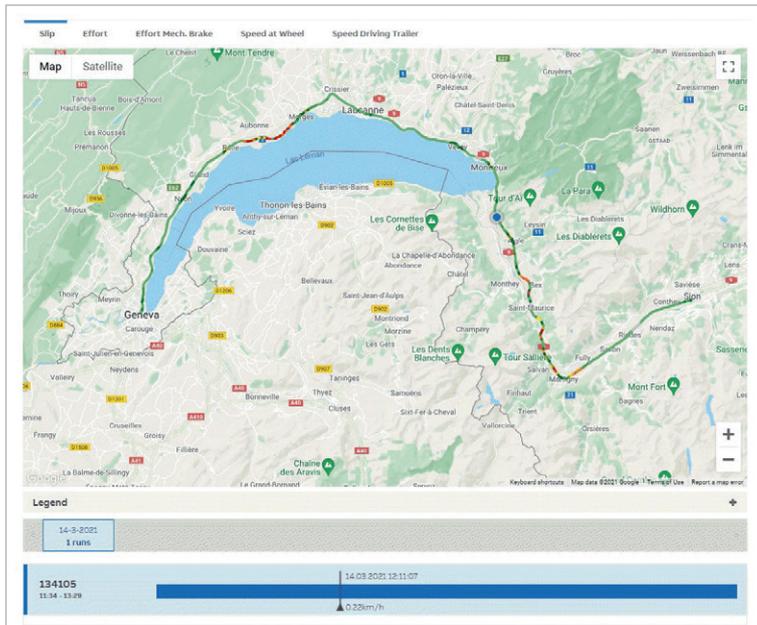
Erfassung der Daten

Für das Projekt wurden fünf Lokomotiven der Baureihe Re 460 mit einem bahntauglichen Industrie-PC (IPC) und einem sogenannten MVB Reader ausgerüstet, der Prozessdaten vom Fahrzeugbus (Multifunction Vehicle Bus, MVB) auslesen kann →01.

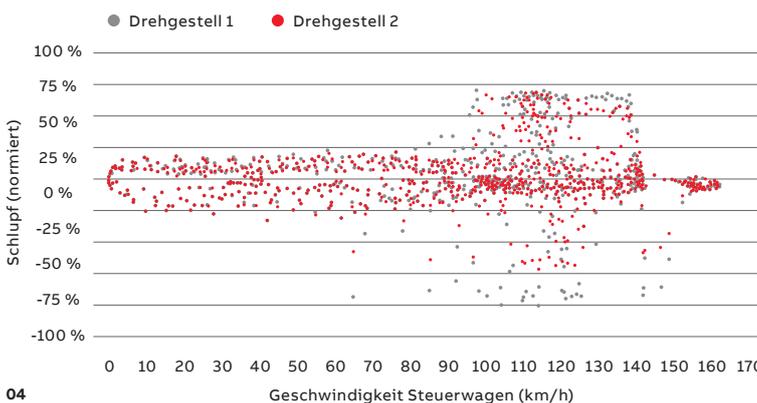
Der MVB Reader wurde so konfiguriert, dass alle relevanten Signale zum Rad-Schienenkontakt mit der höchstmöglichen Abtastrate von 20 Hz vom Fahrzeugbus gelesen und an den IPC übermittelt werden können. Zu den erfassten Signalen gehören z. B. die aktuellen Zugkräfte,



02



03



04

der Luftdruck in der Hauptleitung und den Bremszylindern, die Intensität der Torsionschwingungen in den Achsen, die Drehgeschwindigkeit der vier angetriebenen Achsen und die Fahrzeuggeschwindigkeit.

Ein zweiter Datenkanal erfasst im Sekundentakt die aktuelle geografische Position der Lokomotive. Jede Lokomotive vom Typ Re 460 ist standardmäßig mit einem mobilen Router ausgerüstet. Mit diesem werden die Daten per Mobilfunknetz über einen sicheren Datenübertragungskanal in die Traction Cloud übermittelt →02.

Von Daten zu Wissen

Nach der Datenaufnahme werden die Daten mithilfe von Datenpipelines in der Traction Cloud verarbeitet und gespeichert. Zu den typischen Aufgaben von Datenpipelines gehören die Zusammenführung verschiedener Datenquellen (z. B. Offline-Radverschleißdaten), die Aggregation von Daten, die Berechnung verschiedener Statistiken

und die Durchführung von Datenanalysen. Schließlich erfolgt der Nutzentransfer an den Kunden durch Bereitstellung von zweckbedingten Visualisierungen, Berichten und Datenschnittstellen, die als Grundlage für Analyse-Workshops im Rahmen eines Co-Creation-Ansatzes dienen.

Als Beispiel für einen solchen Nutzentransfer wurde ein maßgeschneidertes Web-Portal zur Visualisierung der verarbeiteten Daten entwi-

Das Web-Portal ermöglicht die Identifikation von außergewöhnlichen Ereignissen.

kelt. Dieses bietet eine schnelle Übersicht über den bisherigen Einsatz der Lokomotiven. Darüber hinaus ermöglicht es die Identifikation von außergewöhnlichen Ereignissen oder speziellen Situationen, sodass diese genauer analysiert werden können.

Neben der Darstellung der wichtigsten Signale im zeitlichen Verlauf bietet das Web-Portal eine Auswahl verschiedener Ansichten zur Visualisierung der Daten. So lassen sich z. B. zwei Signale in einem Streudiagramm als Punktwolke oder in einem zweidimensionalen Histogramm als Häufigkeitsverteilung abbilden. Außerdem ermöglicht das Portal die Darstellung der aufgezzeichneten Daten auf einer Landkarte, um z. B. Streckenabschnitte mit besonders hohem Rad-schlupf zu identifizieren →03.

Das Web-Portal bietet zudem verschiedene Filtermöglichkeiten, um nur eine Untermenge der Daten zu visualisieren. So lassen sich wahlweise die Daten von einem oder von beiden Drehgestellen darstellen. Ein Filtern nach Zugkonfiguration ist ebenfalls möglich – z. B. um nur Fahrten auszuwählen, bei denen die Lokomotive im Schiebe- statt im Zugbetrieb mit einem bestimmten Drehgestell voraus eingesetzt wurde.

Fallbeispiel: schwierige Adhäsionsverhältnisse

Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie das Web-Portal genutzt werden kann, um das Verhalten der Lokomotive unter bestimmten Bedingungen besser zu verstehen. →03 stellt den Rad-Schienen-Schlupf an einem regnerischen Tag auf dem Streckenabschnitt zwischen Sion und Genf auf einer Landkarte farbige dar.

Die Daten zeigen, wo über längere Streckenabschnitte schwierige Adhäsionsverhältnisse

03 Rad-Schienen-Schlupf über GPS-Position. Niedrige Schlupfwerte sind in Grün und hohe Schlupfwerte in Rot dargestellt.

04 Streudiagramm des Schlupfs gegenüber der Fahrzeuggeschwindigkeit für eine Fahrt mit schwierigen Adhäsionsverhältnissen.

05 Vergleich zweier Fahrten auf derselben Strecke bei schwierigen Adhäsionsverhältnissen (links) und trockenen Bedingungen (rechts).

06 Das Tool ermöglicht statistische Vergleiche des Betriebs der verschiedenen Lokomotiven, für die die Daten erfasst wurden.

herrschen (erkennbar an den roten und orangen Markierungen für erhöhten Schlupf). Nun kann der Benutzer die gleiche Fahrt in einem Streudiagramm visualisieren und dabei die gewünschte Signalkombination auswählen. →04 stellt z. B. die Geschwindigkeit gegenüber dem Schlupf dar. Aus diesem Diagramm lässt sich erkennen, dass der erhöhte Radschlupf bei dieser Fahrt vor allen bei höheren Geschwindigkeiten aufgetreten ist. Außerdem zeigen die Daten, dass das vordere Drehgestell 1 tendenziell höhere Schlupfwerte aufweist als das nachlaufende Drehgestell 2. Dieser Effekt lässt sich unter schwierigen Adhäsionsbedingungen häufig beobachten. Die Traktionsregelung optimiert die Gesamtzugkraft der Lokomotive, indem sie am vorlaufenden Drehgestell einen höheren Schlupf zulässt, wodurch die Schienenoberfläche so konditioniert wird, dass das nachlaufende Drehgestell bessere Adhäsionsbedingungen vorfindet.

