

# **DIE SCHLÜSSELAUF- GABEN FÜR EINE ERFOLGREICHE INDUSTRIE 4.0 STRATEGIE**



# Inhalt

<b>1 Die vierte industrielle Revolution</b>	<b>2</b>
<b>2 Die fünf Ebenen von Industrie 4.0</b>	<b>3</b>
2.1 Das Geschäftsmodell	4
2.2 Die Prozesse	5
2.3 Das Enterprise System	5
2.4 Die IoT Plattform	5
2.5 Die Messwerte	6
<b>3 Die Referenzarchitektur für Industrie 4.0 im Vergleich</b>	<b>7</b>
<b>4 Die Akteure der Industrie 4.0</b>	<b>10</b>
4.1 Die Rolle der Informatik	10
4.2 Die Rolle der Produktentwicklung	11
4.3 Die Rolle der Marktentwicklung	11
4.4 Die Rolle des IoT Architekten	12
<b>5 Die fünf Aufgaben des Managements im Umgang mit Industrie 4.0</b>	<b>12</b>
<b>6 Zu viele reden darüber, wer muss handeln?</b>	<b>14</b>
<b>7 Internet of Things Referenzarchitekturen</b>	<b>15</b>
7.1 Gartners IoT Reference Model	15
7.2 Microsoft Azure IoT Reference Architecture	16
7.3 Amazon AWS Pragma Architecture	17
7.4 IBM Cloud Architecture for IoT	19
<b>8 Checkliste: Wie fit ist Ihr Unternehmen für Industrie 4.0</b>	<b>21</b>
<b>9 CNO Netzwerk – The Interchange of New Ideas</b>	<b>22</b>

Das Schlagwort Industrie 4.0 wird immer wieder in unterschiedlichen Kontexten verwendet. Vor allem im Zusammenhang mit Internet of Things gibt es kein Vorbeikommen mehr an diesem neuen Trendthema. Ein Begriff, der viele Chancen verspricht, jedoch einiges an Vorleistungen und Anforderungen mit sich bringt, insbesondere für Geschäftsleitungen und IT-Organisationen in produzierenden Unternehmen. Das Management muss verstehen, wie die neuen Möglichkeiten und Chancen genutzt werden können und wie die Transformation organisatorisch zu bewältigen ist.

## 1 Die vierte industrielle Revolution

Die letzten Jahre haben gezeigt, dass die physische und die virtuelle Welt miteinander verschmelzen. Viele Produkte und Objekte, die im Alltag verwendet werden, verfügen bereits über eine grosse Zahl von unterschiedlichsten Sensoren und Aktoren (Umsetzung von Signalen in mechanische Bewegungen). Die dadurch erzeugten Daten können dank moderner Vernetzung in Echtzeit von verschiedensten Anwendungen genutzt werden. Damit wird eine permanente Verfügbarkeit der Daten zu jeder Zeit in allen Gliedern der vernetzten Wertschöpfungskette erreicht. Dies bildet den Grundstein für die nächste industrielle Revolution, die als Industrie 4.0 bezeichnet wird. Die «Plattform Industrie 4.0» ([www.plattform-i40.ch](http://www.plattform-i40.ch)) präzisiert den Begriff:

*«Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution, einer neuen Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten. Dieser Zyklus orientiert sich an den zunehmend individualisierten Kundenwünschen und erstreckt sich von der Idee, dem Auftrag über die Entwicklung und Fertigung, die Auslieferung eines Produkts an den Endkunden bis hin zum Recycling, einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen.»* (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie in Berlin, 2015. Memorandum der Plattform Industrie 4.0, S. 2)

Dass es sich bei Industrie 4.0 um ein ernstzunehmendes Thema handelt, und nicht um einen blossen IT-Hype, beweisen die Bestrebungen verschiedenster Organisationen und Verbände, die sich auch in der Schweiz für ein Vorantreiben der Forschung und der Anwendung von Industrie 4.0 einsetzen. Dazu gehören bspw. „Industrie 2025“, eine Initiative unterschiedlicher Schweizer Branchenverbände, die die Interessen der fertigenden Industrie in der Schweiz vertreten oder «DigitalLab@HSR», eine Initiative getrieben durch das Institut für Produktdesign, Entwicklung und Konstruktion an der Hochschule für Technik Rapperswil HSR, wel-

che nebst der technischen Umsetzung grossen Wert darauflegt, dass die Unternehmen ihre Prozesse und Businessmodelle den verändernden Umständen anpassen. Glaubt man aktuellen Studien, wie bspw. der Score Card von digital.swiss, so setzen sich Schweizer Unternehmen zwar intensiv mit dem Thema auseinander, jedoch stehen sie in der Umsetzung erst bei ca. 18% (Stand der Digitalisierung), also noch ganz am Anfang. Im Vergleich zum Nachbarland Deutschland zeigt sich ein deutlicher Rückstand, der darauf zurückzuführen ist, dass das Thema bisher stark unterschätzt wurde und deshalb sowohl Defizite in der Qualifizierung des Führungspersonals und der Mitarbeiter bestehen, als auch in der mangelnden politischen Adressierung. (Vgl. Hirt, U., 2015. Schweizer Industrie 4.0 Index 2015, S. 8 - 11)

Einige im Investitionsgüter-Markt tätige Unternehmen haben die Möglichkeiten früh erkannt und begonnen, ihre Maschinen mit lokaler Intelligenz (Sensors, Actuators, Operating Systems, und ggf. sogar Voice Recognition und Speech Synthesizers) auszustatten, um künftige Geschäfts-Potenziale ausschöpfen zu können, z.B. durch Fern-Diagnose, Fern-Wartung, Fern-Kalibrierung, autonome lokale Anleitung von Technikern, oder durch das Angebot von Services anstatt einem Maschinenkauf.

## 2 Die fünf Ebenen von Industrie 4.0

Während herkömmliche IT-Trends in der Vergangenheit stets IT-getrieben waren und meist nur die Informatik davon direkt betroffen war, ist die Tragweite von Industrie 4.0 weit grösser. Unabhängig davon, ob es sich um den Aufbau einer intelligenten Fabrik (Smart Factory) handelt oder ob das Ziel die effiziente, individualisierte Produktion ist. Am Ende geht es immer um fünf Ebenen, welche die Daten aggregieren und die Grundlage für die Umsetzung moderner Geschäftsmodelle bilden.

