



Industrie 4.0: Analytisch, Prozess-orientiert und transformativ

Marcel Amende, ORACLE Deutschland B.V. & Co. KG, und Thorsten Schulz, Bosch Rexroth AG

„Unsere Maschine hört sich irgendwie merkwürdig an.“ So oder ähnlich beginnen viele Anrufe von Kunden bei unserer Service-Hotline, weiß Thorsten Schulz als Produkt Manager bei Bosch Rexroth zu berichten, einem führenden Hersteller von Industrie-Steuerungen. Um das Problem näher zu analysieren, war bisher der Vor-Ort-Einsatz eines Servicetechnikers erforderlich.

Im Industrie-4.0-Zeitalter und mithilfe des Oracle Internet of Things Cloud Service, dem Plattformdienst für die Einbindung von Sensoren und Geräten aller Art in die IT eines Unternehmens, lassen sich Problem-Analysen sofort und aus der Entfernung starten. Direkt aus der CRM Cloud können zusätzliche analytische Softwarepakete über die IoT-Cloud in die Steuerung übertragen und während des laufenden Betriebes der Anlage gestartet werden. Im vorliegenden Fall kann dies eine Oszilloskop-Software sein, die eine Achsbewegung einer an die Bosch Rexroth Steuerung angeschlossenen Maschine im Detail aufzeichnet. Eine Unwucht oder Beschädigung ist so aus der Entfernung zu erken-

nen und zu bewerten. Der Einsatz eines Servicetechnikers und der Bedarf an Ersatzteilen kann vorab gut geplant werden, sollte er nötig sein.

Die analytische, ingenieurmäßige Betrachtung von Maschinen-, Geräte- und Sensordaten ist nur der erste Schritt bei einer strategischen Umsetzung von IoT-beziehungsweise Industrie-4.0-Projekten. Fachanwender werden vor allem die Unternehmensprozesse und bestehende Anwendungslandschaft im Blick haben. Die Unternehmensführung ist an innovativen und bestenfalls transformativen Geschäftsmodellen und Diensten interessiert, die neuen Umsatz bringen und das Unternehmen in das Digitalzeitalter führen.

Schritt 1: Analytische Industrie 4.0

Spricht man mit Ingenieuren über das Thema „Industrie 4.0“, steht meist der Wunsch im Vordergrund, ein möglichst umfassendes und detailliertes Wissen um die Funktion von Maschinen und Anlagen zu gewinnen. Er resultiert aus der primären Anforderung, eine hohe Gesamtverfügbarkeit der Anlage und eine bestmögliche Produktionsqualität zu gewährleisten.

Das Herz einer komplexen Industrieanlage ist die Industriesteuerung. Sie kommuniziert über moderne industrielle Feldbus-Systeme wie Profinet oder Sercos mit den elektrischen und hyd-

