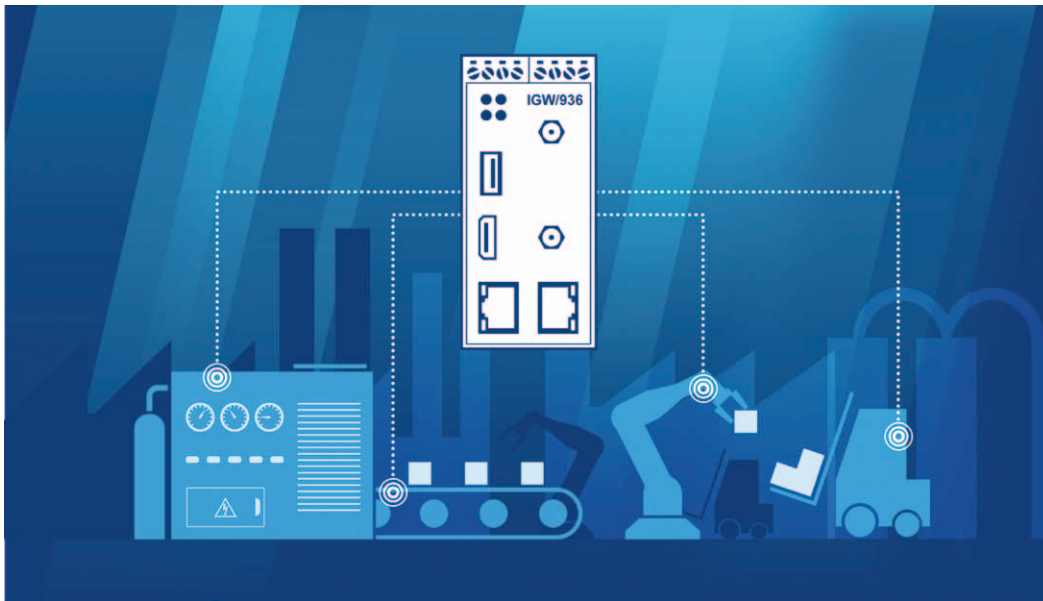


I 4.0-Daten-Retrofit für Maschinen und Anlagen



In jeder Maschine und Anlage stecken Daten, aus denen sich werthaltige Informationen für Maschinenbauer- und Betreiber gewinnen lassen. Durch ein Daten-Retrofit lassen sich diese Datenschatze heben. Dabei sind allerdings verschiedene Herausforderungen zu bewältigen. Neben einem geeigneten Verfahren zur Vorgehensweise ist besonders die Entwicklung und Implementierung des Informationsgewinnungs-Algorithmus nicht zu unterschätzen.

Die Problematik

Bei unseren Smartphones haben wir uns längst daran gewöhnt, dass wir als Kunde den Herstellern, App-Anbietern und Mobilfunk-Providern kostenlos wertvolle Daten liefern. Bei modernen PKWs ist die Situation ähnlich. Im deutschen Maschinen- und Anlagenbau können sich die

meisten Beteiligten noch nicht vorstellen, dass ein Anbieter in Zukunft mit der gleichen Selbstverständlichkeit laufend Produktnutzungsdaten erhält. Dabei ist die digitale Zukunft, besonders im Zusammenhang mit dem Internet der Dinge und Industrie 4.0, ohne vernetzte Produkte als Datenquellen eigentlich nicht vorstellbar. Hier ist daher ein Umdenken erforderlich. Bisher reichten Kapital und Technologie aus, um erfolgreich zu sein. Durch den Wandel zur Wissensgesellschaft werden in Zukunft zusätzlich Daten und Informationen benötigt, um international wettbewerbsfähig zu bleiben.

Wer benötigt Daten?