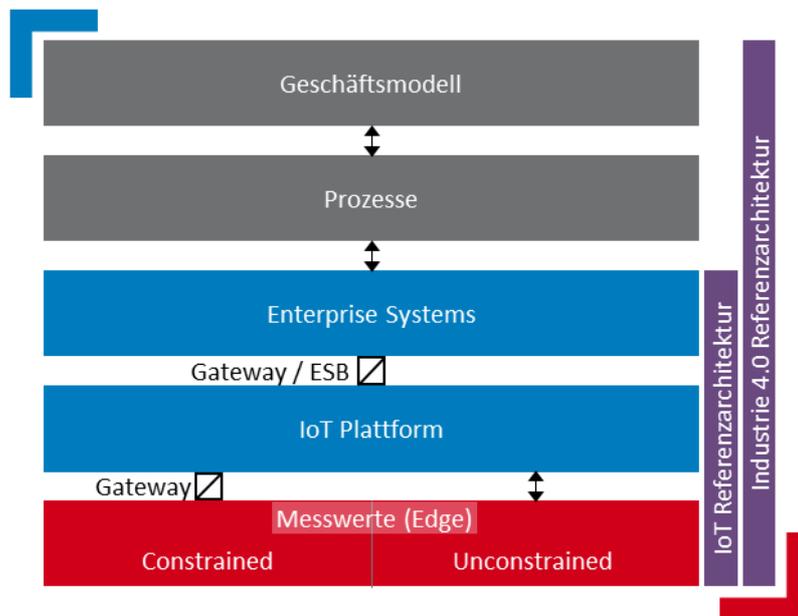


Abbildung 1: Die fünf Ebenen der Industrie 4.0.

## 2.1 Das Geschäftsmodell

Das Geschäftsmodell definiert den Rahmen für das gesamte Industrie 4.0 Vorhaben und ermöglicht Unternehmen das Anbieten von Produkten als Services, die Verwendung neuer Verrechnungsmodelle oder die Nutzung von predictive maintenance. So können neue Services bspw. auf bisherigen Produkten aufbauen und deren Nutzung für den Kunden zur Dienstleistung transformieren. Diese Erweiterung bestehender Produkte in Form von Services bedingt auch den Aufbau von Operational Technology. Während die Informatik wie bisher das Business des eigenen Unternehmens im Fokus hat, hat die Operational Technology den Endkunden im Fokus, der bisher nur als Produktabnehmer mit dem Unternehmen in Verbindung trat. Das Bewusstsein für diese Veränderung muss bereits zu Beginn eines Industrie 4.0 Vorhabens erreicht werden. So kann sichergestellt werden, dass die richtigen Messwerte gesammelt werden, um die gewünschten Nutzeffekte für den Kunden zu realisieren. Der Kundennutzen neuer Geschäftsmodelle bildet dabei stets das Zentrum der Überlegungen. Je mehr Leistungen der Hersteller für den Kunden übernimmt, desto stärker wird die Kundenbindung und dadurch das Potenzial für ein margenträchtiges Geschäft.

Ein prominentes Beispiel für Geschäftsmodellinnovation mit Industrie 4.0 ist Daimlers Tochterunternehmen Moovel. Zusammen mit unterschiedlichen Car-sharing Diensten und Busunternehmen ist es dem Unternehmen gelungen, die Nutzung von Automobilen als Service anzubieten. Daimler hat damit das eigene

Geschäftsfeld erfolgreich ergänzt und diversifiziert. Seinen Kunden bietet Moovel eine moderne Vermittlungsplattform für ein neues Produkt: Mobilität als Dienstleistung. Statt Autos zu verkaufen, bietet Moovel also einen Service an, der das Mobilitätsproblem des Kunden löst. (Vgl. Emmrich, V. & Döbele, M., 2015. Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0, S. 47)

## 2.2 Die Prozesse

Ein schlankes Design der Wertschöpfungsprozesse ist von zentraler Bedeutung. Ebenfalls zwingend zur Nutzung der Chancen von Industrie 4.0, ist die Implementation von kontinuierlichen Verbesserungsprozessen. Erst dadurch können die Veränderungen, die der Wandel mit sich bringt, in die Produktentwicklung zurückfließen und diese optimiert werden.

So hat das Unternehmen Alfred Kärcher GmbH & Co. KG, ein Hersteller von Scheuersaugmaschinen, die Prozesse in der Montagelinie optimiert. Der Hersteller ist dadurch nun in der Lage mehr als 40'000 Versionen eines Modelles spezifisch nach Kundenwunsch zu produzieren. Gelöst wurde dies durch den Einsatz von QR-Codes, welche das zu produzierende Produkt beschreiben, und RFID-Chips auf den Werkstückträgern. (Vgl. Goericke, D., 2016. Industrie 4.0 konkret – Lösungen für die industrielle Praxis, S. 27)

5

## 2.3 Das Enterprise System

Das sind die Anwendungen, welche die wertschöpfenden Prozesse abbilden. Dies sind ERP-, PLM-, CRM-Systeme und andere Anwendungen, welche das Tagesgeschäft von Unternehmen unterstützen. Die Daten werden aus der IoT (Internet of Things) Plattform mittels Gateways, Schnittstellen und/oder einem Enterprise Services Bus (ESB, wie bspw. Microsoft BizTalk) in die relevanten Umsysteme eingespeist.

Dieser Schritt kann bspw. die Abrechnung nach der Häufigkeit der Verwendung eines Produktes im ERP System ermöglichen. Dies geschieht mittels den Daten, welche das Produkt beim Kunden selbst in Form von Messwerten an die IoT Plattform überträgt.

## 2.4 Die IoT Plattform

IoT Plattformen stehen im Zentrum von Industrie 4.0. Sie dienen als Schnittstelle zwischen vernetzten Sensoren (Gateway) und betrieblichen Informationssystemen wie ERP-, PLM- und CRM-Systemen. Sie übernehmen das Sammeln der Messwerte, bereiten die relevanten Daten auf und erstellen Analysen (bspw. predictive analytics zur Vorhersage von Ereignissen oder andere BigData Analysen)

bevor sie die Daten in die Umsysteme einspeisen und damit den Wertschöpfungsprozessen bereitstellen. Dabei zeigt sich in der heutigen Praxis, dass verschiedene Standards für die Übermittlungsprotolle verwendet werden. Die Unternehmen müssen also entschieden, auf welche technologische «Karte» sie setzen, denn die Verwendung mehrerer Standards und Technologien ist teuer und in der Komplexität kaum überschaubar. Dies stellt eine der Kernaufgaben für den IoT oder Industrie 4.0 Architekten dar.