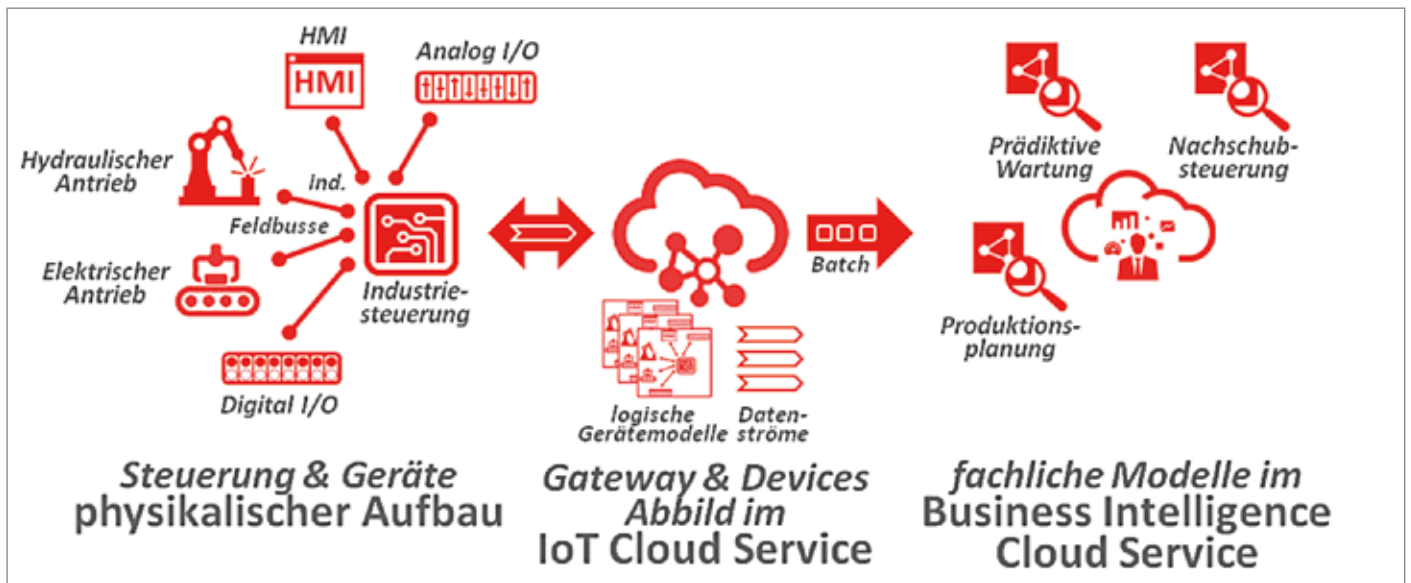


Abbildung 1: Maschinen-Aufbau, logisches Modell in IoT Cloud Service und analytische Modelle in Business Intelligence Cloud Service

raulischen Antrieben, Getrieben, Ventilen und Zylindern, steuert Roboter und erfasst Sensordaten. Die Besonderheit der Bosch Rexroth MLC Steuerungen ist, dass sie neben der industriespezifischen SPS-Programmierung mit ihrem Konzept des Open Core Engineering [1] ein zweites Ökosystem in Form einer Java-8-Embedded-Laufzeitumgebung bereitstellen. Dieses ermöglicht der breiten Java-Entwicklergemeinschaft leichten Zugang zu Industrie-Anwendungen.

In Kombination mit einem speziellen Plattformdienst (Platform-as-a-Service, PaaS) für die Gerätevernetzung wie dem Oracle IoT Cloud Service lassen sich Industrie-4.0-Anwendungen einfach, schnell und risikofrei erproben und umsetzen. Ohne langfristige Investitions- und Wartungskosten sowie Installations- und Konfigurationsaufwände kann der Cloud Service zunächst kostenlos erprobt und bei Erfolg flexibel und skalierbar als Subskription bezogen werden [2].

Mithilfe der quelloffenen Java-Client-Bibliotheken [3] ist die sichere Anbindung der Steuerung an den Oracle Internet of Things Cloud Service eine einfache Aufgabe: Die Steuerung ist im Cloud Service als Gateway abgebildet, das die bidirektionale Kommunikationsbrücke zwischen den Industrie-Bussen und dem Cloud Service darstellt. Die an die Steuerung angeschlossenen Maschinen und Geräte sind als virtuelle Devices repräsentiert.

Die Steuerung hat Zugriff auf alle Daten, die über die Industrie-Busse fließen,

und kann diese an die IoT-Cloud kommunizieren. Dafür sind dort Modelle für die verschiedenen Gerätetypen (analoge I/O, digitale I/O, elektrische Antriebe, hydraulische Antriebe, HMI-Anzeigen) vorkonfiguriert, die die Formate und Attribute von Nachrichten, Alarmmeldungen und im Gerät ausführbare Aktionen beschreiben. Im Cloud Service entsteht so ein logisches Abbild des physikalischen Aufbaus der Maschinen in der Fabrikhalle (siehe Abbildung 1).