Einige Maschinenbauer praktizieren immer noch das alt bewährte „Deliver & Forget“-Prinzip: Man ver-

kauft dem Kunden eine Maschine und freut sich, wenn man danach nicht mehr allzu viel vom Kunden hört. Schließlich haben Kunden, die sich nicht melden, auch nichts zu reklamieren. Die tatsächliche Kundenzufriedenheit bekommt der Anbieter allerdings nicht mit. Im IoT-Zeitalter ist dieses Verhalten höchst gefährlich. In Zukunft werden nur die Maschinenbauer ihre Wettbewerbsfähigkeiten steigern können, die am schnellsten auf sich verändernde Kundenanforderungen reagieren können. Da hilft es auf jeden Fall weiter, möglichst viel darüber zu wissen, wie Kunden die jeweiligen Produkte nutzen.

Die meisten Maschinenbauunternehmen haben komplexe Wertschöpfungsketten mit unterschiedlichen Schichten und Instanzen. Innerhalb dieser Strukturen gibt es zahlreiche Interessengruppen, für deren tägliche Arbeit die Produktnutzungsdaten und daraus abgeleitete Informationen einen erheblichen Wert hätten. Hierzu drei Beispiele:

Service

Die Hauptaufgabe einer Servicemansschaft ist es, die optimale Kundenzufriedenheit für die gesamte Produktnutzungsdauer zu gewährleisten. Dieses Ziel lässt sich in erster Linie über eine wirkungsvolle Unterstützung beim Vermeiden ungeplanter Maschinenstillstände, schnelle Reaktionszeiten im Servicefall und möglichst kurze Lieferzeiten für Ersatzteile erreichen. Dabei helfen der Serviceleitung zeitnahe Informationen zur Nutzungsintensität (Betriebsstunden,

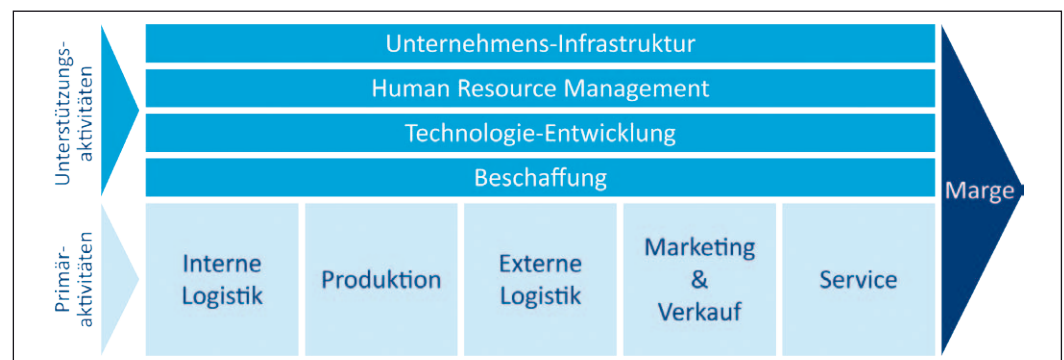


Bild 1: Innerhalb der Wertschöpfungsketten des Maschinenbauers und -betreibers gibt es verschiedene Interessengruppen, für die sich aus Maschinen- und Anlagendaten wertvolle Informationen gewinnen lassen

Autor:

Klaus-Dieter Walter, SSV Software Systems GmbH

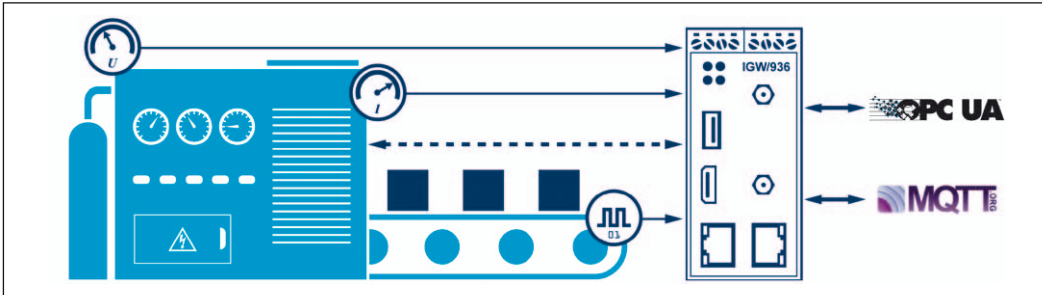


Bild 2: Jede Maschine oder Anlage lässt sich im Nachhinein mit zusätzlichen Sensoren ausstatten, um wertvolle Informationen für unterschiedliche Interessengruppen innerhalb eines Unternehmens zu gewinnen

Auslastung), die aktuellen Umgebungsbedingungen (Druck, Spannung, Frequenz, Temperatur), Infos zum Vibrationsverhalten sowie Fehler- und Störungsmeldungen.