Der Druckmaschinenhersteller Heidelberg Druckmaschinen AG hat den Trend zur Digitalisierung frühzeitig erkannt. Die Betriebsdaten, welche von verschiedensten Druckmaschinen produziert werden, können durch den Einsatz von modernen Big Data Analysesystemen in Echtzeit ausgewertet werden. Diese Anwendung von vorausschauender Wartung (predictive maintenance) ermöglicht dem Maschinenhersteller Fehler an den Geräten zu erkennen und zu beheben, bevor es zu Ausfällen kommt. Dadurch wird die Qualität für die Kunden erheblich gesteigert und hohe Kosten durch unerwartete Ausfälle auf ein Minimum reduziert. (Vgl. Goericke, D., 2016. Industrie 4.0 konkret – Lösungen für die industrielle Praxis, S. 24)

## 2.5 Die Messwerte

Die Messwerte stellen eine der direkten Schnittstellen zwischen Mensch/Umwelt und Maschine/Software dar. Die Werte, welche von Sensoren erfasst werden, bilden die Basis für Entscheide und Informationen, welche das IT-System unterstützt, bzw. aufbereitet. Häufig werden dazu Messwerte verwendet, welche aus Ingenieurs-Sicht schon früher für technische Kontrollen verwendet wurden. Diese Daten sind aber oft nicht geeignet, um Prozesse und Geschäftsmodelle zu steuern. Sinnvolle Aussagen mittels IT-Systemen sind nur möglich, wenn die «richtigen» Messwerte erhoben werden, um auf deren Basis die gewünschten Informationen bereit zu stellen, damit Entscheidungen unterstützt werden können. Unterschieden werden dabei zwei Typen von Geräten. Die Constrained Edge Devices (z.B. Messgeräte, Fühler, oder Schrittmotoren) sind meist Batterie betriebene oder passive Sensoren und Aktoren, welche ihre gemessenen Daten mittels einfachen Übermittlungsprotokollen (bspw. MQTT oder CoAP) an ein Gateway in die IoT Plattform senden und Befehle darüber empfangen. Unconstrained Edge Devices hingegen sind häufig direkt an eine permanente Stromversorgung angeschlossen und verfügen über die Möglichkeit, ihre Werte in aufbereiteter Form mittels herkömmlichen Protokollen (bspw. HTTP oder AMQP) direkt an die IoT Plattform zu übermitteln und von ihr Befehle zu empfangen (ein Gateway ist dazu nicht notwendig).

Ein gutes Beispiel wie derartige Messwerte für neue Produkte verwendet werden können, bildet die Lösung TraQ von Bosch. Der Technologiehersteller wird damit eine wesentliche Verbesserung im Bereich des Supply Chain Managements erreichen. Durch die Verwendung von Sensoren wurden intelligente Verpackungen geschaffen, welche die Überwachung von Temperatur, Feuchtigkeit, Erschütterungen etc. in Echtzeit zulassen. Damit kann das Qualitätsmanagement verbessert und die Kosten durch Wartezeiten oder Defekte können reduziert werden. (Vgl. Goericke, D., 2016. Industrie 4.0 konkret – Lösungen für die industrielle Praxis, S. 13)

Einige Industrie-Unternehmen haben darauf basierend Angebote zur Steuerung der kundenseitigen Infrastruktur aufgebaut und bieten ihren Kunden in Form von Operation Technology (OT) ein Outsourcing dieser Betriebsfunktion an.

### 3 Die Referenzarchitektur für Industrie 4.0 im Vergleich

7

Am Markt existieren bereits einige Referenzarchitekturen, welche sich mit Industrie 4.0 und/oder IoT beschäftigen und in die Betrachtungsweise miteinbezogen werden müssen. Explizit für Anforderung von Industrie 4.0 zugeschnitten, ist das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0). Das Modell wird anhand dieses Kapitels mit den fünf Ebenen von Industrie 4.0 nach sieber&partners verglichen, bzw. kombiniert.

#### **RAMI 4.0 - Referenzarchitektur für Industrie 4.0**

Die Referenzarchitektur für Industrie 4.0 (RAMI 4.0) ist aus der Initiative des Zentralverbands Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) entstanden. Dies ist ein Industrieverband, der die Interessen der wichtigsten Industriepartner in Deutschland vertritt. Ebenfalls beteiligt sind die Verbände «Industrie 4.0», der «Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien» (BITKOM) und der «Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau» (VDMA). (Vgl. Adolphs, P. & Epfle, U., 2015. Statusreport Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0, S. 4)

Mit dem Modell RAMI 4.0 wird das Ziel verfolgt, in der Thematik Industrie 4.0 eine Standardisierung voranzutreiben und zu etablieren. Das Modell soll es den Unternehmen ermöglichen, die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und innovativer Produkte strukturiert voranzutreiben. (Vgl. Adolphs, P. & Epfle, U., 2015. Statusreport Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0, S. 5-13)

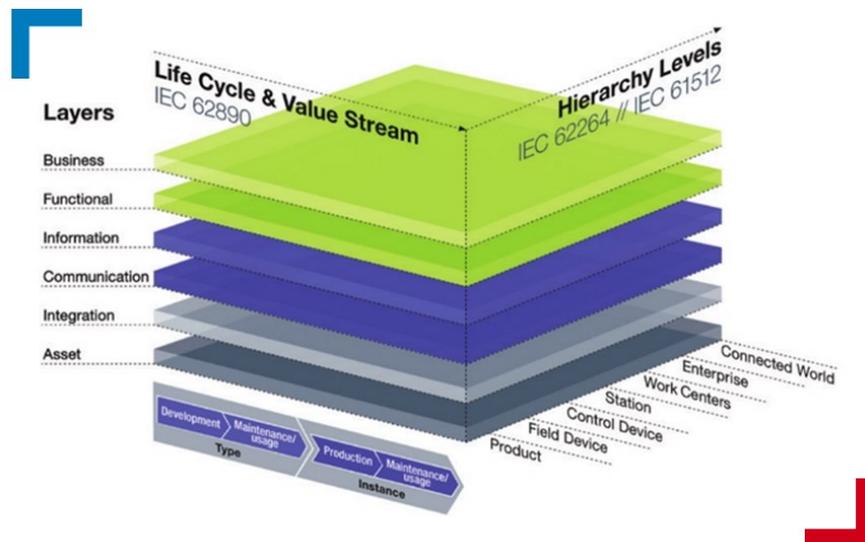


Abbildung 2: Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAM 4.0).

Das mehrdimensionale Modell verfügt über drei verschiedene Dimensionen, welche sich wie folgt beschreiben lassen: (Vgl. Adolphs, P. & Eplle, U., 2015. Status-report Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0, S. 5-13)

- **Layers**

Dient der Beschreibung und Darstellung der gesamten Sachlage. RAMI 4.0 setzt sich zum Ziel, die gesamte Realität virtuell im Modell abzubilden. Dazu gehören sowohl Entwicklungsprozesse als auch Produktionslinien, Fertigungsmaschinen, Feldgeräte und die Produkte selbst, welche aus der Produktion entstammen. Das Modell sieht vor, dass darin die gesamte Realität abgebildet wird. Zwischen den einzelnen Schichten soll eine lose Kopplung bestehen, welche es den Komponenten ermöglicht ausschliesslich mit der jeweils direkt angrenzenden Schicht zu kommunizieren.