Für eine fachliche Aufbereitung und Analyse der Maschinendaten ist entscheidend, ob die zu beantwortenden Fragestellungen zum Zeitpunkt der Datenerfassung bereits bekannt sind oder im Nachhinein auf Basis der Rohdaten immer neue Aspekte beleuchtet werden sollen. Im Falle bekannter Fragestellungen bieten sich klassische Business-Intelligence-Werkzeuge an. Besonders einfach ist die Nutzung des Oracle BI Cloud Service, der mit dem Oracle IoT Cloud Service vorintegriert ist. Im IoT Service können Datenströme für die Batch-Übertragung ausgewählt werden. Die passenden Bereitstellungstabellen werden im BI Cloud Service automatisch angelegt. Unter Hinzunahme weiterer externer Datenquellen können daraus auswertungsorientierte Datenmodelle konfiguriert werden, meist in Form eines Stern-Schemas.

Ein typischer Anwendungsfall ist die prädiktive Wartung für die gezielte Überwachung, Optimierung und Leistungssteigerung technischer Anlagegüter. Ausfälle von Komponenten sollen präzise

vorausgesagt werden, um die Gesamtverfügbarkeit von Anlagen und Maschinen, ihre Auslastung und Lebensdauer zu erhöhen. Dafür wird gezielt nach Anomalien gesucht, indem etwa das Verhalten einzelner Komponenten mit einer Referenz verglichen wird. Im Fehlerfall erfolgt eine Ursachen-Analyse und der Einfluss von Umgebungsparametern wird untersucht, um ähnliche Fehlerfälle in Zukunft zu vermeiden. Aus unternehmerischer Perspektive kann man auf diesem Wege Wartungskosten sparen, die Produktionsqualität und Kundenzufriedenheit erhöhen oder Rückrufaktionen limitieren.

Aus Sicht der BI-Datenmodellierung sind Temperaturen, Drücke, Vibrationen, Leistungsaufnahme, Produktionszähler und Betriebsstunden wichtige Kennzahlen. Die Dimensionen, nach denen in diesem Fall eine Daten-Aggregation erfolgen kann, sind (hierarchisch) Produkt-Gruppe, -Typ, -Version und -Komponente, (hierarchisch) Branche und Kunde, Einsatzort, Verwendungszweck und Zeit. Auf diesem Modell lassen sich flexibel KPIs und Abfragen definieren sowie in Berichten und Dashboards visualisieren. Auf Basis derselben Maschinendaten lassen sich ebenso gezielte Aufbereitungen für das Energiemanagement, die Produktions- oder Nachschubsteuerung bewerkstelligen.

Ist zum Zeitpunkt der Datenerhebung unklar, welche Fragestellungen man zu späteren Zeitpunkten beantworten will, bieten sich Big-Data-Verfahren an. Diese nutzen möglichst große und günstige