Marketing und Verkauf

Vom Marketing und dem dazugehörigen Produktmanagement erwartet man detaillierte Vorgaben zur Weiterentwicklung bestehender Produkte. Dazu benötigt man erfahrungsgemäß u. a. Nutzungsinformationen hinsichtlich der einzelnen Produktmerkmale (Fragestellung: Welche Produkteigenschaften werden wie oft genutzt?). Ein Vertrieb sollte über geeignete Informationen mitbekommen, ob der Kunde irgendwelche Erweiterungen gebrauchen könnte und wann es Sinn hat, den Nachfolger für die aktuell genutzte Maschine anzubieten. Mit entsprechenden Nutzungsdaten und den daraus ableitbaren Informationen lassen sich auch proaktive Serviceprodukte verkaufen.

Technologie-Entwicklung

In der Entwicklung liegt die Verantwortung, dass die technischen Daten einer Maschine im Praxiseinsatz beim Kunden auch wirklich geliefert werden. Insofern existiert hier ein großes Interesse an Betriebsdaten und Informationen, aus denen hervorgeht, dass die verkauften Merkmale auch zur Verfügung stehen. Darüber hinaus sind Informationen zu den Umgebungsbedingungen, dem Vibrationsverhalten sowie Fehler- und Störungsmeldungen auch für die Mitarbeiter in der Entwicklung von erheblicher Bedeutung

Wie kommt man an den Datenschutz?

Zukünftige Maschinen, die von Grund auf neu entwickelt werden,

um als Industrie-4.0-konforme Produkte vermarktet zu werden, bieten vermutlich bereits ab Werk verschiedene Möglichkeiten des Datenzugriffs für Hersteller und Betreiber. Vielleicht werden diese Maschinen dann auch nicht mehr verkauft, sondern in erster Linie als Service angeboten. Schließlich will z. B. ein Bierbrauer lediglich sein Bier in Flaschen und Fässer füllen, aber nicht unbedingt eine Abfüllanlage kaufen und betreiben. Bis dahin sind zunächst einmal Retrofit-Lösungen gefragt, mit denen der im Feld installierte Maschinen- und Anlagenbestand nachgerüstet bzw. modernisiert werden kann. Solche Nachrüst-Angebote dürfen aber nicht nur Zustandsdaten an den Maschinenbauer liefern. Sie müssen auch für den Maschinenbetreiber einen echten Mehrwert bieten, beispielsweise Informationen zur Produktionsleistung und zum Energiebedarf einer Maschine innerhalb einer Produktionslinie.

Daten-Retrofit-Lösung

Technisch sollte eine Daten-Retrofit-Lösung möglichst unabhängig von der Maschinensteuerung (SPS) und den in der Maschine bereits verbauten und mit der SPS verbun-

denen Sensoren sein. Mit anderen Worten: Ein Eingriff in die zeitkritische „Control-Loop“ aus Sensoren, SPS und Aktoren ist möglichst zu vermeiden. Dadurch lassen sich auch zusätzliche IT-Security-Risiken vermeiden. Für ein Daten-Retrofit werden daher aufgabenbezogene Sensoren, ein geeignetes I4.0-/IIoT-Gateway plus die Softwarekomponenten zur Informationsgewinnung benötigt.