- **Life Cycle & Value Stream**

Das Optimierungspotenzial, welches Industrie 4.0 den Unternehmen bietet, wird in diesem Modell im gesamten Lebenszyklus von Maschinen, Produkten, etc. gesehen. Diese Dimension dient dabei der Darstellung und Standardisierung des gesamten Lebenszyklus und der damit verbundenen Wertschöpfungskette.

- **Hierarchy Levels**

Diese Dimension beschreibt die funktionale Einordnung innerhalb Industrie 4.0. Im Vordergrund steht dabei die funktionale Zuordnung (nicht die Implementierung). Auch dabei nimmt das aus der Produktion entstammende Produkt selbst im Bezug zu Industrie 4.0 wieder eine wichtige Rolle ein.

Die beiden Modelle (RAMI 4.0 und das fünf Ebenen Modell nach sieber&partners) passen in der Layer-Betrachtung gut übereinander. Während das RAMI 4.0 durch die drei Dimensionen eine hohe Abdeckung aller Bereiche erreicht (hohe Komplexität), fokussiert das fünf Ebenen Modell auf eine überschaubare Darstellung und die Abgrenzung zwischen IoT und Industrie 4.0.

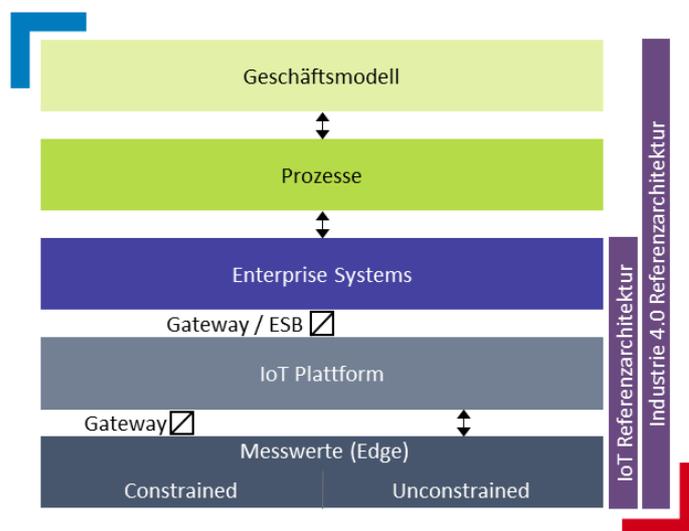


Abbildung 3: Die fünf Ebenen der Industrie 4.0.

Das Geschäftsmodell der Unternehmen sehen wir im Business Layer, während der Functional Layer unsere Prozess-Sicht abdeckt. Die Bereiche Information und Communication betrachten wir zusammengefasst als Teil der Enterprise Systems (wobei mit Communications nicht die Kommunikation der Edge Devices gemeint ist, sondern die Kommunikation unterhalb der Enterprise Systems). Der Integration Layer deckt die IoT Plattform ab, welche die Daten aus den unterschiedlichen Assets, bzw. gemäss sieber&partners aus den unterschiedlichen Edge Devices, sammelt und in einer aufbereiteten Form weitergibt.

Weitere Architektur Referenzen, welche sich für spezifische Zwecke im Bereich IoT eignen, werden im Kapitel «IoT Referenzarchitekturen» kurz vorgestellt.

## 4 Die Akteure der Industrie 4.0

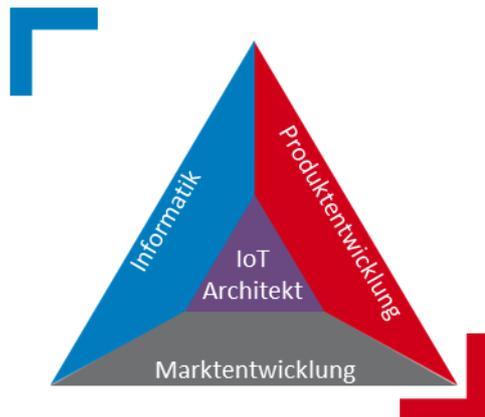


Abbildung 4: Die Akteure der Industrie 4.0.

### 4.1 Die Rolle der Informatik

Im Zuge von Industrie 4.0 erhält die Informatik eine neue Rolle. Sie etabliert sich als Schnittstelle und Vermittler zwischen Marktentwicklung und Produktentwicklung. Die Informatik tritt gegenüber der Marktentwicklung als Berater auf und unterstützt bei der Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen und Projektideen. Dank der technischen Breite der Informatik ist auch die Kommunikation mit den Produktentwicklern im Fokus der neuen Rolle der Informatik. Dadurch wird sichergestellt, dass Ideen und Geschäftsmodelle entwickelt werden, die sowohl Mehrwert für den Kunden bilden als auch rentabel und realistisch in der Umsetzung sind.

Nebst der vermittelnden Rolle eignet sich die Informatik auch für die Steuerung der Umsetzung. Auf der Basis der Gesamtstrategie sorgt die Informatik für den technischen Rahmen in Form der Architektur. Sie stellt die konzeptionelle Verbindung zwischen Geschäftsmodell, Prozessen, Datenanalysen, Messwerten und eingesetzten Systemen her. Nur so können Inkompatibilitäten, Wildwuchs und unüberschaubare Komplexität verhindert werden.

## 4.2 Die Rolle der Produktentwicklung

Die Produktentwicklung bestimmt zusammen mit der Informatik die notwendigen Sensoren, um genau diejenigen Messwerte zu sammeln, welche zur Erreichung der Businessziele notwendig sind. Die Marktentwicklung profitiert wiederum von den gewonnenen Daten, da sie dadurch ihre Kunden besser kennenlernen können und erfahren, wie diese ihre Produkte einsetzen. Das Zusammenspiel von Produktentwicklung, Informatik und Marktentwicklung dient der kontinuierlichen Verbesserung aller an der Wertschöpfung beteiligter Prozesse. Die Produktentwicklung sorgt aber vor allem dafür, dass die gewählten Sensoren in die Produkte eingebaut werden und das Zusammenspiel mit der Produktfunktionalität reibungslos bleibt.

Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, empfiehlt es sich, die Funktion Enterprise Architecture im Unternehmen aufzubauen, welche als integrierendes Element zwischen Product Lifecycle Management (PLM), Operation Technology (OT) und Information Technology (IT) eingesetzt wird. Diese beherbergt ebenfalls den IoT Architekten.

## 4.3 Die Rolle der Marktentwicklung

Produkt-, Prozess- und Geschäftsmodell-Innovation sind gegenseitig voneinander abhängig. Zudem ist der Erfolg massgeblich von der Akzeptanz bei den Kunden beeinflusst. Je höher der Reifegrad einer Technologie und je höher die geschäftliche und soziale Akzeptanz sind, desto grösser ist die Erfolgswahrscheinlichkeit. Jede Geschäftsleitung steht nun vor der Frage, wann der optimale Zeitpunkt ist, um einzusteigen. Ist die Technologie noch nicht reif, muss noch Entwicklungsarbeit geleistet werden, die man sich bei einem späteren Einstieg hätte sparen können. Ist die Akzeptanz noch zu tief, stehen den Investitionen und Kosten noch keine genügend hohen Erträge gegenüber. Wartet man jedoch zu lange, so wird der Markt von den Konkurrenten besetzt sein.