Ein weiterer interessanter Vergleich zweier Fahrten auf derselben Strecke ist in →05 dargestellt. Das linke Diagramm wurde bei schwierigen (feuchten) Adhäsionsverhältnissen aufgezeichnet, während das rechte Diagramm die Signal-

verläufe bei guten (trockenen) Bedingungen zeigt.

Statistiken

Neben detaillierten Einblicken bietet das Tool auch die Möglichkeit zu schnellen Übersichten. Dazu stehen zwei Arten von Statistiken zur Ver-

Eine Optimierung des Radverschleißes bietet großes Potenzial für Kosteneinsparungen.

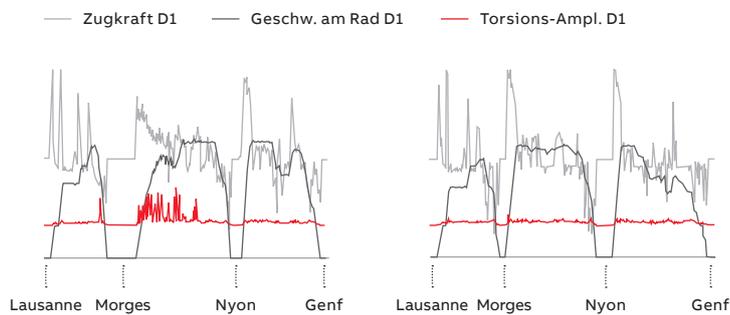
fügung: allgemeine Statistiken, die Übersichten über Lokomotiven liefern; und geografische Statistiken, die Daten bezogen auf GPS-Koordinaten darstellen.

Die allgemeinen Statistiken ermöglichen einen einfachen Vergleich der Daten von verschiedenen Lokomotiven. Dazu können Daten und Ereignisse über unterschiedliche Zeitskalen, wie monatlich oder jährlich, visualisiert werden. So können z. B. Balkendiagramme der Betriebsstunden und Betriebskilometer einen Überblick über die Nutzung verschiedener Lokomotiven liefern →06. Ferner ist es möglich, Daten miteinander zu kombinieren, um z. B. verschiedene Betriebsgeschwindigkeitsklassen zu betrachten.

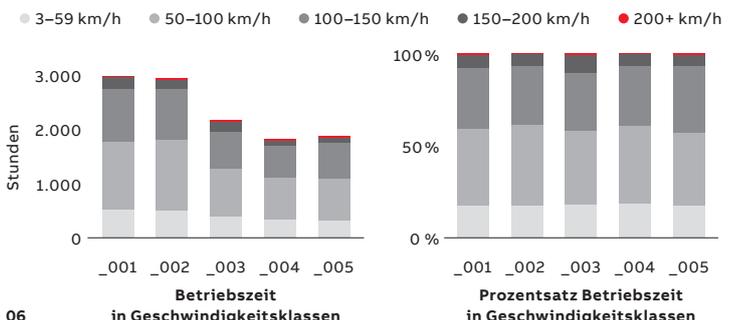
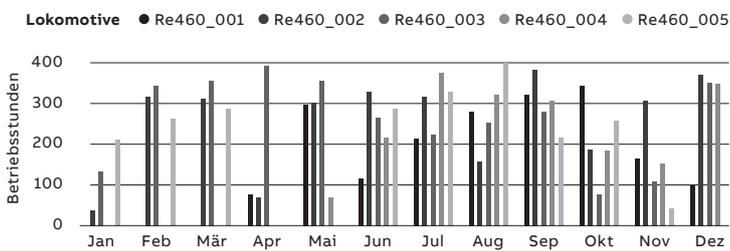
Die Geostatistiken werden als Kreisdiagramme auf einer Karte dargestellt, wobei die Kreisgröße den Ganzwert eines Parameters darstellt und die Kreissektoren die Teilwerte für einzelne GPS-Koordinaten abbilden. Dies ermöglicht die Auswertung von Lokomotivdaten in Bezug zu bestimmten geografischen Positionen. So lassen sich z. B. Problemzonen identifizieren, in denen viel gesandet wird →07 oder in denen starke Torsionsschwindungen auftreten. Die Integration von Wetterdaten ist ebenfalls möglich, z. B. um den Einfluss von feuchten Witterungsverhältnissen auf den Radschlupf zu erfassen.

Radverschleiß

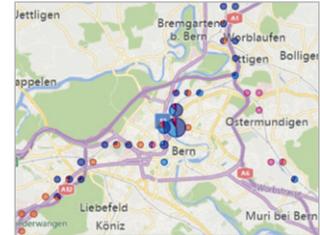
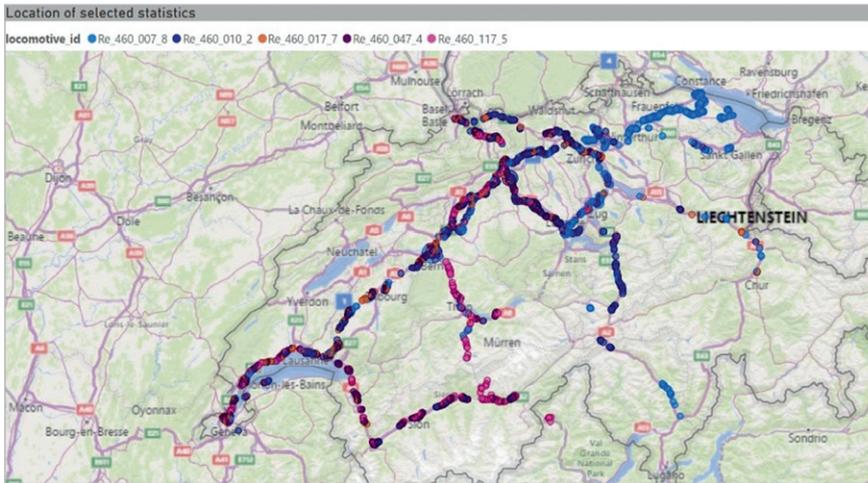
Die Radabnutzung wird periodisch geprüft, um festzustellen, wann ein Überdrehen oder ein Radsatztausch notwendig ist. Solch ein Austausch ist ein aufwendiger Vorgang, aber selbst das Messen und Überdrehen des Radprofils ist mit Ausfallzeiten verbunden, da die Lokomotive aus dem regulären Betrieb genommen werden muss. Daher bietet eine Optimierung der Wartung und des Radverschleißes großes Potenzial für Kosteneinsparungen.



05



06



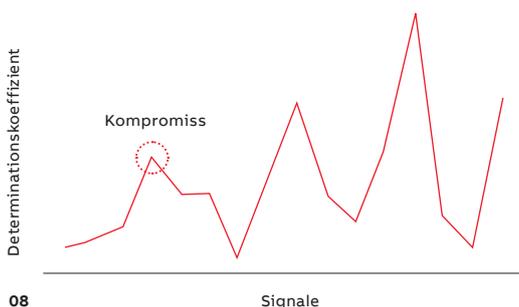
07

Das Ziel der Datenanalyse ist einerseits die Vorhersage des Radverschleißes, damit Radmessungen nur dann durchgeführt werden, wenn dies nötig ist, und andererseits die Identifizierung der wichtigsten Radverschleißfaktoren als Grundlage für Optimierungen, die die Lebensdauer des Rads verlängern.

