

6 Referenzarchitekturmodell Industrie4.0 (RAMI4.0)

6.1 Hintergrund

Ein erster Ansatz, automatisierungstechnische Zusammenhänge umfassend darzustellen, war die in den Achtzigerjahren vorgestellte Automatisierungspyramide (Abbildung 25). Sie gliedert die Aufgaben eines Fertigungsprozesses (in der Regel) in fünf Hierarchieebenen, ohne dass klar zwischen physischer Welt und Informationswelt unterschieden wird. Jeder Hierarchiestufe sind starr bestimmte Funktionen zugewiesen. Der Fertigungs- bzw. Produktionsprozess, der eigentliche Wertschöpfungsprozess, ist unterlagert zu denken, fehlt in Darstellungen oft bzw. hat in diversen Darstellungen keinen Bezug zu Hierarchieebenen und deren Funktionen. Implizit enthält die Pyramide eine Information zu den im Enterprise Resource Planning-System (ERP) hinterlegten zu erfüllenden Aufgaben (im Bild mit „Request/Demand“ markiert) und den hierfür erforderlichen Ressourcen (im Bild mit „Supply/Capability“ markiert). Die Pyramide stellt wichtige, in Industrie4.0 aber keineswegs ausreichende Aspekte dar.

Einen deutlichen Schritt weiter geht man im Umfeld von Smart Grid mit dem in Abbildung 26 dargestellten Smart Grid Architecture Model (SGAM), das die Automatisierungspyramide in Form der Hierarchieebenen, dort „Zones“ genannt, um funktionale (Interoperability Layers) und prozessuale Aspekte (Domains) ergänzt. [31] Damit wird die in der Automatisierungspyramide implizite Zuordnung bestimmter Funktionen zu bestimmten Hierarchieebenen erstmalig aufgelöst.

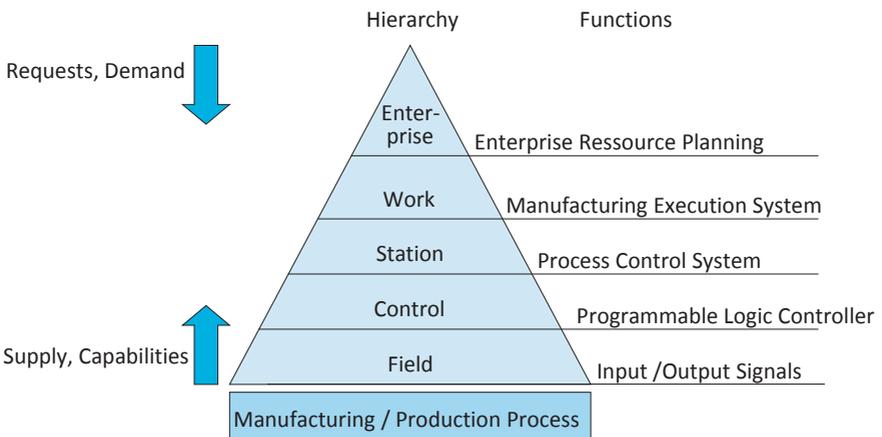


Abbildung 25: Bei der klassischen Automatisierungspyramide sind die Hierarchien mit bestimmten Funktionen verbunden