Die Aufgabe der Marktentwicklung ist es demnach, den Reifegrad zu kennen und in engem Kontakt einerseits mit den Kunden und andererseits mit der Produktentwicklung und Informatik zu stehen. Moderne Vorgehensweisen sind denn auch nicht mehr eine lineare Entwicklung, sondern gleichen eher einem Experiment. Man spricht von agiler Entwicklung. Innovationen werden Schritt für Schritt entwickelt, wobei die Kunden ebenfalls mit in den Entwicklungsprozess einbezogen werden.

## 4.4 Die Rolle des IoT Architekten

Der IoT Architekt oder Industrie 4.0 Architekt, häufig auch CDO (Chief Digital Officer) genannt, ist eine neue Rolle, welche die Kombination der drei Bereiche übernimmt. Zu den Aufgaben dieser Rolle gehören primär folgende Tätigkeiten: (Vgl. Gartner Catalyst Conference 2016 in San Diego)

- End-to-End Architektur-Design  
Umfasst Geschäftsmodell, Prozesse, Enterprise Systems, IoT Referenz Architektur, Standard-Framework für IoT Projekte, Festlegung der IoT Plattform, Definition der Datenflüsse (collection, storage, analysis) als auch die Architektur der Endgeräte (Edge Devices, Sensoren und Actuators).
- Definition des Prozesses zur Bildung von Industrie 4.0 Lösungen.  
Umfasst die:
  - Entwicklung einer gemeinsamen Vorstellung von Industrie 4.0 Lösungen aus dem Blickwinkel Marketing, Produktentwicklung, Operation Technology (OT) und Informatik (IT).
  - Team-Bildung (Marketing, Produktmanagement, IT, OT, Produktentwicklung).
  - Entwicklung eines Prototypen und die Definition der Informations-Architektur der Lösung, Hardware-Auswahl, Skalierung und Simulation, sowie die Entwicklung einer Kosten- und ROI-Kalkulation.
  - Entwicklung eines Implementierungs-Plans zur effizienten Produktion, für den Rollout, die Skalierung und Weiterentwicklung nach der Auslieferung.
- Entwickeln und pflegen der Industrie 4.0 und IoT Vision.

12

## 5 Die fünf Aufgaben des Managements im Umgang mit Industrie 4.0

Um mit der industriellen Revolution mitzuhalten und die Chancen der neuen Technologien nutzen zu können, sollte das Management den Mut mitbringen um verändernde Entscheide zu treffen und einige zentrale Aufgaben berücksichtigen:

### 1. Den eigenen Spielraum kennen

Wenn sich Geschäftsmodelle und Geschäftsprozesse verändern, entstehen immer Gewinner und Verlierer. Eine der Hauptaufgaben des Managements ist es den eigenen Spielraum zu erkennen. Ein Maschinenhersteller beispielsweise muss erkennen, in welche Richtung sich die Plattformanbieter entwickeln. Dann kann entschieden werden, inwiefern eine Lücke zwischen Kunde, Plattformanbieter und eigenen Leistungen genutzt werden kann, um die eigene Wertschöpfung zu erweitern.

### 2. Die Zusammenführung von Business, Informatik und Produktentwicklung

Die erfolgreichsten und revolutionärsten Innovationen sind oft in sehr enger Zusammenarbeit zwischen Business und Informatik entstanden. In den prominenten Beispielen wie Facebook war es gar eine Person, die beide Seiten vereinte. Das gegenseitige Verständnis ist also entscheidend. Dazu müssen beide Seiten genügend Erfahrungen auf der jeweils anderen Seite gesammelt haben. Anders als bei der Umsetzung von Standardprojekten, muss in Innovationsprojekten diese Überschneidung in den Erfahrungen grösser sein, als man gemeinhin annimmt.

Da es sich bei Industrie 4.0 Projekten immer auch um Produktinnovationen handelt, gilt für das gegenseitige Verständnis von Produktentwicklung und Business sowie von Produktentwicklung und Informatik dasselbe. In besonders technologieaffinen Unternehmen ist es gar denkbar, die Informatik in eine Business Unit zu integrieren.

### 3. Marktposition vs. ROI

Bevor eine Entscheidung für ein neues Geschäftsmodell, ein neues Produkt oder ein Projekt getroffen wird, ist es wichtig den Markt genau zu kennen. Trotz aller Innovation und Technologie kommt dazu die klassische Marktforschung zur Anwendung. Nur wenn die Nachfrage nach einem neuen Service, einem neuen Produkt oder einem neuen Geschäftsmodell auch gross genug ist, lohnen sich Investitionen in dessen Entwicklung. Wie aber können innovative Ideen treffsicher bewertet werden? Dazu gilt es den Marktwert des eigenen Unternehmens zu betrachten. Eine Kennzahl wie der Return on Investment versagt als guter Indikator. (Vgl. Sieber, P., IT Business, 2015. Wollen wir bewahren oder Innovieren, S. 3-6)

### 4. Risiko Assessment

Nach der Erstellung von Industrie 4.0 Prototypen sollte ein Risk Assessment durchgeführt werden, um Schwächen im Design frühzeitig zu erkennen. Dabei wird gezielt versucht, die Lösung in Bezug auf Übertragung, Fehlinformationen von Sensoren, falschen Befehlen an Actuators, Sicherheit (ethical hacking) und Durchsatz (Flooding, DOS Attacken) zu brechen.

Ausserdem sollte zusammen mit OT-Experten und Lieferanten das Business-Risiko bezüglich Sicherheit, Wahrung der Privatsphäre in Sensorbereichen, und der Zuverlässigkeit und Fehlertoleranz der Industrie 4.0 Komponenten in der Gesamtlösung untersucht werden.

Schliesslich müssen zwecks Risiko-Dämpfung Massnahmen zur Qualitätssicherung, Ausfall-Sicherheit und zur Ermöglichung von Feld-Upgrades geplant werden.

**5. Formulierung und Umsetzung der Strategie und Definierung der Rahmenbedingungen**

Eine Strategie, welche den Umgang mit Industrie 4.0 definiert, setzt dem Unternehmen die Leitschranken für die Entwicklung und gibt die Richtung vor. Zusätzlich sind die Rahmenbedingungen zu bestimmen, die in der Realisierung von Projekten eingehalten werden müssen (Standards).