Messgrößen-bezogene Daten

Vor der Auswahl der Sensoren muss allerdings weitestgehend feststehen, welche Informationen am Ende benötigt werden. Der Markt bietet zwar für nahezu jede Messgröße eine Vielzahl in Frage kommender Sensoren an. Um aber aus den Sensorrohdaten werthaltige Informationen zu gewinnen, sind zahlreiche Zwischenschritte erforderlich. Dazu gehört zunächst einmal die Auswahl eines geeigneten messtechnischen Verfahrens inklusive Kalibrierung für jeden einzelnen Sensor, um die zur Messgröße passenden Daten zu erzeugen. Dafür ist ein umfangreiches Spezialwissen erforderlich.

Liegen die Messgrößen-bezogenen Daten im Gateway vor, werden mit Hilfe eines geeigneten Algorithmus die benötigten Informationen gewonnen. Für den Entwurf und die Implementierung eines derartigen Informationsgewinnungs-Algorithmus wird ein breites Datenanalyse-Knowhow benötigt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zur Informationsgewinnung verschiedene Sensordaten einer Maschine miteinander verknüpft werden. Um zum Beispiel einen Maschinenschaden eindeutig vom Überlastungsfall unterscheiden zu können, kann es vorkommen, dass der Algorithmus die Daten einer Strom- und Spannungsmessung mit den Ausgaben eines bildgebenden Sensors zur Objekterkennung verknüpfen muss.

Wie sollte man vorgehen?

Die Entwicklung einer I4.0-Retrofit-Lösung erfordert ein systematisches Vorgehen mit Hilfe geeigneter Methoden. Zunächst einmal werden sowohl ein Informations- als auch ein Datenmodell benötigt. Bei dieser Modellentwicklung spielen folgende Fragen eine wichtige Rolle:

1. Welche Informationen (Wissensfragmente) sind für die Interessengruppen beim Maschinenbauer und -betreiber wertvoll?
2. Welche Daten und Methoden sind zur Informationsgewinnung erforderlich?
3. Mit Hilfe welcher Sensoren und messtechnischer Verfahren lassen sich die Daten erzeugen?

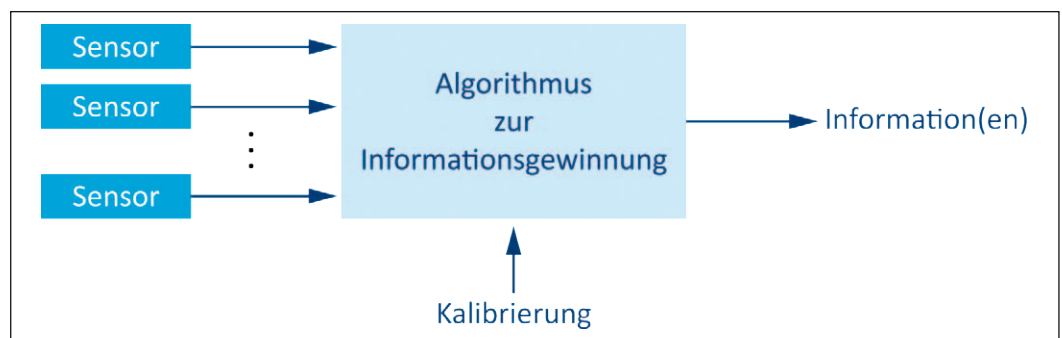


Bild 3: Um aus den Sensorrohdaten einer Maschine werthaltige Informationen zu erzeugen, ist ein Informationsgewinnungs-Algorithmus erforderlich. In diesen anwendungsbezogenen Algorithmus ist für jeden einzelnen Sensor sowohl eine geeignete Kalibrierung als auch ein messtechnisches Verfahren eingebettet