Bei der Analyse wird aus den aufgezeichneten Daten und mithilfe von vorhandenem Wissen eine Liste von Signalen erstellt, die die Radab-

Das Verständnis zahlreicher physikalischer Wechselwirkungen konnte verbessert werden.

nutzung potenziell beeinflussen. Diese Signale werden dann in einen sogenannten Feature-Auswahlprozess eingespeist, um die besten Modelleingänge zu identifizieren. Zuerst werden konstante Signale entfernt. Dann wird das Modell mit abnehmenden Teilmengen der verbleibenden Signale trainiert. Bei jedem Durchlauf wird das Signal mit der niedrigsten Wichtigkeitsbewertung entfernt. Anschließend wird das reduzierte Modell über seinen Determinationskoeffizienten gewertet →08. Der Determinationskoeffizient besagt, wie viel Varianz



08

in den Daten durch das Modell erklärt wird (je höher desto besser, maximal 1,0). Anhand der Determinationskoeffizienten wird die kleinste Gruppe von Signalen mit dem besten Kompromiss hinsichtlich der Modellleistung ausgewählt (im dargestellten Fall fünf). Diese Signale werden als Eingänge für das datenbasierte Modell verwendet.

Der Radverschleiß wird häufig mittels einfacher, auf den gefahrenen Kilometern basierenden linearen Regressionsmodellen vorhergesagt. Mithilfe der zusätzlichen Daten und verschiedener Lernalgorithmen lässt sich ein präziseres Modell erstellen. Eine Vorstellung von der Modellgenauigkeit vermittelt die Darstellung in →09, die die gemessenen Werte (auf der x-Achse) den vorhergesagten Werten (auf der y-Achse) gegenüberstellt. Im Idealfall liegen alle Punkte auf der Diagonalen, d. h. der vorhergesagte Wert gleicht dem gemessenen Wert.

Das Random-Forest-Modell (rechts) nutzt die fünf Signale aus →10, um den mittleren absoluten Fehler gegenüber dem einfachen linearen Regressionsmodell (links) um 22,8 % zu verbessern.

Praktisch nutzbare Ergebnisse

Dank der bei diesem Projekt erfassten und analysierten Daten konnte das Verständnis zahlreicher physikalischer Wechselwirkungen sowie die Transparenz des Antriebsstrangs und der Radverschleißmechanismen verbessert werden. Dies ermöglichte die Implementierung von Software-Anpassungen im Bereich des Antriebsstrangs, die zu einer Erhöhung der Laufleistung der Radsätze führten.

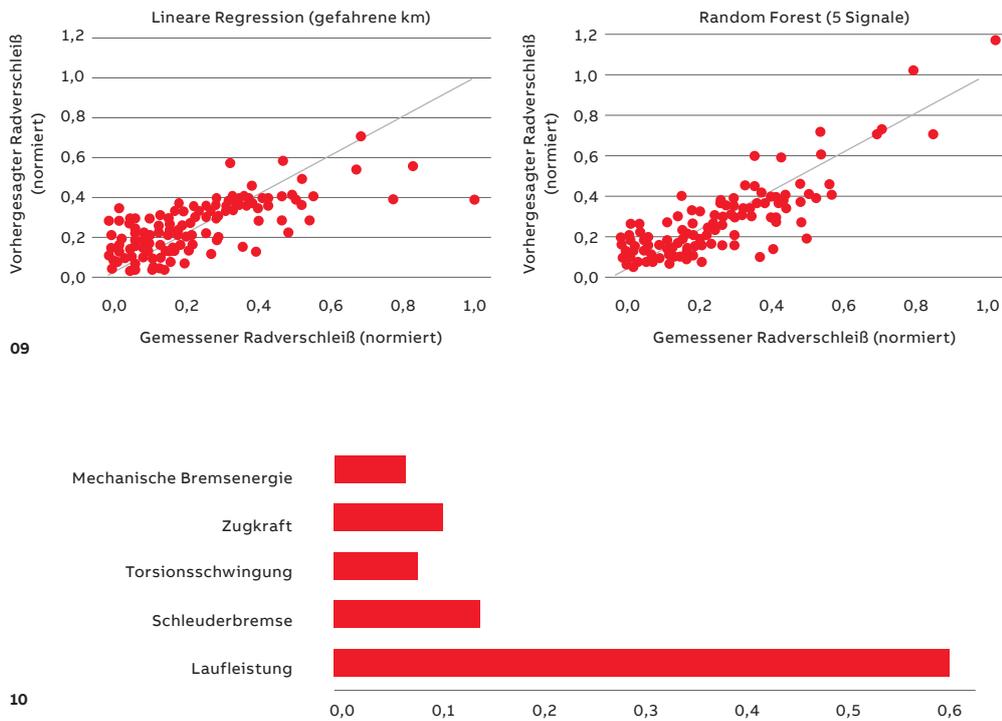
Zusätzlich zu den in der Zusammenarbeit definierten Untersuchungsfeldern konnten die aufgezeichneten Daten auch für weitere Themenfelder genutzt werden. Beispiele hierfür sind unter anderem die Unterstützung beim Rollier-Nachweis der Achsen, die Erkennung von Sensorproblemen vor Testfahrten und das Nachvollziehen von

—
07 Kreisdiagramme auf einer Kartendarstellung zeigen die Nutzungshäufigkeit der Sandungsvorrichtung.

—
08 Determinationskoeffizient für eine abnehmende Zahl von Signalen.

—
09 Das Random-Forest-Modell (rechts) verbessert den mittleren absoluten Fehler gegenüber dem einfachen linearen Regressionsmodell (links) um 22,8 %.

—
10 Die fünf Signale aus dem Feature-Auswahlprozess.



Pantographensprünge bei fixen Oberleitungen. Dies zeigt, wie vielseitig die Daten verwendet werden können und wie viel verstecktes Potenzial ausgeschöpft werden kann, wenn die Daten in

Die aufgezeichneten Daten konnten auch für weitere Themenfelder genutzt werden.

verarbeiteter und strukturierter Form vorliegen. Das mithilfe dieses Projekts gewonnene Know-how wird auch in zukünftige Stromrichter und deren Steuerungen einfließen.

Wie bei jedem großen Projekt gab es einige Herausforderungen und Lehren, die daraus gezogen werden können. Vor allem am Anfang des Projekts war sehr viel Zeit und Aufwand nötig, bis die Daten zuverlässig aufgezeichnet werden konnten und eine wohlstrukturierte Datengrundlage geschaffen war. Auch bei den Daten selbst gab es viele Herausforderungen. Diese reichten vom Zusammenführen von sehr langsamen und sehr schnellen Zeitreihendaten bis hin zu Datenqualitätsproblemen – ganz zu schweigen vom nicht immer ganz einfachen Unterscheiden zwischen Korrelation und Kausalität.

Das Projekt ist auch ein gutes Beispiel für einen Co-Creation-Ansatz, bei dem das Produkt nicht einfach nur eine zu erbringende Leistung darstellt, sondern bei dem ABB und der Kunde gemeinsam Ziele definieren, Beobachtungen teilen und die Entwicklung vom Anfang bis zum Ende begleiten. •

Literaturhinweise

[1] R. Lewis, U. Olofsson: „Wheel-Rail Interface Handbook“. Woodhead Publishing, 2009.	Slovenien, 18.–22. Juni 2017.	[4] J. Luetscher, J. Schlaepfer: „The 'Locomotive 2000' – a new generation of high-speed, multipurpose locomotives – 99 main-line locomotives with AC propulsion for Swiss Federal Railways“. <i>ABB Review</i> 10/1992, S. 25–33.	[5] T. Hungerberger: „IGBT-Stromrichter verlängern die Lebensdauer der Lokomotive Re460“. <i>ABB Review</i> 1/2017, S. 65–69.	ABB-Medienmitteilung, 14.07.2020. Verfügbar unter: https://new.abb.com/news/de/detail/65238/abb-increases-the-energy-efficiency-of-the-locomotive-2000-for-an-even-more-sustainable-operation-in-the-future (abgerufen am 11.04.2022).
[2] P. Dersin et al.: „Prognostics and health management in railways“. 27 th European Safety and Reliability Conference (ESREL 2017), Portoroz,	[3] A. Cortinovis et al. (2022): „Radverschleißuntersuchung im Co-Creation-Ansatz: Von Rohdaten zum besseren Verständnis der Radabnutzung“. <i>ZEVrail</i> Ausgabe 08, 2022 (noch nicht erschienen).	[6] ABB Switzerland: „ABB increases the energy efficiency of the 'Lok 2000' for even more sustainable operation in the future“.		