## 6 Zu viele reden darüber, wer muss handeln?

Zentral in der Umsetzung von Industrie 4.0 Projekten ist der Rückhalt und die Unterstützung in der Geschäftsleitung. Dabei ist es wichtig, dass sowohl der notwendige Raum für Innovation geschaffen wird, als auch die Rahmenbedingungen in Form von Strategien und Architekturen vorgegeben werden. Nur so kann die erhöhte und stetig wachsende Komplexität auf Dauer erfolgreich bewältigt werden. Weiter ist diese Weiterentwicklung die Grundlage für kommende Technologien und Trends, wie beispielsweise cyber physical systems (Systeme, welche die Teilgebiete der Software, Mechanik, Elektronik und Datenkommunikation über Netzwerke vereinen), oder auch 4D Printing (zusätzlich zur Form des Objektes können auch die Eigenschaften des Werkstoffes programmiert werden).

Ein möglicher Treiber für derartige Innovationsprojekte ist die Informatik, die das Bindeglied zwischen der Produktentwicklung und dem Business bzw. der Marktentwicklung darstellen kann. Durch die Nähe am Business und das breite technische Verständnis hat die Informatik die Möglichkeit beide Seiten zu verstehen und kann ihre Rolle als Vermittlerin optimal wahrnehmen. Wichtig ist, dass die Kundenbedürfnisse von Beginn an im Fokus stehen und mit der Anpassung der Geschäftsmodelle und Prozesse begonnen wird, bevor der Fokus auf die technische Umsetzung erweitert wird. Wichtig ist zudem, dass in der Informatik zwischen den Aufgaben für eine stabile, leistungsfähige Standardinfrastruktur und

den agilen, oft experimentellen, Projekten unterschieden wird (bimodale Informatik). Hin und wieder werden dazu auch mehrere Teams aufgebaut. Welcher Weg besser ist, muss individuell bestimmt werden.

Industrie 4.0 wird nicht durch einzelne Personen oder Abteilungen als Projekt umzusetzen sein. Um die erfolgreiche Transformation bewältigen zu können wird es in vielen Unternehmen zu einem Paradigmenwechsel kommen, der Änderungen in allen Bereichen der Unternehmung mit sich zieht. Dazu gehören Strategien, Geschäftsmodelle, Prozesse und Technologien gleichermassen wie die Organisation oder auch die Managementkompetenzen. Es ist die Aufgabe des IoT Architekten diesen Veränderungsprozess voranzutreiben und ggf. zu führen. Dies geschieht am besten Schrittweise mit Projekten in besonders geeigneten Pionier-Bereichen des Unternehmens.

## 7 Internet of Things Referenzarchitekturen

15

In den folgenden Kapiteln werden einige der bekanntesten Referenzarchitekturen aus dem Bereich IoT erläutert. Diese decken alle die untersten drei Ebenen des fünf Ebenen Modelles nach sieber&partners ab (IoT Bereich).

### 7.1 Gartners IoT Reference Model

Gartner, als global tätiges Unternehmen im Bereich IT-Beratung und Marktforschung, beschäftigt sich jeweils sehr früh mit innovativen und modernen IT Trends. So auch mit der Thematik Internet of Things, wozu Gartner nebst unterschiedlichsten Papers, Reports, etc. auch mehrere Referenzarchitekturen erstellt hat. Im Gegensatz zu den Architektur-Modellen, welche Gartner bereits 2014 zu spezifischen Bereichen wie Thing-Centric Architecture, Gateway-Centric Architecture, Smartphone-Centric Architecture, Cloud-Centric Architecture und Enterprise-Centric Architecture entwickelt hat, fokussiert das IoT Reference Model eine generische Betrachtungsweise der IoT Thematik. (Vgl. LoHong, H., 2016. Build Your Blueprint for the Internet of Things, Based on Five Architecture Styles)

Das erwähnte Modell unterscheidet zwischen den folgenden drei Hauptbereichen von IoT: (Vgl. Olliffe, G., 2016. Assessing Integration Architecture for Internet of Things Solutions)

- Edge**  
 In diesem Bereich sieht Gartner alle Sensoren und Aktoren, welche direkt an der Erhebung, bzw. Messung der Daten beteiligt sind. Gartner zieht dabei auch die Objekte und Personen (Things) mit ein. Auch wird die Unterscheidung zwischen Smart (Constrained) und Simple (Unconstrained) IoT Devices gemacht, welche sich durch die Kommunikation mit der IoT Plattform differenziert (direkt oder über ein Gateway).
- IoT Platform**  
 Die IoT Plattform ist für die Verarbeitung und Aufbereitung der Daten und Datenstreams vorgesehen. Nebst der Anwendung von Data Analytics und Event Processing wird bei Gartner sowohl die Authentifizierung der Devices als auch die visuelle Darstellung in der Plattform vorgenommen.
- Enterprise**  
 Über ein Gateway, das nach Gartner auch ein API sein kann, werden die Daten in die unterschiedlichen Enterprise Systems eingespeist, um die jeweiligen Prozesse und Services zu ermöglichen, bzw. zu unterstützen.

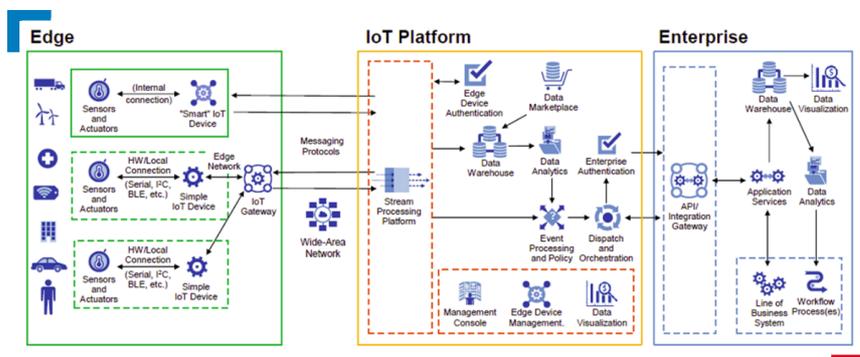


Abbildung 5: Gartner's IoT Reference Model.