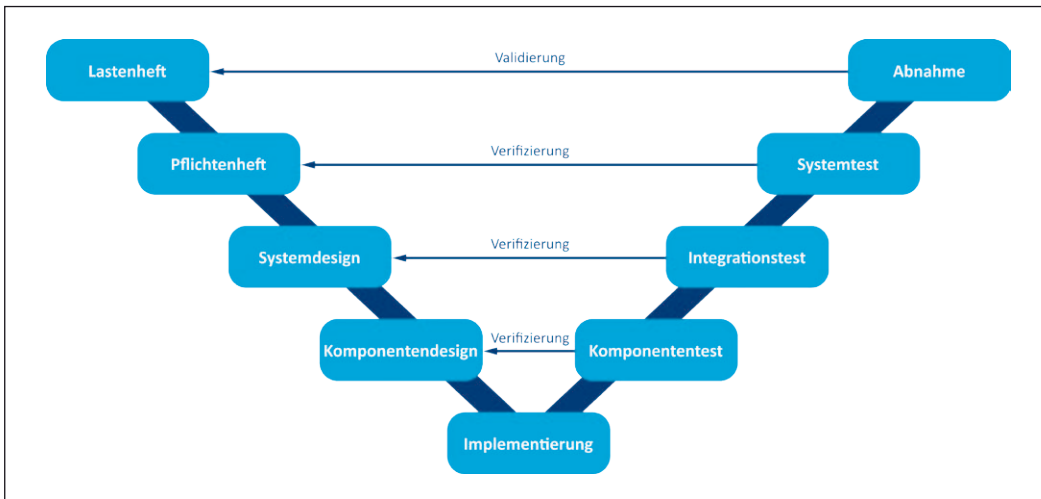


Bild 4: Die Funktionen einer Maschine oder Anlage lassen sich mit Hilfe des bekannten V-Vorgehensmodell erfolgreich entwickeln. Für ein I4.0-Daten-Retrofit ist diese Methodik allerdings ungeeignet. Agile Entwicklungsmethoden, die Iterationsschleifen zulassen und möglichst frühzeitig zu einem Prototyp führen, sind deutlich besser geeignet

Für die Antworten ist in der Regel ein interdisziplinär zusammengesetztes Team erforderlich. Liegen die Antworten vor, sollte auf jeden Fall ein Prototyp gebaut und im Rahmen eines Feldversuchs getestet werden. Innovative Lösungen mit hohem praktischem Nutzen benötigen erfahrungsgemäß mehrere „Fragen/Antworten/Feldtest“-Iterationen. Das finale Ziel einer Retrofit-Lösung ist die Extraktion von Wissen aus Daten. Dieses Wissen dient wiederum als Entscheidungsgrundlage für bestimmte Fragestellungen.

Mit dem gegenwärtigen Stand der Technik hat sich bisher noch keine bestimmte Vorgehensweise zur sicheren Zielerreichung etabliert. Klar ist hingegen nur, dass man z. B. mit dem bekannten V-Vorgehensmodell keine zufriedenstellenden Ergebnisse bei einem I4.0-Retrofit erzielen wird.

V-Modell

Das V-Modell (Bild 4) basiert auf einer plangetriebenen, sequentiellen Vorgehensweise. Dabei wird versucht, den gesamten Projektlebenszyklus eines Entwicklungsvorhabens vorherzusagen und in einem (Projekt-) Plan abzubilden – siehe zum Beispiel die Gantt-Diagramme klassischer Projektmanagementwerkzeuge. Der am Anfang eines Projekts erstellte Plan wird danach sequentiell abgearbeitet. Im linken Ast des V-Modells wird zunächst das zu erreichende Ziel ausführlich spezifiziert. Dann folgen die Design- und Implementierungsphase. Der rechte Ast eines V-Modells dient zur mehrstufigen Ergebnisprüfung. Hier könnte sich beispielsweise bei der Abnahme herausstellen, dass bestimmte Maschinenzustände in einem I4.0-Retrofit-Projekt überhaupt nicht erkannt werden können, weil die dafür erforderlichen Sensoren in der Planungsphase vergessen wurden. Eine mögliche Ursache dafür wäre, dass in der

Planungsphase nicht genau abzuschätzen war, aus welchen Detailinformationen sich ein spezifischer Maschinenzustand überhaupt beurteilen lässt.