AUF DEM WEG ZU EINEM NEUEN LADEERLEBNIS

Volle Ladung

ABB hat ihre cloudbasierten Connected Services im Bereich Ladeinfrastrukturen für E-Fahrzeuge (EVCI) überarbeitet. Die neue Asset-Lösung bietet Betreibern von Ladeinfrastrukturen die Möglichkeit, ihre Prozesse zu optimieren und ihre Betriebskosten mithilfe von datenbasierten Echtzeit-Informationen zu senken. Die Styling-Lösung hingegen ist darauf ausgelegt, Marken auf dem Display von Ladestationen durch einen flexiblen, nutzerfreundlichen und ferngesteuerten Service zum Leben zu erwecken.



Martijn Hanegraaf
ABB E-mobility
Delft, Niederlande

martijn.hanegraaf@nl.abb.com

Immer mehr E-Autos rollen täglich vom Band. Laut der Internationalen Energieagentur (IEA) wurden in den vergangenen 10 Jahren bereits über 10 Millionen E-Autos produziert. Für die Zukunft erwarten Experten einen durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von 30 % und fast 15

Laut einer Studie von Roland Berger werden bis 2030 rund 140 Millionen E-Fahrzeuge im Umlauf sein.

Millionen verkaufte E-Fahrzeuge bis zum Jahr 2025. Eine von ABB in Auftrag gegebene Studie von Roland Berger geht davon aus, dass bis zum Jahr 2030 rund 140 Millionen E-Fahrzeuge im Umlauf sind →01.

Mit dem Bestand an E-Autos wächst auch der Bedarf an einer entsprechenden Ladeinfrastruktur. Im Jahr 2021 gab es rund 1,8 Millionen Ladestationen weltweit →02 [1].

Während die Popularität von Elektrofahrzeugen stetig gestiegen ist, haben OEMs und

Ladenetzbetreiber bislang versucht, den Ladevorgang möglichst ähnlich zum Auftanken eines Verbrenners zu gestalten. Doch angesichts der Innovationskraft in diesem Bereich fragt sich die Branche mittlerweile, ob dieses Ziel ehrgeizig genug ist. Bei den umfangreichen digitalen Möglichkeiten, die zur Verfügung stehen, können und werden heutige und zukünftige Ladestationen den Fahrerinnen und Fahrern von E-Autos nicht nur ein Ladeerlebnis bieten, das das traditionelle Tanken übertrifft, sondern für Stationsbetreiber auch effizienter und kostengünstiger ist.

Weblösungen neu definiert

Als weltweit führender Anbieter von Ladeinfrastrukturen für E-Fahrzeuge (EVCI) steht ABB im Zentrum dieser digitalen Revolution. Ihrem Bestreben zur kontinuierlichen Innovation ihrer Hardware- und Software-Lösungen folgend hat ABB ihre Connected Services für Ladeinfrastrukturen überarbeitet →03. Das im April 2022 weltweit eingeführte neue Angebot wurde anhand von Kundenrückmeldungen konzipiert, um eine einfachere, flexiblere und kostengünstigere Palette von Weblösungen zu schaffen.

Das Angebot von ABB für DC-Ladestationen umfasste bislang vier Weblösungen:

- Driver Care – für nichtkommerzielle Ladetze zur Überwachung und zum Betrieb von Ladestationen



- Charger Care – eine erweiterte Servicelösung für erfahrene Ladepunktbetreiber, die Einblicke in den Ladestationsbetrieb sowie Möglichkeiten zur Diagnose und Beseitigung von Hardwareproblemen und Optimierung der Wartung bietet
- Case Management – eine mit Driver Care und Charger Care verfügbare Funktionalität für die Unterstützung durch ABB Service
- Payment – eine Funktionalität, die es Ladepunktbetreibern (CPOs) bzw. Elektromobilitätsdienstleistern (eMSPs) ermöglicht, ihr Ladenetz über Bezahlerterminalen auch für Nichtmitglieder zu öffnen und so zusätzliche Umsätze zu generieren

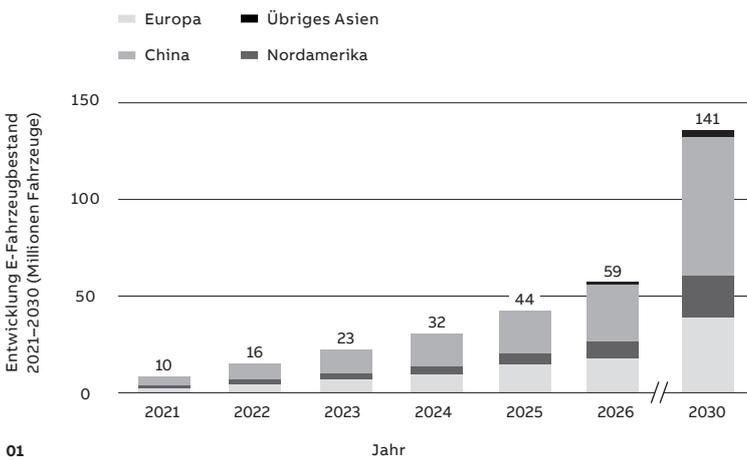
Das neue modulare Angebot →04, das zum Portfolio der vernetzten ABB Ability™-Lösungen gehört, wurde unter Beibehaltung vieler populärer Funktionen auf zwei Cloud-Services konzentriert: ABB Asset und ABB Styling. Beide basieren auf SaaS-Preismodellen und umfassen verschiedene Funktionsstufen mit

Das ABB Ability™-Portfolio beinhaltet zwei neue Cloud-Services: ABB Asset und ABB Styling.

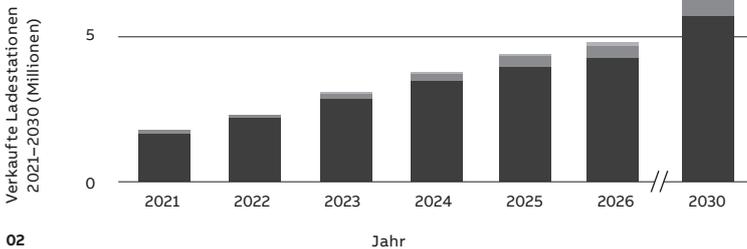
unterschiedlichen monatlichen Gebühren und optionalen „Add-ons“ zur Steigerung der Wertschöpfung für den Kunden. Die wichtigsten Kundenvorteile dieses neuen Angebots werden im Folgenden kurz umrissen.

ABB Asset

ABB Asset bietet Betreibern von Ladeinfrastrukturen die Möglichkeit, ihre Prozesse zu optimieren und ihre Betriebskosten mithilfe von datenbasierten Echtzeit-Informationen zu senken. Das flexible Angebot mit drei Stufen (Essentials, Professional und Enterprise) bietet Kunden die Möglichkeit, genau die Funktionalitäten zu wählen, die sie benötigen.



