

Die Bedeutung des Digital Twins auf Basis einer aktiven Verwaltungsschale für Kommunikations-Komponenten

Betrachtung am Beispiel von Industriesteckverbindern

Andreas Huhmann

Abstract:

Kommunikations-Komponenten sind in der industriellen Applikation eine Grundlage der Digitalisierung. Dabei wurde lange außer Acht gelassen, dass sie als reale Assets ebenfalls der Digitalisierung unterliegen. Damit rückt in dieser Betrachtung der Digital Twin von Kommunikations-Komponenten in den Mittelpunkt. Das Schlüsselement der Digitalisierung ist die Verwaltungsschale (AAS Asset Administration Shell).

Der Ursprung dieser Betrachtung ist in der vierten industriellen Revolution (Industrie 4.0) zu finden. Im Referenzarchitekturmodell ist verankert, dass auch jede industrielle Komponente einen Digital Twin besitzt. Das verbindende Element zwischen realer Komponente und Digital Twin ist die Verwaltungsschale. Steckverbinder als passive Komponenten werden zukünftig durch eine passive Verwaltungsschale repräsentiert. Die Nutzung der Verwaltungsschale vereinfacht die Integration der Komponente im Rahmen des Engineerings. In Fällen, dass der Steckverbinder smarte Zusatzfunktionen besitzt, bildet eine aktive Verwaltungsschale das Mittel der Wahl. Dabei bleibt der Charakter der Komponente erhalten und es wird verzichtet, den Steckverbinder in eine komplexe Netzwerkkomponente zu transformieren. Diese Beschränkung ist entscheidend, damit der Steckverbinder universell einsetzbar bleibt, zum Beispiel auch in einer Infrastrukturkomponente. Die aktive Verwaltungsschale kann genutzt werden, um die Zustände des Steckverbinders im Betrieb zu erfassen und Zustandsübergänge einzuleiten.

Durch diese neue Betrachtung ist der smarte elektrische Connector (SmEC) in einen ganzheitlichen Ansatz für alle Steckverbinder eingebettet. Das führt zu einem skalierbaren Konzept, das applikationsabhängig den passenden Funktionsumfang zur Verfügung stellt.

Allgemein wird über den Steckverbinder sehr gut transparent, welche weitreichenden Konsequenzen Industrie4.0 auf alle Assets hat. Die Erkenntnisse sind daher sehr gut auf weitere Komponenten, auch weitere Kommunikations-Komponenten, übertragbar.

Keywords: Asset Administration Shell, Digital Twin, Connectivity, Smart electrical Connector,

1.1 Ableitung des digital Twin aus dem RAMI Model

Bereits das Referenzmodell RAMI4.0 beschreibt das Asset als Typ und Instanz. Hierin ist die Grundlage für den digital Twin mit einer Verwaltungsschale gelegt. Die Verwaltungsschale wurde zu Beginn des Referenzmodells noch nicht eindeutig spezifiziert. Diese Definition mit all ihren Sub-Modellen findet durch die internationale Standardisierung (IEC) erst heute statt. Die AAS (Asset Administration Shell) kann also als die konsequente Umsetzung und Grundstein der Industrie 4.0 gedeutet werden.

Die standardisierte AAS bildet eine Grundlage für die Zusammenarbeit innerhalb von Ökosystemen. Unternehmensübergreifende Prozesse und der Datenaustausch in der Industrie werden damit einheitlich möglich (Manufacturing-X und Catena-X.)

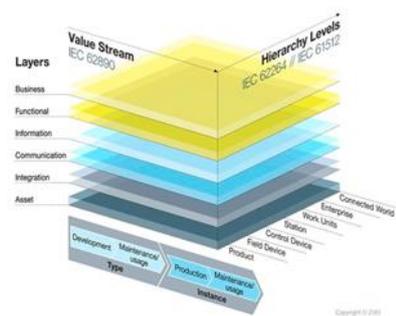


Abb. 1: Referenzarchitektur-Model RAMI4.0

1.2 Der digital Tin eines passiven Steckverbinders

Im RAMI4.0 sind Typ und Instanz wichtige Begriffe, die sich auf Assets beziehen. Ein Typ ist eine abstrakte Beschreibung eines Assets, während eine Instanz eine konkrete Realisierung dieses Typs ist.