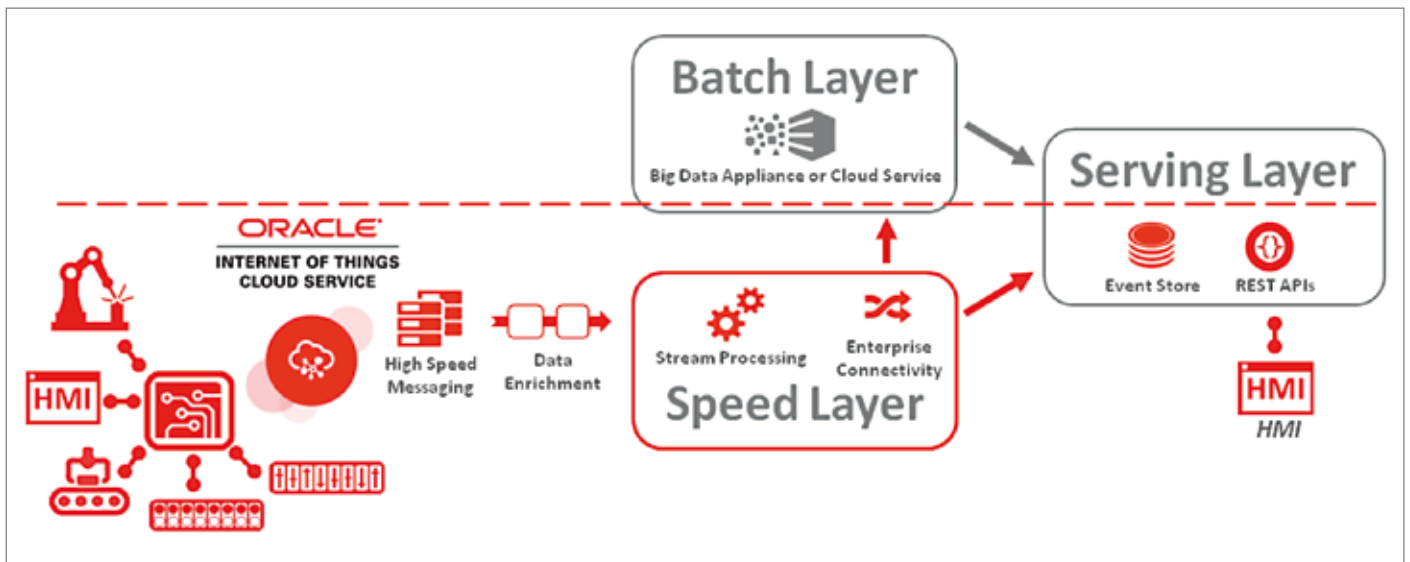


Abbildung 2: Lambda-Architektur für Echtzeit-Analysen im Big-Data-Umfeld

Festplatten mit dem verteilten Hadoop-Dateisystem, um Massendaten unstrukturiert und in großen Blöcken zu speichern. So kann man es sich im wahrsten Wortsinne leisten, Massendaten mit all ihrer Redundanz langfristig aufzubewahren.

Kommt es bei einer Maschine zu einem unerwarteten Defekt, werden die Zustände und Betriebsparameter der Maschine kurz vor Auftreten des Defekts im Datenbestand betrachtet. Findet man in den Daten Hinweise auf mögliche Fehlerursachen, kann man in weiteren Analyseläufen proaktiv nach Maschinen suchen, bei denen ähnliche Defekte drohen, und diese durch gezielte Rückrufe oder Serviceeinsätze verhindern.

Ein Manko der Big-Data-Verarbeitung sind die Latenzzeiten: Es benötigt einige Zeit, bis die Datenblöcke geschrieben und im Batch verarbeitet werden können. Man ist aus unternehmerischer Sicht für einige Minuten blind und kann nicht schnell reagieren. Die Erkenntnis, dass eine Maschine bei zu hoher Drehzahl überhitzt, kann nach wenigen Sekunden bereits zu spät kommen, um korrigierend eingreifen zu können. Daher ergänzt man die Big-Data-Batch-Verarbeitung im Rahmen der Lambda-Architektur üblicherweise durch einen sogenannten „Speed Layer“ (siehe Abbildung 2). Dort wird eine Echtzeitverarbeitung in Form einer Muster-Erkennung auf den Eingangsdatenströmen vorgenommen, um schnell auf besondere Vorkommnisse reagieren zu können. Diese Form der Datenstrom-Analyse, wie auch die Speicherung der Analyse-Ergebnisse in einer No-

SQL-Datenbank und Bereitstellung über ein REST-API, ist bereits integraler Bestandteil des Oracle IoT Cloud Service.

Schritt 2: Prozess-orientierte Industrie 4.0

Fachanwender haben vor allem die Prozesse eines Unternehmens im Blick. Sie sind an größtmöglicher Transparenz interessiert und möchten jederzeit wissen, was aktuell im Unternehmen passiert. Die eingesetzten Applikationen bieten oft nur Einblick in einen bestimmten Ausschnitt des Unternehmens: den Auftragseingang, die Produktionsplanung oder die Lagerhaltung.

Bei fehlender Vernetzung von Maschinen, Anlagen und Transportmitteln ist die Fertigung oder Logistik aus Prozesssicht ein blinder Fleck. Wird die Vernetzung der Betriebsmittel mit der IT im Sinne der Industrie 4.0 hergestellt, können die zusätzlich erhobenen Daten den Wert der vorhandenen Applikationen erheblich steigern: Durch den Einblick in die aktuelle Produktion und die Auslastung der Maschinen kann eine bessere Produktionsplanung erfolgen. Werden Fahrzeuge in Echtzeit verfolgt, kann die Transportplanung optimiert werden. Ein genauer Einblick in Bestände und Bedarfe bietet die Möglichkeit, kapitalbindende Überbevorzugung zu vermeiden.