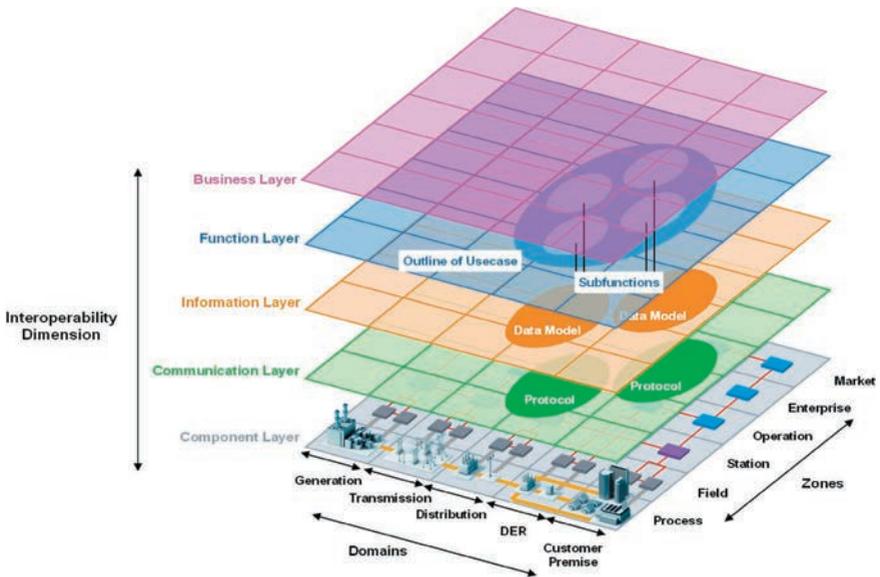


Abbildung 26: Das Smart Grid Architecture Model (SGAM) ergänzt die Automatisierungspyramide um funktionale und prozessuale Aspekte [31]

Da es sich bei SGAM um ein Modell für Smart Grid handelt, wird explizit zwischen dem Prozess der Stromerzeugung und -verteilung (Domains), der Beschreibung der Mittel (Interoperability Layers) und der „Zuordnung“ (Zones) unterschieden.

Ein Vorteil dieser Darstellung ist, dass die starren Zuordnungen der ursprünglichen Automatisierungspyramide einen Sonderfall dieser räumlichen Darstellung bilden und damit die Migration vom „alten“ Denken hin zur neuen „smarten“ Welt erleichtern.

In Industrie4.0 wurde auf den Arbeiten zu SGAM aufgesetzt und SGAM entsprechend den erweiterten Anforderungen als Referenzarchitekturmodell Industrie4.0 (RAMI4.0) weiterentwickelt. Die Erweiterung von RAMI4.0 gegenüber SGAM besteht darin, dass die elektrische Energieverteilung auf der SGAM-Domain-Achse verallgemeinert einen „Value Stream“ darstellt, an dem viele Komponenten beteiligt sind und damit auch deren Lebenslauf (Vita) repräsentiert wird.

Bei SGAM hat man sich am ISO-7-Schichten-Modell für die Kommunikationstechnik, orientierend zur *Strukturierung* der Eigenschaften für eine „Layer“-Architektur, entschieden. Der Component Layer von SGAM wurde in RAMI4.0

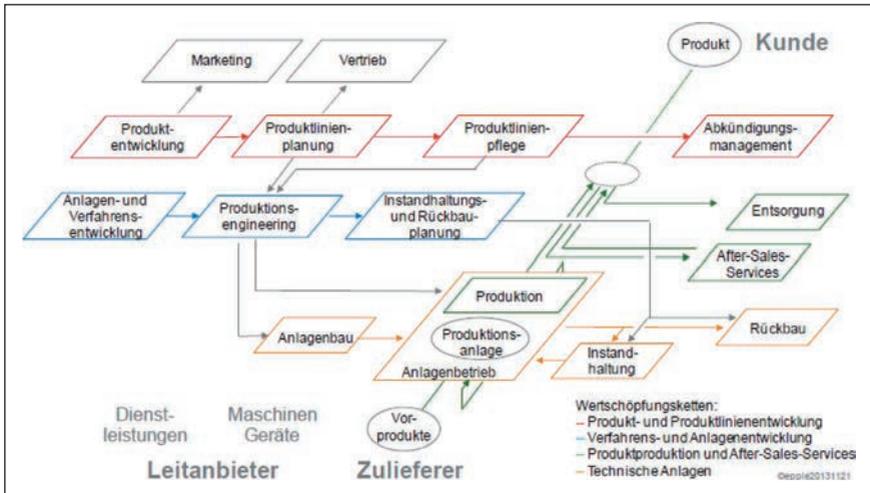


Abbildung 27: Wertschöpfungsketten in Industrie4.0 [17]

aufgeteilt. Entstanden ist der Asset Layer, der die Assets der physischen Welt repräsentiert, und der Integration Layer, der die digitalen Anteile des Component Layers beinhaltet und somit der Informationswelt zuzuordnen ist. Mit diesen beiden Layern wurde in RAMI4.0 eine klare Aufteilung zwischen physischer Welt und Informationswelt vorgenommen und gleichzeitig die *Bindung* der Informationswelt an die physische Welt realisiert.