01



02

Einblicke in Lademuster, Kostenprognosen und Möglichkeiten zur Optimierung von Ladenetzen sind nur einige Beispiele für Funktionen, die mit ABB Asset ohne Investition in eine externe Betriebsmanagement-Softwareplattform zur Verfügung stehen. Eine noch effizientere Wartung und höhere Systemverfügbarkeit lassen sich durch die Fehlerbehebung aus der Ferne (Remote Troubleshooting) erreichen. Bei der Essentials-Lösung sind die Überwachung der Ladestationen und Ladevorgänge im Kauf der Hardware eingeschlossen. Außerdem besteht die Möglichkeit, bei Bedarf auf eine höhere Funktionsstufe upzugraden oder die Lösung mit Add-ons zu erweitern.

ABB Asset soll Kunden dabei helfen, durch eine höhere Verfügbarkeit und geringere Betriebskosten Vertrauen und Loyalität aufzubauen. Gleichzeitig werden die Profitabilität und die Vorhersehbarkeit zu erwartender Umsätze verbessert.

ABB Styling

Die ABB Styling-Lösung wird zunächst mit dem Funktionsumfang Professional eingeführt, um eMSPs zu unterstützen. Sie soll Anbietern dabei helfen, durch Schaffung eines besonderen Markenerlebnisses an der Ladestation Kundenloyalität aufzubauen. Mit der unübertroffenen Flexibilität der Weblösung können Marken auf dem Display von Ladestationen zum Leben erweckt und einzigartige Werbemöglichkeiten und Markenerlebnisse zur weiteren Umsatzgenerierung geschaffen werden.

Über einen einfachen Individualisierungs- und Updateprozess lassen sich verschiedene, zum jeweiligen Standort passende Styling-Sets gestalten und implementieren. Das Ergebnis ist eine flexible, nutzerfreundliche und ferngesteu-

Kunden haben die Möglichkeit, genau die Funktionalitäten zu wählen, die sie benötigen.

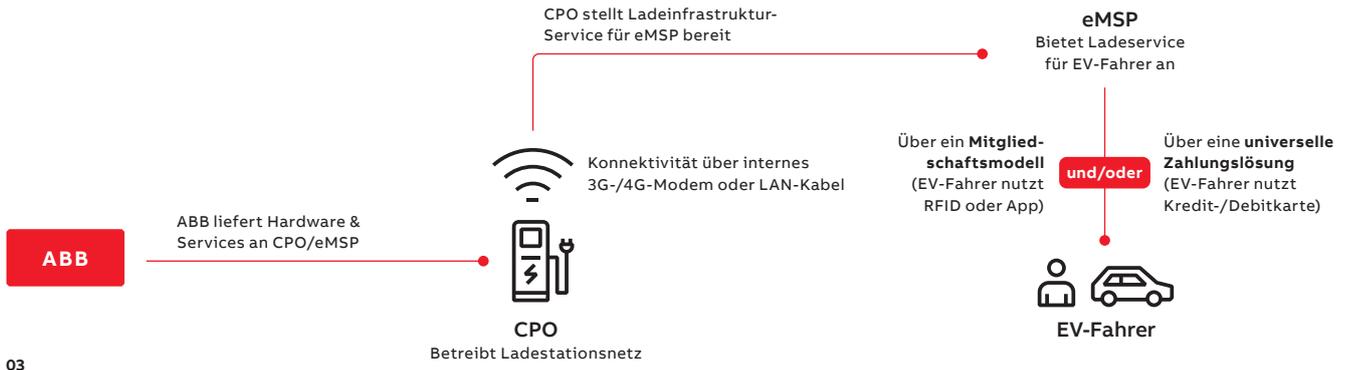
erte Lösung, die ABB-Kunden die volle Kontrolle über das Branding ihrer Ladestationen gibt. Das trägt nicht nur zur Stärkung der Kundenbindung und Steigerung der Profitabilität bei, sondern hilft auch bei der Entwicklung eines nachhaltigen, zukunftsfähigen Geschäfts. Die ABB Styling-Lösung soll in Zukunft durch zusätzliche Funktionsstufen erweitert werden, um die Flexibilität für den Kunden weiter zu erhöhen.

Optionale Add-ons

Um dem Kunden eine maximale Flexibilität zu bieten, wurden verschiedene optionale Upgrades in Ergänzung zu den beiden Hauptservices entwickelt. Sowohl die ABB Asset- als auch die ABB Styling-Lösung kann mit einem User Management Add-on erweitert werden, das das Hinzufügen von Nutzern zum Portal ermöglicht. Darüber hinaus bietet das Charger Group Management Add-on die Möglichkeit, die Verwaltung von Ladestationen für die ABB Asset- und ABB Styling-Lösungen zusammenzufassen, z. B. um die Zugangsrechte für bestimmte Gruppen von Ladestationen zu einzuschränken.

ABB Asset-Kunden profitieren zudem von folgenden zusätzlichen Upgrades:

- Alerts (verfügbar für alle Stufen) – sendet Benachrichtigungen für bestimmte, vorkonfigurierte Kriterien
- Card Payment Analysis (verfügbar für alle Stufen) – bietet zusätzliche Einblicke in Umsätze, die über Kartenterminals an den Ladestationen generiert wurden



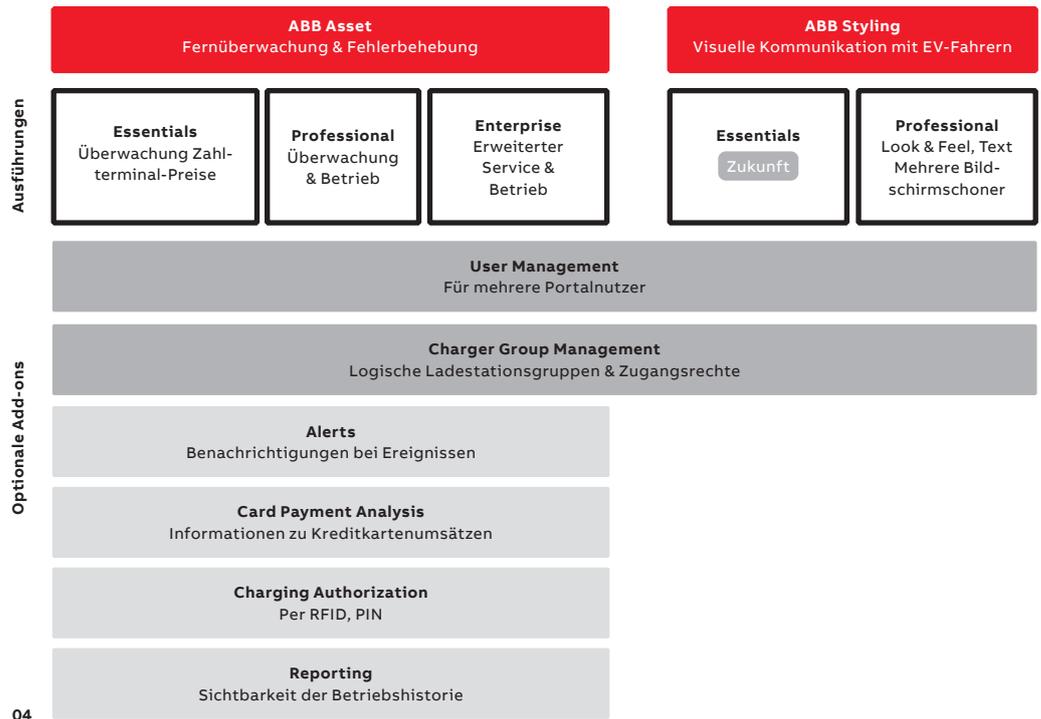
03

01 Weltweiter E-Fahrzeugbestand nach Regionen [1].

02 Geschätzte weltweite Verkaufszahlen und Umsätze für Ladestationen 2021–2030. UHPC = Ultra High Power Charging; HPC = High Power Charging [2].