Der Oracle IoT Cloud Service schlägt die Brücke zwischen Werkshalle und IT. Im Cloud Service lassen sich gezielt Daten-

Weiterleitungen konfigurieren. Die von den Industrie-Steuerungen gelieferten Daten können ungefiltert oder als Ergebnis einer Datenstrom-Analyse an beliebige Applikationen und Systeme übertragen werden. Über das REST-API des Cloud Service können Applikation auch bi-direktional mit den Geräten, Maschinen, Anlagen und Sensoren kommunizieren oder Nachrichten aus dem Zwischenspeicher des Cloud Service abfragen.

Schritt 3: Transformative Industrie 4.0

Das Internet, insbesondere die mobile Internetnutzung, hat das Nutzungserlebnis für Konsumenten nachhaltig verändert. Heute wird erwartet, immer und überall Zugriff auf Informationen und Dienste zu haben und diese als Self-Service nutzen zu können. Diese Erwartungshaltung lässt klassische Märkte verschwinden und neue entstehen. Unternehmen und ganze Branchen sind dadurch einem riesigen Veränderungsdruck ausgesetzt. Kaum jemand ist heute noch bereit, Ware aus einem Katalog telefonisch oder postalisch zu bestellen. Online-Plattformen und Shops sind der Standard, eine Anzeige der Verfügbarkeit und Lieferzeit wird erwartet, ebenso die Online-Verfolgung der Lieferung nahezu in Echtzeit. Unternehmen, die diese Erwartung nicht erfüllen, werden vom Markt verdrängt.

Kluge Strategen und Unternehmensführer sind daher immer auf der Suche

nach neuen, innovativen Ideen und Geschäftsmodellen, die dem Unternehmen die Zukunft sichern. Im Idealfall sind diese so transformativ, dass sie den Markt nachhaltig verändern oder komplett neue Märkte definieren. Jede Veränderung ist aber auch mit Investitionen und Risiken verbunden. Cloud-Applikationen (Software-as-a-Service, SaaS) und -Dienste (Platform-as-a-Service, PaaS) eignen sich daher ideal als Innovationsplattformen. Sie stehen auf Knopfdruck zur Verfügung und werden entsprechend ihrer Nutzung abgerechnet. Man vermeidet hohe Investitions- und Anlaufkosten für den Fall, dass ein neues Geschäftsmodell oder ein neuer Dienst die gesteckten Erwartungen nicht erfüllen.

Der deutschen Industrie fehlt oft eine gewisse Startup-Mentalität und Innovationsbereitschaft. Die großen, transformativen Ideen scheinen eher dem amerikanischen Silicon Valley zu entspringen. Forschungen an der Universität St. Gallen haben aber überraschenderweise ergeben, „... dass mehr als 90 Prozent aller Geschäftsmodell-Innovationen lediglich Rekombinationen aus bekannten Ideen, Konzepten und Elementen von Geschäftsmodellen aus anderen Industrien darstellen“ [4]. Innovation lässt sich demnach viel methodischer angehen, als weithin vermutet. Die in der Publikation „Geschäftsmodelle entwickeln“ [4] beschriebenen 55 Muster für Geschäftsmodellinnovation verweisen auf Erfahrungswerte in den verschiedensten Branchen. Für einige ist die direkte Relevanz einer Vernetzung im Sinne der Industrie 4.0 erkennbar: „Das ... Unternehmen Flyeralarm wendete das E-Commerce-Muster erfolgreich an und entwickelte sich zu einer der größten Online-Druckereien in Europa“ [4]. Die Druckbranche ist durch den Trend zur Digitalisierung massiv bedroht, da der Bedarf an Druck-Erzeugnissen generell rückläufig ist. „Durch die fast komplette Automatisierung der Betriebsprozesse kann Flyeralarm schnelle und kostengünstige Abwicklungen von Plakat- und Flyer-Druckaufträgen garantieren“ [4]. Man nutzt den technologischen Wandel aktiv, um durch intelligente Vernetzung die Kluft zwischen Web, IT und Fertigung zu schließen und sich von den Konkurrenten abzuheben.

