



NAMUR - Interessengemeinschaft  
Automatisierungstechnik der Prozessindustrie e.V.

## AK-POSITION

### Verwaltungsschale in der Prozessindustrie – Arten von Verwaltungsschalen

Stand: 2023-05-03

#### AK 1.4 Verwaltungsschale

Verfasser: Dr. Andreas Schüller, YNCORIS  
Björn Höper, LTSoft  
Oliver Franke, PlantIng  
Thomas Tauchnitz, TAUTOMATION.consulting  
Matthias Gutfleisch, Bayer  
Alexander Kania, BASF  
Michael Pelz, Heubach

AK-Leiter: Dr. Thomas Tauchnitz, TAUTOMATION.consulting

Diese AK-POSITION spiegelt die Erfahrungen der Mitglieder im AK 1.4 wider und ist im Rahmen des Arbeitskreises abgestimmt. Sie hat nicht den Konsensgrad einer NAMUR-Empfehlung oder eines NAMUR-Arbeitsblatts. Mit einer AK-POSITION hat der Arbeitskreis die Möglichkeit, zeitnah eigene Erfahrungen für interessierte Leser zur Verfügung zu stellen.

## Vorwort

Diese AK-POSITION ist als Diskussionsgrundlage sowohl innerhalb der Prozessindustrie als auch mit Herstellern sowie anderen Gremien und Organisationen gedacht. Sie soll den gegenseitigen Austausch stärken, stellt aber noch keine Anforderung aus der Prozessindustrie dar. Insbesondere Begriffsdefinitionen können diskutiert werden.

Für die Realisierung des Konzeptes „Industrie 4.0“ wurde von der Plattform Industrie 4.0 die sogenannte „Verwaltungsschale“ definiert. Anschaulich gesehen können alle digitalen Informationen und Funktionalitäten, die über ein Asset (Gegenstand, Bauteil, Produkt, ...) vorliegen, in der Verwaltungsschale dieses Assets abgespeichert oder durch einen Link verbunden werden. Diese Verwaltungsschale kann den gesamten Lebenszyklus des Assets abbilden. Über die Verwaltungsschale ist das Asset im Netz adressierbar und identifizierbar, und ein standardisierter und kontrollierbarer Zugriff auf alle Informationen wird ermöglicht.

Man kann die Verwaltungsschale eines Assets jeweils mit einem Aktenschrank vergleichen, in dem alle Daten des Assets abgelegt werden. Die Ablage erfolgt nicht in einer Lose-Blatt-Sammlung, sondern in Form von „Teilmodellen“. Durch die Standardisierung der Teilmodell-Inhalte sind alle Asset-Daten einheitlich zugreifbar, egal aus welcher Quelle sie stammen. In der digitalen Welt erhält jedes Asset eine Verwaltungsschale, in der sämtliche Informationen und Funktionalitäten über den gesamten Lebenszyklus in Teilmodellen standardisiert beschrieben ist.

Der NAMUR-Arbeitskreis 1.4 „Verwaltungsschale“ hat sich ein gemeinsames Verständnis der Verwaltungsschale und Teilmodelle erarbeitet. Anschließend wurde überlegt, wie typische Aufgabenstellungen der PLT mit Hilfe von Verwaltungsschalen abgebildet werden können. Dieses Dokument beschreibt zunächst (Abschnitt 1) Grundlagen von Verwaltungsschalen und Teilmodellen. Es hat sich herausgestellt, dass sinnvollerweise zwischen verschiedenen Rollen, verschiedenartigen Assets und Gerätetypen und -instanzen unterschieden werden sollte, siehe Abschnitt 2. Für die PLT-Aufgaben ist es sinnvoll, verschiedene Arten von Verwaltungsschalen zu entwickeln und deren Zusammenspiel zu beschreiben, siehe Abschnitt 3. Im Abschnitt 4 wird der Teilmodell-basierte Informationsaustausch zwischen verschiedenen Verwaltungsschalen beschrieben.

Dieses Dokument ist das erste und grundlegende Dokument des AK 1.4. Bei allen folgenden AK-POSITION-Papieren wird seine Kenntnis vorausgesetzt.