Der Steckverbinder als elektromechanische Komponente ist durch spezielle Eigenschaften gekennzeichnet, die für den Typ des Steckverbinders relevant sind. Eine weitergehende Individualisierung des Steckverbinders in Rahmen einer Instanz ist demgegenüber zumeist für einfache elektromechanische Komponenten nicht notwendig.

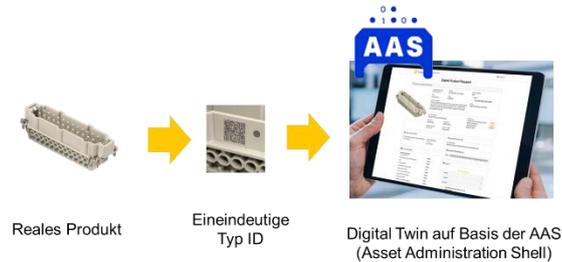


Abb. 2: Die Verwaltungsschale des Steckverbinders

Wird die konsequente Ableitung aus dem RAMI4.0 betrachtet, handelt es sich um eine konsequente Ableitung. Sich dieses vor Augen zu führen, halte ich für äußerst wichtig, da wir uns immer noch in der Umsetzungsphase von Industrie 4.0 befinden:

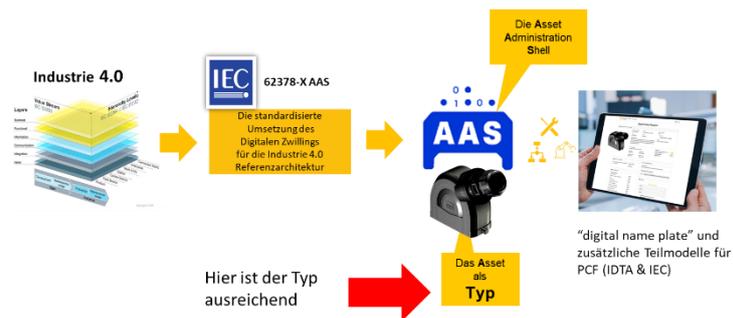


Abb. 3: Ableitung der Verwaltungsschale aus RAMI4.0

Bereits durch diese Form der Typ Verwaltungsschale ergeben sich weitreichende Vorteile bei der Integration von Komponenten wie Steckverbindern in die kundenseitigen Prozesse.

Beim Engineering des Steckverbinders entsteht die Verwaltungsschale des Steckertyps mit den folgenden Teilmodellen:

- Identification
- Nameplate Technical Data
- Documentation
- MCAD, ECAD, BOM, Service
- Capabilities, Operational Data

- Digital Product Passport

Wird der Steckverbinder isoliert aus dem Aspekt Nachhaltigkeit betrachtet, so soll:

- der PCF (Product Carbon Footprint) minimal sein (Cradle to Gate)
- das eingesetzte Material nicht schädlich für Mensch und Umwelt sein und in eine Kreislaufwirtschaft eingebettet werden
- die Produktion sozial- und umweltgerecht sein
- das Produkt langlebig sein

Bezogen auf die ökologische Nachhaltigkeit stellt die Typ AAS ein geeignetes Mittel dar, den Product Carbon PCF transparent zu machen, der über das Produkt ohne AAS so nicht identifizierbar wäre.

Ziele für die Nachhaltigkeit eines Steckverbinders sind:

- direkt reduzierter CO₂-Fußabdruck des Steckverbinders durch Konstruktion und Produktion
- Verwendung von umweltfreundlichen Materialien,...
- Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks im gesamten Lebenszyklus durch technische Eigenschaften und Integrations-Schnittstellen (Engineering, Installation, Betrieb: technische Merkmale, Gewicht,...)

Diese Angaben können ideal in der AAS dokumentiert werden. Es entsteht daher Transparenz ohne die Nachhaltigkeit nicht nachhaltig umsetzbar ist.