## 7.2 Microsoft Azure IoT Reference Architecture

Die Architekturreferenz von Microsoft wurde erstellt um den Unternehmen eine Hilfestellung in der Erstellung von sicheren und skalierbaren IoT Lösungen zu bieten. Optimal lässt sich dieses Modell im Zusammenhang mit öffentlichen, privaten oder hybriden Azure Cloud Komponenten nutzen. (Vgl. Microsoft, 2016. Microsoft Azure IoT Reference Architecture)

Erstellt wurde das Modell mit einem starken Fokus auf grosse IoT Umgebungen mit Edge Devices im industriellen Umfeld wo grosse Mengen an Daten produziert werden. Das Ziel ist dabei einen optimalen Datenfluss zwischen den verbunde-

nen Geräten und dem Cloud-Backend sicherzustellen. Das Modell ist dabei unabhängig von bestimmten Industrien und kann für die Umsetzung verschiedenster Use Cases verwendet werden. (Vgl. Microsoft, 2016. Microsoft Azure IoT Reference Architecture, S. 3)

In dem Modell wird zwischen den folgenden drei Hauptbereichen von IoT unterschieden: (Vgl. Microsoft, 2016. Microsoft Azure IoT Reference Architecture, S. 3-5)

- Device Connectivity**  
 Hierbei werden die Edge Devices direkt oder indirekt (über ein Gateway) mit dem Cloud Gateway verbunden. Das Cloud Gateway dient als zentrale Schnittstellen zwischen allen Edge Devices und der zweiten Ebene „Data processing, analytics, and management“.
- Data Processing, Analytics, and Management**  
 Dieser Bereich wird auch gerne als Backend bezeichnet und übernimmt mit verschiedensten Komponenten sowohl die Erkennung der Edge Devices, die Sammlung der Daten sowie die Analyse und Transformation der Daten um sie für die nächste Ebene aufzubereiten.
- Presentation & Business Connectivity**  
 Die aufbereiteten Daten werden zum Ende in den jeweiligen Enterprise Systemen und Prozesse zur Verfügung gestellt und in geeigneter Form visuell dargestellt.

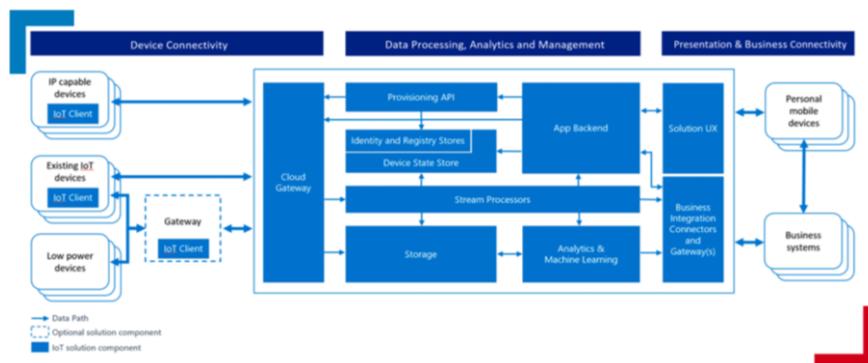


Abbildung 6: Microsoft Azure IoT Solution Architecture.

### 7.3 Amazon AWS Pragma Architecture

Amazon, ursprünglich im Online-Versandhandel von Bücher, CDs und Videos tätig, ist schrittweise in das IT Geschäft eingestiegen und verkauft seit 2009 auch unter eigener Marke verschiedenste technische Geräte (EBook-Reader, etc.). Ziemlich früh wurde auch der Einstieg in das Online-Services Geschäft geschafft,

woraus 2006 Amazon Web Services, kurz AWS, entstanden ist. Unter AWS vermarktet Amazon eine Vielzahl von Online-Diensten im Cloud-Bereich. Einige prominente Beispiele dafür sind Dropbox und Netflix.

Mit dem Modell «Pragma Architecture» hat AWS eine Sichtweise entwickelt, wie IoT unter der Verwendung von AWS zielführend eingesetzt werden kann. (Vgl. Amazon, 2016. Amazon Web Services – Core Tenets of IoT, S. 13-14)

Das Modell setzt sich aus den folgenden Ebenen zusammen: (Vgl. Amazon, 2016. Amazon Web Services – Core Tenets of IoT, S. 12-14)

- Speed Layer**  
 Die unterschiedlichen Edge Devices kommunizieren direkt mit dem IoT Gateway über den Speed Layer. Nach erfolgter Authentifizierung durch den Control Layer wird auch die Aufbereitung der Daten in diesem Layer durchgeführt. Zur Aufbereitung kommen dabei bspw. AWS Lambda (Realtime Analytics) oder Amazon Kinesis (Realtime Data Streams) zum Einsatz.
- Control Layer**  
 Aus Sicherheitsgründen wurde der Control Layer gesondert eingeführt. Dieser ist zuständig für die Authentifizierung der jeweiligen Edge Devices (bspw. durch die Verwendung von Zertifikaten). Dadurch wird der Stream im Speed Layer freigegeben.
- Serving Layer**  
 Dient der Darstellung und Präsentation der aufbereiteten Daten in einer für den Endanwender geeigneten Form.

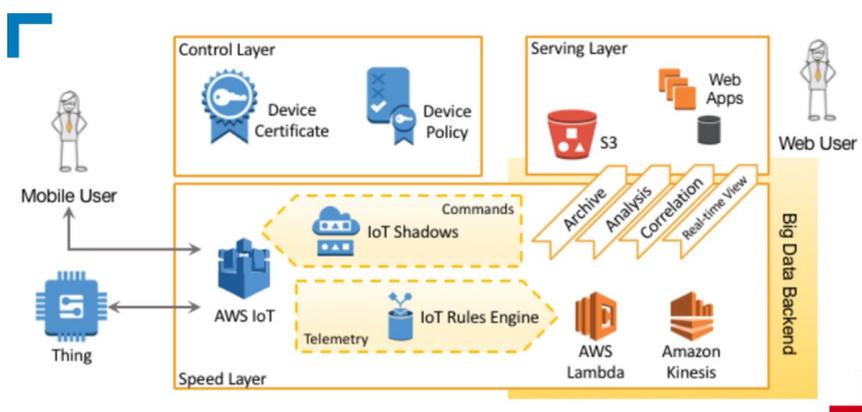


Abbildung 7: Amazon AWS Pragma Architecture.

## 7.4 IBM Cloud Architecture for IoT

Die IBM als weltweit tätiger Anbieter von IT und IT Dienstleistungen ist seit 1955 unter diesem Brand am Markt. Sie betreibt spezifisch für den Cloud Bereich das Cloud Architecture Center, welches den Fokus auf aktuelle Themen wie beispielsweise Datenanalytik, Mobility, Hybrid aber auch IoT setzt.