03 ABB hat ihre Connected Services für Ladepunktbetreiber (CPOs) und Elektromobilitätsdienstleister (eMSPs) überarbeitet.

04 Das ABB Ability™-Portfolio von vernetzten Lösungen wurde um zwei Cloud-Services für das Laden von E-Fahrzeugen erweitert: ABB Asset und ABB Styling.



04

- Charging Authorization (verfügbar für alle Stufen) – ermöglicht die Autorisierung von Ladevorgängen per RFID oder PIN
- Reporting (verfügbar für die Stufen Professional und Enterprise) – bietet Einblicke in die Betriebshistorie

ABB Asset soll Kunden dabei helfen, Vertrauen und Loyalität aufzubauen.

Die digitale Transformation erfordert Veränderung und Innovation in vielen Lebensbereichen – so auch im Transportwesen. Während sich die Welt zunehmend mit neuen Formen der Mobilität anfreundet, bietet sich der Automobilindustrie und den beteiligten OEMs die Möglichkeit, nicht nur das Fahrerlebnis selbst, sondern auch eine ganze Reihe weiterer damit verbundener Erlebnisse wie beispielsweise das Laden von E-Fahrzeugen zu transformieren.

Die Erwartungen von Fahrern und Fahrerinnen sind zweifellos höher als je zuvor. Doch mit intelligenten und vernetzten Lösungen wie ABB Asset und ABB Styling stehen CPOs und eMSPs bereits jetzt Möglichkeiten zu Verfügung, diese Erwartungen nicht nur zu erfüllen, sondern zu übertreffen. ABB hat es sich zum Ziel gesetzt, ihre E-Mobilitätskunden auf dem Weg zur Digitalisierung zu unterstützen und Lösungen zu entwickeln, die in der Lage sind, ein neues und gehobenes Kundenerlebnis für alle zu schaffen. •

Literaturhinweise

[1 & 2] Roland Berger. E-Mobilitätsstudie im Auftrag von ABB. 06.11.2021.

ABB-TECHNOLOGIEN LASSEN SCHIFFE NIE ALLEIN

Gute Fahrt!

Der Transport von Frachten über die Weltmeere ist seit jeher ein Balanceakt zwischen Technologie und Risiko. Das gilt auch für die Hightech-Schiffe von heute.



Antto Shemeikka
ABB Marine & Ports,
Digital Services
Helsinki, Finnland

antto.shemeikka@
fi.abb.com

Sie sind regelmäßig auf Routen fernab jeglicher Expertenhilfe unterwegs. Sie transportieren große, sperrige Frachten, die extremen Beschleunigungen und Belastungen ausgesetzt sind, und sie arbeiten nach strengen Zeitplänen, die

Faktoren wie die Verteilung der Wellenperioden können eine erhebliche Auswirkung auf die Sicherheit haben.

nur wenig Raum für Fehler lassen. Ermöglicht wird dies durch ABB-Technologien zur Ferndiagnose, zur Echtzeit-Entscheidungsunterstützung bei der Fahrtplanung und -ausführung und zum Risikomanagement im Hinblick auf Schiffsbewegungen.

Mit Längen von fast einem halben Kilometer scheinen die größten heutigen Schiffe praktisch immun gegen die Kräfte um sie herum. Doch sie sind es nicht. Hochseetüchtige Schiffe wie Container- und Frachtschiffe sind regelmäßig hohen Wellen, peitschenden Winden sowie starken Strömungen und Gezeiten ausgesetzt. Darüber hinaus gibt es weniger offensichtliche Faktoren, die aber eine erhebliche Auswirkung auf die Sicherheit, Manövrierfähigkeit und den Kraftstoffverbrauch eines

Schiffs haben können, wie etwa die Verteilung der Wellenperioden und die Wellenrichtung relativ zum Kurs des Schiffs. Wie groß der Einfluss dieser Kräfte auf die Schiffsführung ist, hängt von der Größe, der Geschwindigkeit und dem Tiefgang des Schiffs ab – ganz zu schweigen von sich schnell verändernden Wetterlagen, die rasche Planänderungen erfordern.

Hinzu kommen die extremen Beschleunigungen und Belastungen, die auf große, sperrige Frachten wie Windturbinenteile, Hubinseln und Containerstapel wirken. Idealerweise müssen alle diese Faktoren und deren Einfluss auf Schiffsbewegungen wie Rollen und Stampfen bei einer Anpassung der Fahrgeschwindigkeit oder des Kurses berücksichtigt werden.

Ganz gleich, ob ein Schiff auf der Nordsee unterwegs ist, um Komponenten zu einem neuen Windpark zu transportieren, durch die schmalsten Stellen des Suezkanals navigiert oder versucht, ein sich rasch anbahnendes Unwetter im Pazifik zu vermeiden – Schiffe und ihre Fracht benötigen alle Unterstützung, die sie bekommen können. Im Folgenden soll gezeigt werden, wie eine solche Unterstützung in der Praxis aussehen kann. Dabei werden die Schiffsbetriebssoftware ABB Ability™ OCTOPUS Marine Advisory System, das Ferndiagnosesystem ABB Ability™ Remote Diagnostic System for Marine und die neue Online-Plattform ABB Ability™ Marine Fleet Intelligence vorgestellt.



01

Größeres Arbeitsfenster dank OCTOPUS

Laut der Internationalen Energieagentur (IEA) könnte die weltweite Offshore-Windenergiekapazität bis zum Jahr 2040 um das 15-fache zunehmen und Gesamtinvestitionen von rund einer Billion USD anziehen [1].

Mit zunehmender Beschleunigung dieses Trends steigt auch die Nachfrage nach Schiffen, die dieses Wachstumssegment bedienen können. Mit ihrem breiten Portfolio an elektrischen, digitalen und vernetzten Lösungen ist ABB seit Langem auch an der Ausrüstung von Errichterschiffen, Serviceschiffen und Kabellegeschiffen für die Offshore-Windindustrie beteiligt.

Eine wichtige Methode zur Maximierung der Sicherheit solcher Schiffe besteht darin, unerwünschte Schiffsbewegungen und Beschleunigungen zu reduzieren. Hier hilft das ABB Ability™ OCTOPUS Marine Advisory System dabei, wertvolle

Fracht während der Fahrt zu schützen, und ermöglicht gleichzeitig eine Steigerung der Effizienz durch Optimierung der Route unter Berücksichtigung der Schiffsbewegungen aufgrund von Witterung und Wellengang.

Betreiber von Schwergutschiffen wie United Wind Logistics setzen für eine optimierte Fahrtplanung und

—
Idealerweise müssen diese Faktoren bei einer Anpassung der Geschwindigkeit oder des Kurses berücksichtigt werden.

-durchführung zunehmend auf OCTOPUS →01 [2]. ABB geht davon aus, dass die einfach zu installierende bzw. nachzurüstende Plattform bereits



02

REMOTE SERVICES HELFEN UNTERNEHMEN DURCH DIE KRISE

Als sich gestrichene Flüge und geschlossene Grenzen auf den Schiffsbetrieb auswirkten, haben viele Kunden gemerkt, wie wichtig Remote Services sein können. Das ABB Ability™ Remote Diagnostic System for Marine hat dafür gesorgt, dass wichtige Daten für Schiffsbesatzungen und Landpersonal in der Cloud verfügbar waren. Außerdem konnten sich Kunden sicher sein, dass ihre Fragen sofort beantwortet wurden, denn das digitale Portfolio von ABB ist darauf ausgelegt, die Überwachung und Instandhaltung von Anlagen zu unterstützen und gleichzeitig den täglichen Betrieb zu optimieren.