1.3 Der digital Twin eines intelligenten Steckverbinders

In Fällen, dass der Steckverbinder smarte Zusatzfunktionen besitzt, so bildet eine aktive Verwaltungsschale das Mittel der Wahl, um zustandsabhängige Funktionen abzubilden.

Der smarte Steckverbinder wird in der Normierung als SmEC (Smart Electrical Connector) bezeichnet.

Die aktive Verwaltungsschale kann genutzt werden, um die Zustände des Steckverbinders im Betrieb zu erfassen und Zustandsübergänge einzuleiten.

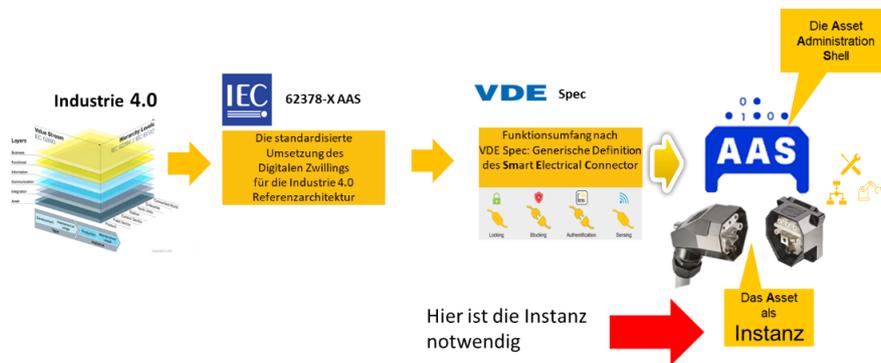


Abb. 4: Ableitung der Verwaltungsschale eines intelligenten Steckverbinders

Der im Engineering entstandene Digitale Zwilling wird als Instanz im Betrieb verwendet. Der Steckverbinder kommuniziert über OPC-UA mit den überlagerten Systemen. Der Steckverbinder kann zustandsabhängige Funktionen besitzen, wie eine zustandsabhängige Verriegelung.

Eine neue Dimension der effizienten Interoperabilität zwischen Geschäftsanwendungen schafft eine ganzheitliche Sicht auf Produkte wie dem SmEC über den gesamten Produktlebenszyklus mit einer standardisierten AAS (z. B. SAP S/4 HANA Materialstamm / digitales Typenschild).

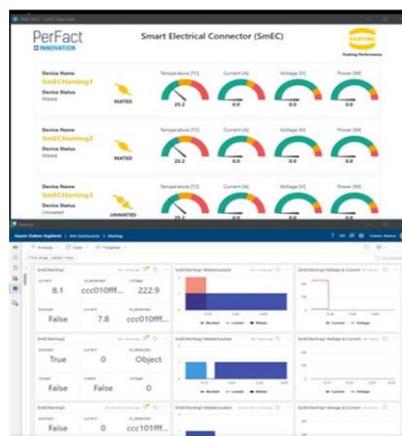


Abb. 5: Zustände eines SmEC im produktiven System

1.4 Beispiel Use Case für einen intelligenten Steckverbinder

Neben den klassischen Business Prozessen der Information Technology (IT) ist die Einbindung eines intelligenten Steckverbinder wie beschrieben auch im Kontext der Operational Technologie (OT) zu betrachten.

Im Lebenszyklus eines Steckverbinders sind mit höchster Relevanz die Use-Cases zu betrachten, die eine autarke Funktion als Installationskomponente in hochmodularen Produktionsanlagen darstellen und im Lebenszyklus oftmals gesteckt werden.

Die Kenntnis der einwandfreien Funktion, des „Fitnesszustandes“ kann daher äußerst wichtig sein. Da dieser Zustand vom individuellen Steckverbinder abhängig ist, wird dieser zur eindeutigen Instanz und ist kommunikationstechnisch mit seinem Digitalen Zwilling in Form der Verwaltungsschale (AAS) verbunden.