Ebenfalls interessant für die Industrie sind Geschäftsmodelle, die darauf ba-

sieren, dem Kunden einen einzigartigen Service zu bieten. Garantierte Verfügbarkeiten oder schneller Ersatz bei Defekt sind gute Beispiele. Die Möglichkeit der kontinuierlichen Überwachung und der prädiktiven Wartung von Anlagegütern durch Vernetzung im Sinne der Industrie 4.0 bildet hier die Grundlage.

Denkbar ist auch, für industrielle Geräte, Maschinen und Anlagen ein flexibles, nutzungsbezogenes Abrechnungsmodell zu etablieren. Dies ist interessant, wenn Kunden ansonsten vor zu hohen Investitionskosten zurückschrecken. Teure Maschinen können Kunden sogar kostenlos zur Verfügung gestellt werden, wenn ihre Vernetzung dem Hersteller laufend Einblick in die Nutzung gewährt. Die Refinanzierung kann dann über das benötigte Verbrauchsmaterial oder die fortlaufende Wartung sichergestellt werden, wenn eine Mindestnutzung vereinbart ist. Ein Beispiel hierfür ist ein Röntgenapparat, für den das Krankenhaus das Fotomaterial regelmäßig vom Hersteller bezieht und die Fallkosten mit der Krankenkasse abrechnet.

Ein weiterer Trend in der Industrie ist die kundenspezifische Fertigung. Diese wird durch immer flexiblere Fertigungsmaschinen und 3D-Drucker möglich. Artikel, die von Kunden online konfiguriert und bestellt werden, können direkt in die Fertigung überführt werden. Selten benötigte Ersatzteile müssen nicht mehr vorgehalten, sondern können bei Bedarf gefertigt werden. Ein Kunde kann zum Designer seines individuellen Turnschuhs werden.

Fazit

Dem Thema „Industrie 4.0“ kann man sich aus vielen Perspektiven nähern. Ein Ingenieur wird eine eher technische, die Unternehmensführung eine eher strategische Sicht einnehmen. Nutzen lässt sich in allen Fällen erschließen. Mal stehen Kostenersparnis und Qualitätssteigerung im Vordergrund, in anderen Szenarien Umsatzsteigerung und Innovationskraft. Als Hemmnis stehen dem die Angst vor der Komplexität und die Scheu vor Investitionen gegenüber.

In beiden Fällen ist die Kombination der Megatrends IoT/Industrie 4.0 und Cloud Computing die Lösung. Mit dem

Oracle IoT Cloud Service steht eine hochspezialisierte Plattform zur Verfügung, die sämtliche Grundfunktionalitäten für die Umsetzung von Industrie-4.0-Anwendungen auf Knopfdruck bereitstellt. Dies gilt insbesondere in Kombination mit einer Bosch-Rexroth-Industriesteuerung, um die Reichweite bis in die Fabrikhallen hinein auszudehnen. Der Cloud Service wird flexibel nach Nutzung abgerechnet, Betriebsaufwände entfallen, das unternehmerische Risiko wird minimiert. Der Weg in das neue Industriezeitalter ist geebnet.

Weitere Informationen

- [1] Bosch Rexroth Open Core Engineering: <https://www.boschrexroth.com/de/de/produkte/engineering/open-core-engineering/open-core-engineering>
- [2] Oracle IoT Cloud Service: <https://cloud.oracle.com/internet-of-things>
- [3] Oracle IoT Cloud Service Client Software: <http://www.oracle.com/technetwork/indexes/downloads/iot-client-libraries-2705514.html>
- [4] Geschäftsmodelle entwickeln – 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator (Gassmann, Frankenberger, Csik – Carl Hanser Verlag München 2013)
- [5] Marcel Amende, Internet of Things: Referenz-Architektur, DOAG/SOUG News 04-2015



Marcel Amende
marcel.amende@oracle.com



Thorsten Schulz
thorsten.schulz2@boschrexroth.de