Obwohl die Remote-Support-Systeme und insbesondere die Collaborative Operations Centers von ABB seit Jahren effektiv arbeiten, hat sich während der Corona-Pandemie gezeigt, wie wertvoll die heutigen Fernüberwachungs- und cloud-basierten Datenmanagementsysteme wirklich sind, wenn es darum geht, Wartungsprozesse zu optimieren, Kosten zu senken, Entscheidungen zu unterstützen und eine optimale Lebenszyklusbetreuung von Anlagen sicherzustellen [3].

03

für rund 90 % aller in Betrieb befindlichen Halbtaucher-Schwergutfrachter genutzt wird.

Ein jüngstes Beispiel ist der 130 m lange Deck-Carrier VestVind von United Wind Logistics mit einer Tragfähigkeit von 10.238 t, der das OCTOPUS-System zur Echtzeit-Entscheidungsunterstützung beim Transport großer Windpark-Komponenten wie Turbinen, Gründungen und Rotorblätter zu ihrem Offshore-Installationsort nutzen wird. Die Technologie wird dabei helfen, das Arbeitsfenster des Schiffs zu vergrößern, in dem es in der Lage ist, auch wetterabhängige Aufgaben sicher und effizient auszuführen.

Die Installation der marktführenden ABB-Lösung an Bord der VestVind folgt dem erfolgreichen Einsatz an Bord der beiden im Jahr 2020 ebenfalls für United Wind Logistics fertiggestellten Deck-Carrier BoldWind und BraveWind. Da Offshore-Windenergieanlagen mit immer größeren und teureren Turbinen ausgestattet werden, für die größere Spezialschiffe erforderlich sind, ist davon auszugehen, dass die Überwachung und Vorhersage der Schiffsbewegungen immer wichtiger wird und die Technologie weiter an Bedeutung gewinnt.

Digitale Reise

Das digitale Lösungsangebot von ABB ist darauf ausgelegt, die Überwachung und Instandhaltung von Anlagen zu unterstützen und gleichzeitig den alltäglichen Betrieb zu optimieren, sodass die Wartungsintervalle verlängert werden können.

—
Die VestVind wird das OCTOPUS-System zur Echtzeit-Entscheidungsunterstützung nutzen.

Das ABB Ability™ Remote Diagnostic System for Marine ist z. B. in der Lage, Daten von einer Vielzahl von ABB-Geräten zu verarbeiten und einen ganzheitlichen Überblick über den Antriebsstrang eines Schiffs zu liefern. Das Ergebnis sind eine höhere Verfügbarkeit, niedrigere Wartungskosten und ein 24/7-Zugang zu Supportingenieuren und dem globalen Netzwerk der ABB Ability™ Collaborative Operations Centers →02 – was sich besonders während der Corona-Krise als äußerst wertvoll erwiesen hat →03.

Darüber hinaus sind das ABB Remote Diagnostic System und die dazugehörigen Services sowohl proaktiv als auch reaktiv. So können einerseits die

02 Die weltweiten ABB Ability™ Collaborative Operations Centers bieten Kunden Unterstützung rund um die Uhr.

03 Die Remote-Support-Systeme von ABB helfen dabei, Wartungsprozesse zu optimieren und Kosten zu senken.

04 AB Ability™ Marine Fleet Intelligence bietet Schiffsbetreibern Informationen und Empfehlungen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit ihrer Flotte.



04

Literaturhinweise

[1] IEA: „Offshore wind to become a \$1 trillion industry“. Verfügbar unter: <https://www.iea.org/news/offshore-wind-to-become-a-1-trillion-industry> (abgerufen am 31.03.2022).

[2] ABB: „United Wind takes ABB advisory software fleetwide to boost safety and efficiency of operations“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/detail/74812/united-wind-takes-abb-advisory-software-fleetwide-to-boost-safety-and-efficiency-of-operations> (abgerufen am 22.03.2022).

[3] ABB „Remote diagnostics: fresh push for the digital shift in shipping“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/detail/64574/remote-diagnostics-fresh-push-for-the-digital-shift-in-shipping> (abgerufen am 09.11.2021).

[4] ABB: „New digital solution helps optimize ship performance across fleets“. Verfügbar unter: <https://new.abb.com/news/detail/80410/abbs-new-digital-solution-helps-optimize-ship-performance-across-fleets> (abgerufen am 10.10.2021).

Experten von ABB im Rahmen der Zustandsüberwachung Unregelmäßigkeiten aufdecken, und andererseits können sich die Ingenieure an Bord eines Schiffs an ABB wenden, wenn Sie Rat bei einem spezifischen Problem benötigen. Kürzlich empfing ein diensthabender Ingenieur in einem ABB Ability™ Collaborative Operations Center eine kritische Auslösemeldung von einem Tanker. Der Ingenieur analysierte die Daten, kontaktierte das Schiff, teilte der Crew mit, dass die Daten auf ein defektes Netzteil hindeuteten, und gab Anweisungen zur Behebung des Problems. Die Crew fand das defekte Netzteil in einem Wechselrichter und tauschte es gegen ein Ersatzteil aus. Der Schiffsbetrieb wurde nicht gestört, es ging keine Zeit verloren, und es wurden keine zusätzlichen Kosten verursacht.

Solche Beispiele unterstreichen das Ziel von ABB, die Anlagenbetriebskosten ihrer Kunden durch Partnerschaften, die auf eine stetige Optimierung der Wartung über den Lebenszyklus der Anlagen hinweg ausgerichtet sind, um 30 % zu senken.

Flottenweite Daten

Die neue Online-Plattform ABB Ability™ Marine Fleet Intelligence – Advisory →04 [4] verbindet leistungsstarke cloudbasierte Analysen und Berichtsfunktionen mit nutzerfreundlichen Visualisierungen, um Reedern, Schiffsmannagern und Charterern dabei zu helfen, die Leistungsfähigkeit ihrer Schiffe flottenweit zu optimieren. Die Plattform wird als SaaS (Software as a Service) angeboten und ist in der Lage, Daten von verschiedenen Schiffssystemen zu erfassen. Die Lösung bietet einen umfassenden Überblick über alle von den Bordsystemen erfassten Daten und ermöglicht so Leistungsvergleiche zwischen baugleichen Schiffen innerhalb einer Flotte.

ABB Ability™ Marine Fleet Intelligence – Advisory zeichnet sich durch ein einheitliches Reporting,

robuste Analysefunktionen und eine flottenweite Datenerfassung aus. Die Plattform liefert unter anderem überprüfbare Emissionsdaten, was die Transparenz der Energienutzung an Bord erhöht und die Einhaltung immer strengerer Treibhausgasvorschriften unterstützt.

Die Plattform nutzt Daten über Navigation, Antrieb, Kraftstoffverbrauch, Lastbedingungen, Wetter und Geschwindigkeit und liefert eine integrierte Auswertung der Kraftstoff-, Energie- und Emissionseffizienz, der Betriebsverfügbarkeit,

Das Ziel von ABB ist es, die Anlagenbetriebskosten ihrer Kunden um 30 % zu senken.

des technischen Zustands und der Sicherheit eines Schiffs und vergleicht die Ergebnisse mit der Gesamtflotte.

Neben der Integration in die Bordsysteme von ABB ist die Plattform in der Lage, andere Datenerfassungslösungen zu verbinden, um Analysen, Reporting und Visualisierung zu unterstützen. Nutzer können auf die Informationen zugreifen, indem sie sich beim ABB Ability™ Marine Fleet Portal anmelden. Die Online-Plattform basiert auf Microsoft Azure und integrierter Microsoft Power BI Geschäftsanalytik. Sie bietet interaktive Visualisierungen und Business-Intelligence-Funktionen mit einer intuitiven Bedienoberfläche, die die Erstellung individueller Berichte und Dashboards ermöglicht. Kurz gesagt, die neue Advisory-Plattform von ABB verknüpft Schiffsdaten mit intelligenten KPI-Dashboards und Berichtsfunktionen und ermöglicht so wertvolle Einblicke für eine optimale flottenweite Wartungsplanung. •



BUZZWORDS ENTSCHLÜSSELT

Edge- vs. Cloud-Computing

In den vergangenen Jahrzehnten haben viele Unternehmen ihre IT-Anwendungen in die Cloud verlagert, um von den damit verbundenen Möglichkeiten zur Skalierung und Verarbeitung großer Datenmengen zu profitieren.