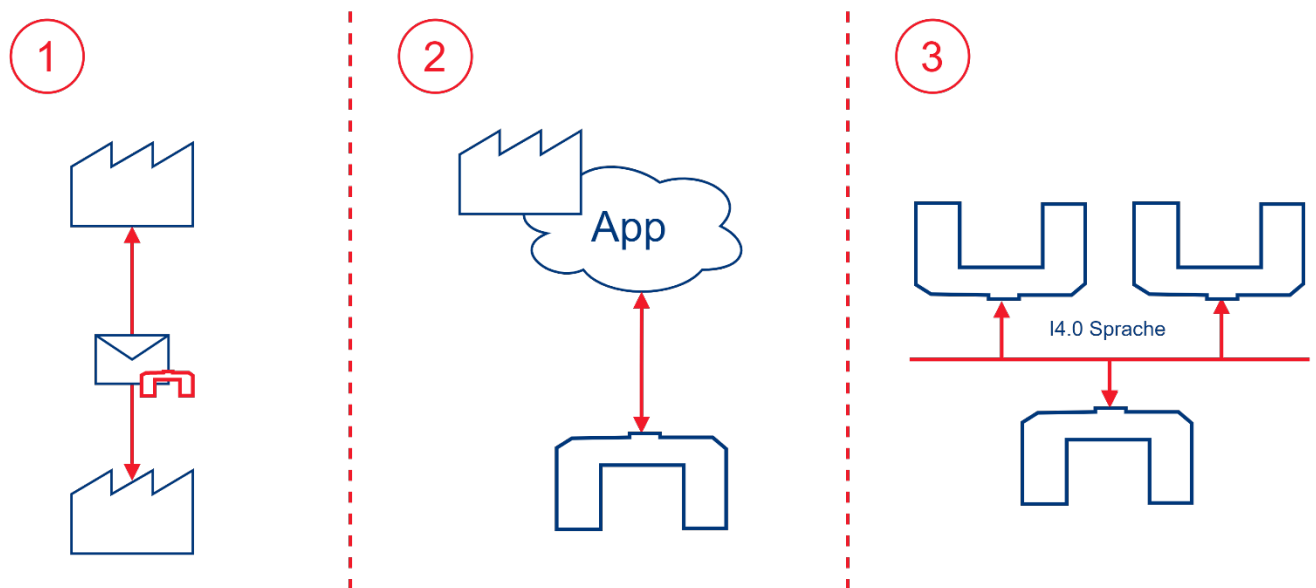
## 1. Grundlagen von Verwaltungsschale und Teilmodellen

Die Verwaltungsschale (VWS), oder auf Englisch Asset Administration Shell (AAS), bildet eine virtuelle Hülle um die in den Anlagen vorhandenen Assets. Diese hat den Zweck, die Eigenschaften und Operationen, die ein physisches Asset hat oder anbietet, digital zur Verfügung zu stellen. Der Aufbau und das Format der VWS, die in den beiden Veröffentlichungen „Details of the Asset Administration Shell“ Teil 1 [1] und 2 [2] festgelegt sind, wurden von der Plattform Industrie 4.0 gemeinsam erarbeitet.

Bisher wurden drei verschiedene Arten von Verwaltungsschalen skizziert, die in unterschiedlichen Use Cases verwendet werden.

- Die VWS vom Typ 1 ist ein statischer Datelexport, der die Daten des Assets enthält und zwischen verschiedenen Stakeholdern ausgetauscht werden kann.
- Verwaltungsschalen des Typ 2 können dynamisch über eine definierte Schnittstelle ausgetauscht und manipuliert werden.
- Die dynamischste Ausbaustufe ist die der VWS von Typ 3, bei der eine direkte Interaktion der Verwaltungsschalen untereinander über eine Industrie 4.0-Sprache realisiert und damit eine direkte Interaktion der Verwaltungsschalen und somit der Assets möglich wird.

Diese 3 Arten von Verwaltungsschalen sind in Abbildung 1 illustriert. Die Grundlagen für VWS des Typs 1 sind in [1], die für das benötigte Interface des Typs 2 in [2] dokumentiert. Verwaltungsschalen des Typs 3 sind derzeit Gegenstand der Forschung.