Mittels dem Modell «Internet of Things Architecture» fokussiert das IBM Cloud Architecture Center das Ziel, eine Hilfestellung in der Erstellung von IoT Lösungen in Cloud Umgebungen anzubieten. (Vgl. IBM Cloud Architecture Center, 2016. Internet of Things architecture overview, S. 2)

Das Modell setzt sich aus folgenden Ebenen zusammen: (Vgl. Cloud Standards Customer Council, 2016. Cloud Customer Architecture for IoT, S. 1-18)

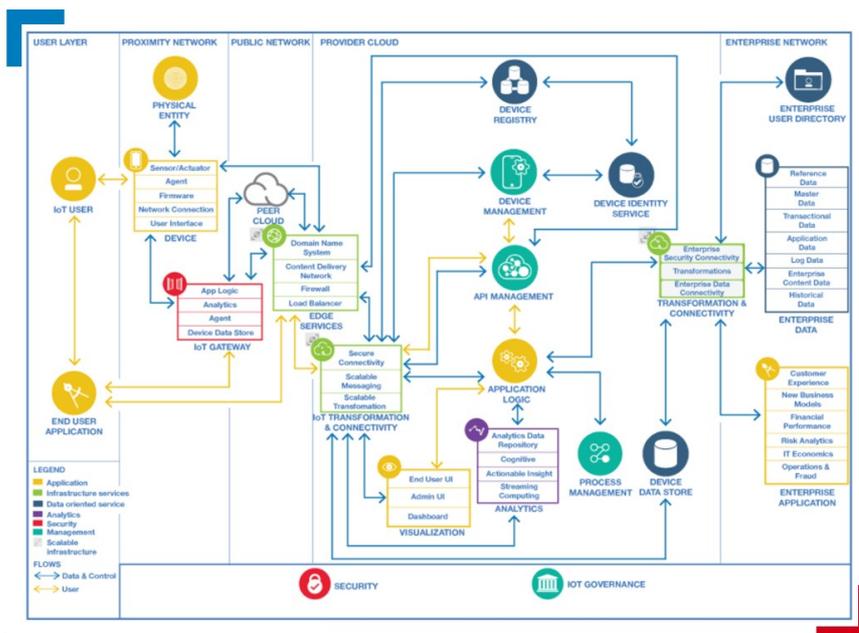


Abbildung 8: IBM Cloud Customer Architecture for IoT.

- **User Layer**  
 Wird als unabhängiges, externes Netzwerk betrachtet. Es beinhaltet die physischen User und unterschiedliche Endanwender-Anwendungen.
- **Proximity Network**  
 Beinhaltet die Edge Devices (Sensoren und Aktoren), welche mittels ihrer Firmware direkt oder indirekt über ein Gateway in der Lage sind Daten auszutauschen. Die Kommunikation findet dabei über ein öffentliches Netz statt (Public Network).

- **Public Network**

Im Public Network findet die Kommunikation mit dem Provider statt. Dies geschieht über den Edge Service, welcher die Schnittstelle zwischen den Edge Devices, bzw. deren Gateways, weiteren Datenquellen und dem Provider darstellt.

- **Provider Cloud**

Hier werden sämtliche Daten gesammelt und zusätzlich mittels Daten aus dem Enterprise Network (dem Unternehmen selbst) angereichert. Der Provider stellt unterschiedlichste Mittel und Werkzeuge zur Analyse, Aufbereitung, Darstellung, etc. der Daten bereit (bspw. Bluemix IoT). Mittels Cognitive und Predictive Analytics lassen sich ausserdem auch Aktivitäten oder Tasks auslösen. Die gewonnenen Erkenntnisse können von den Usern direkt abgerufen und in die Enterprise Systems eingespeist werden.

- **Enterprise Network**

Über die Schnittstelle Transformation & Connectivity können sowohl Daten an den Cloud Provider übermittelt werden (zur Anreicherung der Daten) als auch Daten in die gegenläufige Richtung wieder in die Enterprise Systems eingespeist und für weitere Tätigkeit verwendet werden.

## 8 Checkliste: Wie fit ist Ihr Unternehmen für Industrie 4.0

- Kennt Ihr Management den eigenen Spielraum im Wertsystem der Branche?
- Funktioniert die Zusammenarbeit zwischen Business, Informatik und Produktentwicklung in ihrem Unternehmen und verstehen diese Bereiche jeweils die Fragen, die die Anderen beschäftigen?
- Kennen Ihr Management die Marktposition und die Kunden gut genug, um neuen Geschäftsmodellen eine Chance zu geben?
- Liegt eine Vision für die Erschliessung des Industrie 4.0 Potenzials vor?
- Wissen Sie, welche Risiken durch Industrie 4.0 für Ihr Unternehmen von Bedeutung sind und wie Sie mit diesen umgehen müssen?
- Sind die notwendigen Architekturvorgaben für den Umgang mit Industrie 4.0 definiert?
- Gibt es in Ihrer Organisation einen IoT Architekten, Industrie 4.0 Architekten oder CDO (Chief Digital Transformation Officer), der die Kombinationen der drei Bereiche Informatik, Marktentwicklung und Produktentwicklung im Industrie 4.0 Umfeld übernimmt?

21

<b>Ansprechpartner</b>	<b>Funktion</b>	<b>Unternehmen</b>
Ralph Mächler	Autor, Transformation Consultant	Dr. Pascal Sieber & Partners AG
Rudolf Meyer	Autor, Transformation Consultant	Dr. Pascal Sieber & Partners AG
Dr. Pascal Sieber	Autor, Transformation Consultant, Executive Board	Dr. Pascal Sieber & Partners AG

## 9 CNO Netzwerk – The Interchange of New Ideas

Im Chief Networking Officer (CNO) Netzwerk erforschen und entwickeln wir Ideen und Lösungen für ein besseres Verständnis der Anforderungen an die Informatik und ein besseres Verständnis für die Nützlichkeit der Informatik für Unternehmen und Verwaltungen. Das Projekt wird getragen von Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Medien.

Ein jährlicher Kongress, das CNO Panel, ist die Schweizer Plattform für das Top-Management mit Schwerpunktreferaten, Workshops und viel Raum für persönliches Networking.

Mit Chief Networking Officer (CNO) ist jene Person gemeint, die im Top-Management die Verantwortung für die Vernetzung des Unternehmens mit Kunden, Lieferanten und Partnern übernimmt. Der oder die CNO unterstützt unternehmensinterne und betriebsübergreifende Geschäftsprozesse mit Informatik und Telekommunikation, damit die beteiligten Mitarbeiter/innen effizient und effektiv zusammenarbeiten können, damit neue Geschäftsfelder erschlossen und die Wertschöpfung im Unternehmen oder in der Verwaltung gesteigert werden kann.

Wissenschaftliche Partner des CNO Netzwerks 2016 sind: IWI Institut für Wirtschaftsinformatik Universität Bern, Abteilung Information Management; IWI Institut für Wirtschaftsinformatik Universität Bern, Forschungsstelle Digitale Nachhaltigkeit; IWI Institut für Wirtschaftsinformatik Universität Bern, Abteilung Information Engineering; KPM Kompetenzzentrum für Public Management Universität Bern; IfM Institute of Marketing Universität St. Gallen.

Verbandspartner des CNO Netzwerks 2016 sind: asut; ICT-Berufsbildung Schweiz; IFJ Institut für Jungunternehmen; Internet Briefing / Erfa-Gruppe; simsa; Swico; Swiss Marketing; WinLink.

Medienpartner des CNO Netzwerks 2016 sind: Netzmedien; IT Business; Der Organisator.

### Kontakt

Dr. Pascal Sieber & Partners AG  
+41 31 566 93 00  
[www.cno-panel.com](http://www.cno-panel.com)