Bei einem flexiblen Anlagendesign, das eine Rekonfiguration durch den Anwender erfordert, nimmt der SmEC als Schnittstelle eine Schlüsselfunktion ein. Es geht dabei um das sichere und richtige Verbinden und Stecken. Dabei wird die Identifikation des SmEC durch NF RFID Technologie dazu genutzt, zu erkennen, ob der richtige Steckverbinder am Einsatzort gesteckt wird. Die zustandsabhängige Verriegelung sichert den Steckvorgang dadurch ab, dass beispielsweise ein Ziehen unter Last verhindert wird. Hierzu kann der SmEC autonome Funktionen enthalten.



Abb. 5: Der Use-Case des SmEC in der Smart Factory KL

Der Zustand des SmEC wird standardisiert übertragen, ein präferierter Übertragungskanal ist dabei OPC UA. Die Zustände werden zur Steuerung der Gesamtinfrastruktur einer modularen Produktionsanlage an ein Superior System, wie in Abb. 6 zu sehen, übermittelt.

Das Superior System hat dabei auch die Möglichkeit Zustandsübergänge des SmEC auszulösen, beispielsweise um das Ziehen eines Steckverbinders und damit die Um-Konfiguration zu ermöglichen. Dieses Management einer Produktionsanlage wird als Production Level 4 Use-Case in der Smart Factory KL bearbeitet.

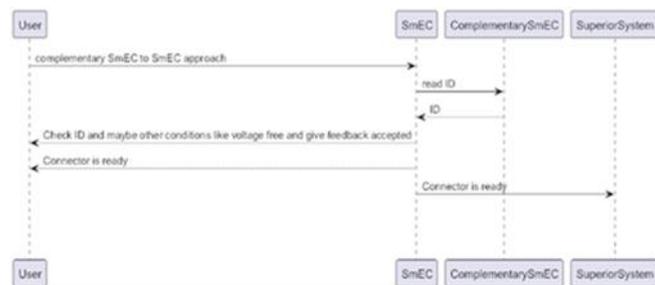


Abb. 6: Diagramm der zustandsabhängigen Verriegelung eines SmEC

1.5 Resümee und Ausblick

Durch diese neue Betrachtung ist der smarte elektrische Connector (SmEC) in einen ganzheitlichen Ansatz für alle Steckverbinder eingebettet. Das führt zu einem skalierbaren Konzept, das applikationsabhängig den passenden Funktionsumfang zur Verfügung stellt. Es werden so maßgeschneiderte Steckverbinder möglich, die im gesamten Lebenszyklus Nutzen generieren. Die AAS wird so zum universellen Standard, auch für Steckverbinder.

Bezogen auf die industrielle Kommunikation sehe ich durch die AAS die Chance, Installationskomponenten an Life Cycle Services zu koppeln, ohne diese zu einem Automation-Device zu transformieren. Der Vorteil liegt darin, dass dadurch der Aufwand beherrschbar bleibt, da die Automatisierungsarchitektur unverändert bleibt. So können ehemals passive Komponenten auf der Ebene der Komponenten verbleiben. Die vor vielen

Jahren propagierte Aufwärtsintegration wird durch die AAS in eine Digitalisierung ohne Hierarchiewechseln abgebildet (abb.7). Damit wandert die industrielle Kommunikations-Komponente ohne Systembruch in die virtuelle Welt.

Ein Steckverbinder bleibt Steckverbinder.



Abb. 7: Das Resümee „Steckverbinder bleibt Steckverbinder“

Literaturverzeichnis

- [1] Smart Factory KL; Arbeitsdokument 2022/2023, „Anforderungen einer modularen und re-konfigurierbaren Produktion nach Production Level 4 an eine smarte Steckverbinder-Schnittstelle“ sowie weitere Arbeitsdokumente der Arbeitsgruppe Production Level 4 Infrastructure
- [2] Andreas Huhmann; Vortrag Electronica 2022, SPS 2022, „Mit dem intelligenten Steckverbinder zu Production Level 4“
- [4] IDTA (Industrial Digital Twin Association e.V.), Submodel_Template_VVS, 2022
- [5] DKE/AK 651.0.3; „Steckverbinder mit Zusatzfunktion“ (Arbeitsgruppeninternes Draft)
- [6] Andreas Huhmann, Vortrag Steckverbinder Kongress 2023, Würzburg
- [8] DIN SPEC 91345:2016-04 - Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0)