Design-Thinking-Methodik

Agile Entwicklungsmethoden, die Iterationsschleifen zulassen und möglichst frühzeitig zu einem Prototyp führen, der vor Ort an einer Maschine getestet werden kann, sind deutlich besser als ein V-Modell geeignet. In einigen Projekten wird sogar die relativ neue Design-Thinking-Methodik eingesetzt, um als Maschinendaten geeignete Informationen und werthaltiges Wissen zu erzeugen. Ob sich damit in Daten-Retrofit-Projekten zufrieden-

denstellende Ergebnisse erzielen lassen, bleibt abzuwarten.

Whoin mit welchen Daten?

Der Informationsgewinnungs-Algorithmus, um aus Maschinendaten das benötigte Wissen zu gewinnen, wird in der Regel mit Hilfe verschiedener Komponenten implementiert. Diese kommen auf unterschiedlichen Systemen als verteilte Anwendung zum Einsatz. Ein messtechnisches Verfahren, das aus den Rohdaten eines Sensorelements einen brauchbaren Messwert erzeugt (z. B. eine 0–10-V-Spannung in eine Temperatur umzurechnen), läuft auf einer Baugruppe direkt in der OT-Ebene. Die weitere Informationsgewinnung, wie beispielsweise der Trend einer Baugruppentemperatur und die Alarmmeldung bei einer Grenzwertüberschreitung, können mittels einer MES-Software in der IT-Welt erfolgen.

Das Sammeln der Daten mehrerer Maschinen, (Sensor-) Datenfusion, Verknüpfungen mit anderen Datenquellen (z. B. einem Open-Data-Portal wie dem Industrial Data Space) sowie die Echtzeit-Analyse mit Hilfe eines Machine-Learning-Modells erfolgen in der Cloud. Zur Vernetzung der einzelnen Komponenten des Informationsgewinnungs-Algorithmus werden Protokolle wie OPC UA (OT in Richtung IT) und MQTT (OT an Cloud) genutzt.

■ SSV Software Systems GmbH
info@ssv-embedded.de
www.ssv-embedded.de

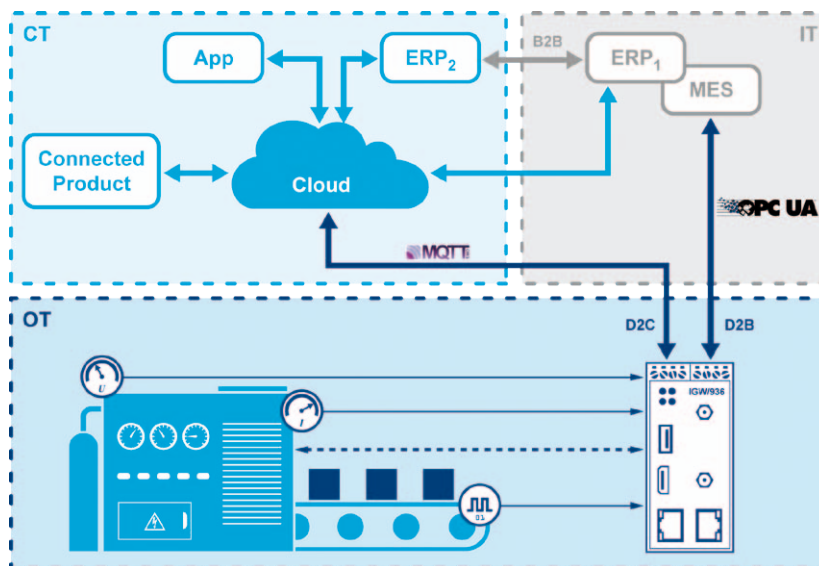


Bild 5: Das I4.0-/IIoT-Gateway einer Daten-Retrofit-Anwendung dient als Laufzeitumgebung für verschiedene Komponenten des Informationsgewinnungs-Algorithmus. Die weitere Informationsgewinnung, wie beispielsweise der Trend einer Baugruppentemperatur und die Alarmmeldung bei einer Grenzwertüberschreitung, können mittels einer MES-Software in der IT-Welt erfolgen. Für Sensordatenfusionen, Machine Learning usw. werden spezielle Services in der Cloud genutzt