In Fortsetzung der Aktivitäten zur „offenen Kommunikation“ stellt Industrie4.0 die „offene Anwendung“ in den Mittelpunkt. Abbildung 27 zeigt die mit RAMI4.0 mindestens beschreibbaren Wertschöpfungsprozesse, die in Industrie4.0 offene Anwendungen darstellen. Dies bedeutet nicht, dass in Zukunft keine weiteren Wertschöpfungsprozesse einbezogen werden können. Prinzipiell lässt sich die Methodik in anderen IoTS-Prozessen anwenden.

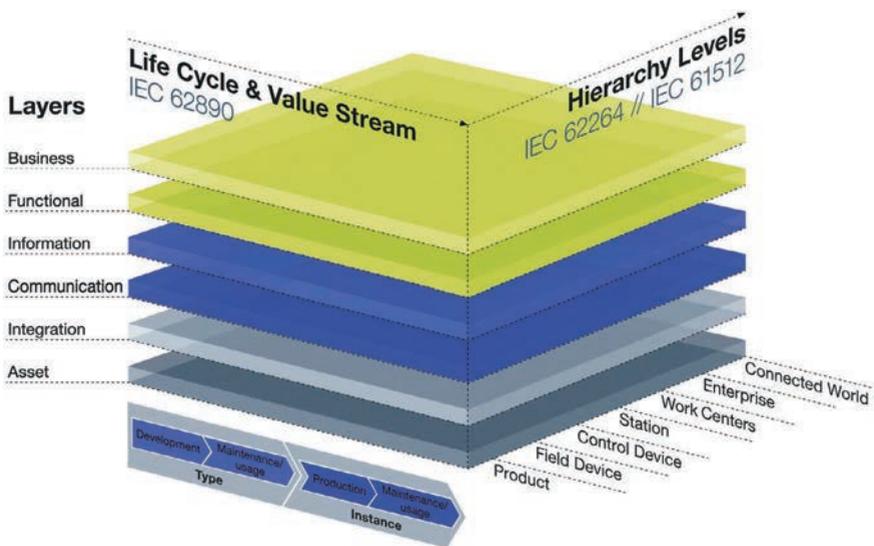
Offene Anwendungen sind nur mit allgemein verfügbaren Standards und Normen realisierbar. RAMI4.0 wurde mit folgenden Zielsetzungen entwickelt:

- 1) Schaffung eines anschaulichen und einfachen Architekturmodells als Referenz für den gesamten Industrie4.0-Lösungsraum
- 2) Darstellung anwendungsspezifischer Zusammenhänge mit Normen und Standards:
 - a) Zuordnung geeigneter vorhandener Normen und Standards
 - b) Minimierung der Zahl der eingesetzten Normen und Standards durch Evaluierung von Überschneidungen und Festlegung von Vorzugslösungen

- c) Evaluierung und Schließen von Lücken in Normen und Standards durch neue bzw. veränderte Normen
- 3) Evaluierung von Untermengen einer Norm bzw. eines Standards zur schnellen Umsetzung von Teilinhalten für Industrie4.0 („I4.0 Ready“, siehe Kapitel 14)

Abbildung 28 zeigt das Referenzarchitekturmodell Industrie4.0. Das mit Grundnormen abgebildete würfelförmige Gebilde gliedert sich in die drei Achsen:

- Achse *Life Cycle & Value Stream*, d. h. Lebenszyklus & Wertstrom (IEC 62890)
- Achse *Hierarchy*, d. h. die funktionale Zuordnung z. B. eines Assets oder auch Informationen zu einer oder mehreren Hierarchieebene(n) unter Berücksichtigung von Teilen der Normen IEC 62264 und IEC 61512
- Achse mit *Layers*, also die funktionale Architektur des Assets mit Aufteilung in physische und Informationswelt



Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

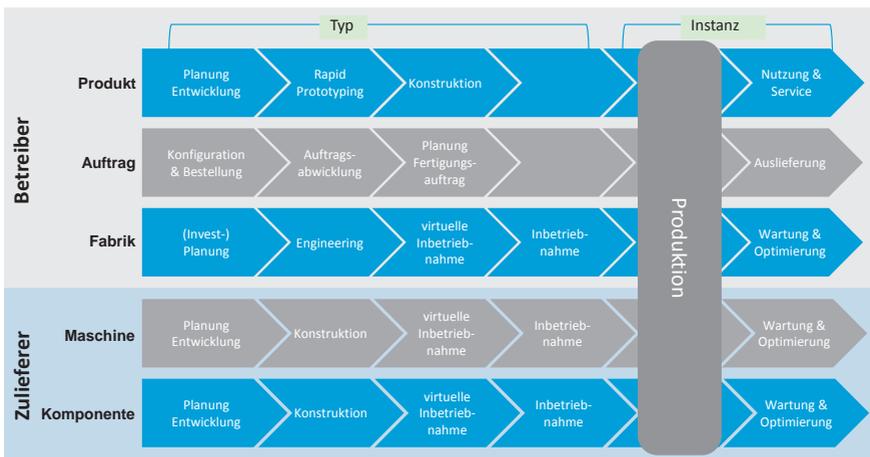
Abbildung 28: Das Referenzarchitekturmodell Industrie4.0 (RAMI4.0)