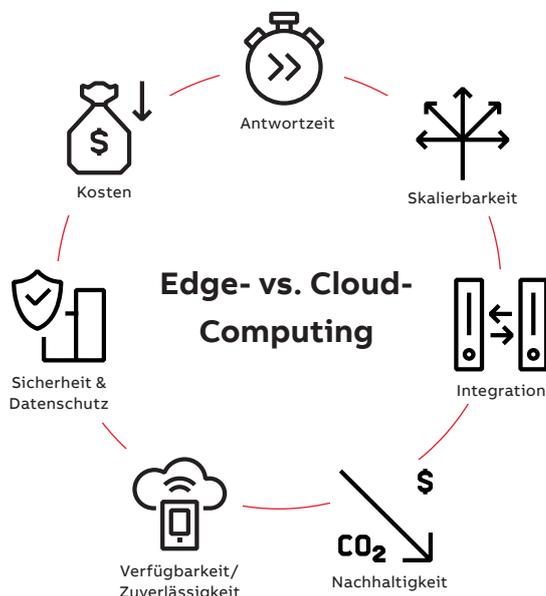


Marie Platenius Mohr
ABB Corporate Research
Ladenburg, Deutschland

marie.platenius-mohr@
de.abb.com

In vielen Fällen bieten aber auch lokalere Lösungen Vorteile, z. B. im Hinblick auf die Gesamtlatenz oder die Datensicherheit. Aus diesem Grund gilt Edge-Computing heute in vielen Bereichen als vielversprechende Technologie [1,2].

Beim Edge-Computing werden Datenverarbeitungsaufgaben in der Nähe der Datenerzeugung ausgeführt, um kürzere Antwortzeiten zu ermöglichen. Am Rand des Netzwerks, in der sogenannten Edge, können die Daten vorverarbeitet, gefiltert oder aggregiert werden, sodass nur kleinere Datenmengen in die Cloud übertragen werden müssen.



Beim Vergleich der Vorteile von Edge- und Cloud-Computing gilt es, verschiedene Aspekte zu berücksichtigen →01:

- **Performance:** Mit Edge-Computing lassen sich aufgrund der physischen Nähe der Rechenknoten zur Datenquelle leichter eine niedrige Latenz und eine hohe Bandbreite erreichen. Das bedeutet auch, dass größere Datenvolumen mit schnelleren Antwortzeiten verarbeitet werden können.
- **Skalierbarkeit:** Skalierbarkeit und Elastizität gehören hingegen zu den großen Vorteilen des Cloud-Computings.
- **Integration:** Durch Anbindung an ein Edge-Gerät lassen sich auch ältere Geräte und Geräte mit beschränkten Ressourcen in eine fortschrittliche OT-IT-Systemarchitektur integrieren [3].

—
01 Zu berücksichtigende Aspekte beim Vergleich der Vorteile von Edge- und Cloud-Computing.

Literaturhinweise

[1] M. Satyanarayanan: „The emergence of edge computing“. *IEEE Computer* 50/1 (2017), S. 30–39.

[2] Gartner: „Predicts 2021: Cloud and Edge Infrastructure“. <https://www.gartner.com/en/doc/735107-predicts-2021-cloud-and-edge-infrastructure> (abgerufen am 24.05.2022).

[3] C. Ganz: „Cloud-, Edge- und Fog-Computing“. *ABB Review* 02/2019, S. 78–79.

[4] Microsoft: „Azure Sustainability“. <https://azure.microsoft.com/en-us/global-infrastructure/sustainability> (abgerufen am 24.05.2022).

[5] The Open Industry 4.0 Alliance: „Open Industry 4.0 Alliance Technical Solution Design Principles“. White Paper, Version 1.0 (2019). Verfügbar unter: <https://www.automation.com/getattachment/d114d4ee-d9e2-426b-a788-a8f27991340a/OI4-Technical-Whitepaper.pdf?lang=en-US&ext=.pdf> (abgerufen am 24.05.2022).

[6] User Association of Automation Technology in Process Industries (NAMUR): „Reference Architecture For Industrial Cloud Federation“. DIN SPEC 92222:2021-12.

- **Nachhaltigkeit:** Zur Frage, ob Edge-Computing zu einer CO₂-armen Gesellschaft beiträgt, gibt es verschiedene Meinungen. Einerseits hilft Edge-Computing dabei, den Datenverkehr zur Cloud, den Speicherbedarf in der Cloud und die Menge der Cloud-Operationen zu reduzieren, andererseits verfolgen die großen öffentlichen Cloudanbieter auch starke Nachhaltigkeitsstrategien [4].
- **Verfügbarkeit/Zuverlässigkeit:** Edge-Geräte können auch dann betrieben werden, wenn Clouddienste nicht zur Verfügung stehen.
- **Sicherheit/Datenschutz:** In der Edge lassen sich Anwendungen und Daten für gewöhnlich leichter schützen. Verglichen mit einem System, in dem viele Geräte eigene Verbindungen zur Cloud herstellen, bietet ein gesichertes Edge-Gateway, das die Kommunikation mit der Cloud kanalisiert, eine kleinere Angriffsfläche.
- **Kosten:** Je nach Anwendung können Edge-Ressourcen kostengünstiger sein als Cloud-Ressourcen. Häufig ist Edge-Computing mit höheren Investitionskosten verbunden, verursacht aber z. B. im Falle einer kontinuierlichen Überwachung geringere Betriebskosten.

Unterm Strich haben sowohl Edge- als auch Cloud-Computing ihre Vorteile, und es sind immer Kompromisse erforderlich, wenn es darum geht, sich für eine bestimmte Anwendung zwischen beiden Möglichkeiten zu entscheiden. Dabei ist Edge-Computing nicht als Alternative zum Cloud-Computing, sondern vielmehr als

Edge-Computing gilt in vielen Bereichen als vielversprechende Technologie.

Ergänzung zu verstehen. Die Investitionen der Industrie im Bereich Edge-Computing haben in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Dazu gehören auch Bemühungen um eine Referenzarchitektur und Standardisierung für industrielle Anwendungen [5,6]. Dementsprechend ist Edge-Computing auf dem besten Weg, eine führende digitale Technologie zu werden. •

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 seit 1914; aktuell 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.

Nächste Ausgabe
04/2022
Verbindungen

IMPRESSUM

Editorial Board

Theodor Swedjemark
Chief Communications & Sustainability Officer und Mitglied der Konzernleitung

Bernhard Eschermann
Chief Technology Officer, ABB Process Automation

Amina Hamidi
Global Product Group Manager, Division Measurement & Analytics, ABB Process Automation

Daniel Smith
Head of Media Relations

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 ©2022 ABB Ltd.
Zürich, Schweiz

Druck

Vorarlberger
Verlagsanstalt GmbH
Dornbirn, Österreich

Layout

Publik. Agentur für Kommunikation GmbH
Ludwigshafen
Deutschland

Satz

Indicia Worldwide
London, Großbritannien

Übersetzung

Thore Speck
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.

3/2022 ist die 898. Ausgabe der ABB Review.

ISSN: 1013-3119

abb.com/abbreview





Willkommen in der Elektromobilität.

Wir arbeiten daran, Elektromobilität für alle
Wirklichkeit werden zu lassen. Begleiten Sie
uns auf unserem Weg unter go.abb/progress

ABB