6.2 Achse Lebenszyklus und Wertstrom

Durch die immer stärkere Vernetzung in der horizontalen Integration, bei z. B. Einkauf, Logistik und Produktion oder auch in der Entwicklung mit Simulation von Produkten und Maschinen, ergeben sich neue Potenziale, d.h., dass Lebenszyklen und Wertschöpfungsketten immer stärker herstellerübergreifend digitalisiert und stärker vernetzt werden. Aus den teilweise linearen Wertschöpfungsketten werden immer mehr ineinander vernetzte Wertschöpfungsnetzwerke, die sehr schnell digital ihre Informationen untereinander austauschen. Das digitale Abbild in der Informationswelt wird dafür immer wichtiger.

Dies bedeutet, dass Prozesse im Unternehmen immer stärker formalisiert und digitalisiert werden müssen. Dieser Sachverhalt spiegelt sich in der Achse Lebenszyklus und Wertstrom wider. Es ist zu erwarten, dass hierfür neue Standards und Normen notwendig sind.

Jeder Gegenstand, jede Maschine, jede Software, d.h. jedes Asset, durchläuft während seiner Lebenszeit (Vita) verschiedene Phasen innerhalb der Prozesse einer Wertschöpfungskette. Je nach Branche oder Typ des Assets sind für ähnliche Prozesse unterschiedliche Begriffe gebräuchlich. Bei näherer Betrachtung erkennt man viele Gemeinsamkeiten. Die Prozesse sind alle in zwei große Hauptphasen gegliedert (Abbildung 29).



Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

Abbildung 29: Verschieden benannte Phasen in Lebenszyklen und Wertschöpfungsketten

Die erste Phase stellt die Entwicklung eines Assets von der ersten Idee bis zum ersten Prototypen und Test dar. In dieser Phase entsteht der „Typ“ eines Assets. Mit dem Typ stehen alle Informationen für eine Vermarktung zur Verfügung und die Produktion kann gestartet werden.

Die zweite Phase umfasst die Herstellung des vorher entwickelten Typs mit seiner Nutzung (Instanz). In dieser Phase entstehen „Instanzen“. Alle Instanzen resultieren aus dem Typ. Die Instanzen werden mit weiteren Informationen angereichert, z. B. mit welcher Qualität sie wann und wo mit welchen Materialien zu welchen Kosten oder in welcher Zeit hergestellt wurden. Nach der Herstellung wird die Asset-Instanz vom Kunden genutzt. In der Nutzungsphase entstehen Nutzungsdaten, z. B. wie, wo und wann das Asset verwendet wurde. Zur Nutzungsphase gehören auch Service und Wartung. Zu dem einen Typ können beliebig viele Instanzen entstehen. Im Anlagenbau entsteht z. B. aus einem Typ eine Instanz, in der Serienproduktion oder Massenproduktion entstehen aus einem Typ Tausende von Instanzen.

Die Nutzungsdaten können wiederum für den Typ wichtig sein. So kann mit Erfahrungen aus der Nutzung der Typ weiter entwickelt und verbessert werden. Damit wird auch der Typ über den Lebenszyklus geändert, er hat ebenfalls eine Art Nutzungsphase als Vorlage für das Produkt und unterliegt der Wartung/Weiterentwicklung.

Die Lebenszyklus- und Wertstrom-Achse ist in vier Phasen eingeteilt. Abbildung 30 zeigt die vier Phasen von der ersten Idee eines Assets bis zu seiner Entsorgung:

- Development (Type)
- Maintenance/Usage (Type)
- Production (Instance)
- Maintenance/Usage (Instance)



Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

Abbildung 30: Lebenszyklus und Wertstromachse vom RAMI4.0 (Vita)