**Abbildung 1: Typen von Verwaltungsschalen nach [2]**

Die Daten der Verwaltungsschalen sind in Teilmodellen organisiert. Diese liegen in der Verwaltungsschale unabhängig voneinander ab und repräsentieren unterschiedliche Aspekte des Assets. In diesem Sinne bildet eine Verwaltungsschale nur einen Container, in den einzelne Teilmodelle hineingelegt werden. In den Teilmodellen sind die Merkmale des Assets als eindeutig identifizierbare Elemente hinterlegt. Die eindeutige Identifikation der Merkmale erfolgt mittels globaler Kataloge (bspw. ECLASS oder IEC CDD) über so genannte IRDI (International Registration Data Identifier). Es ist zu klären, auf welcher Ebene eine Festlegung auf einen einheitlichen globalen Katalog erfolgen muss. Für noch nicht standardisierte Merkmale können IRI (Internationalized Resource Identifier) verwendet werden. Teilmodelle strukturieren nun ihre Informationen in Teilmodell-Elementen. Neben atomaren Merkmalen (z.B. Zahlen, Texte) können auch Referenzen zu anderen Verwaltungsschalen oder Elementen und sogar Operationen und Ereignisse als Teilmodellelemente verwendet werden. Weiterhin können in den Teilmodellen der Verwaltungsschale auch Dateien und Blobs (Binary Large Objects) abgelegt werden.

Um die Arbeit mit Verwaltungsschalen und deren Teilmodellen zu vereinfachen, wird eine vereinheitlichte Modellierung angestrebt. Zu diesem Zweck werden Teilmodell-Templates definiert und veröffentlicht. Der Vorlagencharakter der Templates und der darin enthaltenen Elemente kann ebenfalls über die Eigenschaft *Kind of* mit dem Wertevorrat *Template* oder *Instance* kenntlich gemacht werden. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Nutzung von standardisierten Templates zum jetzigen Zeitpunkt gewünscht, aber nicht zwingend ist. Weiterhin sei darauf hingewiesen, dass zum Zeitpunkt der Veröffentlichung nur zwei Teilmodell-Templates vollständig spezifiziert und veröffentlicht sind. Eine Übersicht der veröffentlichten und in Entwicklung befindlichen Templates findet sich auf den Internet-Seiten der Industrial Digital Twin Association (IDTA) [3].

Neben der Strukturierung in einzelnen Teilmodellen kann eine Verwaltungsschale auch durch Referenzieren von anderen Verwaltungsschalen und Assets eine zusammengesetzte Industrie 4.0-Komponente bilden. Ein Beispiel dafür in der Prozessindustrie ist ein Ventil, welches aus mehreren Komponenten (Stellorgan, Stellungsregler, Antrieb) besteht, jedoch beim Einsatz als eine Einheit betrachtet werden kann. Diese Art von Relation wird durch eine *Bill-of-Material*-Modellierung repräsentiert.

Eine weiteres wichtiges Modellierungselement, das bereits in der Spezifikation beschrieben ist, ist die *relation*, die zwei Verwaltungsschalen miteinander haben können. Dabei werden beispielsweise die abstrakten Anforderungen des Entwicklungsprozesses zu einem konkreten Asset in Relation gesetzt.

Ebenfalls explizit beschrieben ist die Referenzierung eines Assettyps von den gebildeten Instanzen eines Assets. So können die Eigenschaften, die sich auf Ebene des Asset-Typs manifestieren, transparent auf die Asset-Instanzen abgebildet werden.

Für die zielgruppengerechte Präsentation von Informationen bietet die Verwaltungsschale die Möglichkeit, Views zu definieren. In diesen können die zu präsentierenden Elemente hinterlegt und direkt abgerufen werden.

So kann beispielsweise dem Engineering eine andere Informationsbasis gezeigt werden als der Instandhaltung. Weiterhin gibt es die Möglichkeit, attributbasierte Sicherheitsmechanismen einzusetzen und so den Zugriff auf einzelne Elemente gezielt zu steuern.

Für den Austausch der Informationen als Datei sind in [1] die Abbildung der Verwaltungsschaleninformationen auf die Formate AASX, RDF, JSON, AutomationML und OPC UA beschrieben.

Wer sich näher mit der Verwaltungsschale beschäftigen möchte, findet im Reading Guide der Plattform Industrie 4.0 einen guten Einstiegspunkt [4].

## 2. Grundlagen zu Rollen, Assets, Gerätetypen und Geräteinstanzen

Für das Verständnis der in Abschnitt 3 vorgestellten Struktur sind zunächst einige Begriffsklärungen und die Motivation der Unterscheidung zwischen Rolle und Asset sowie zwischen Gerätetyp und Geräteinstanz notwendig.

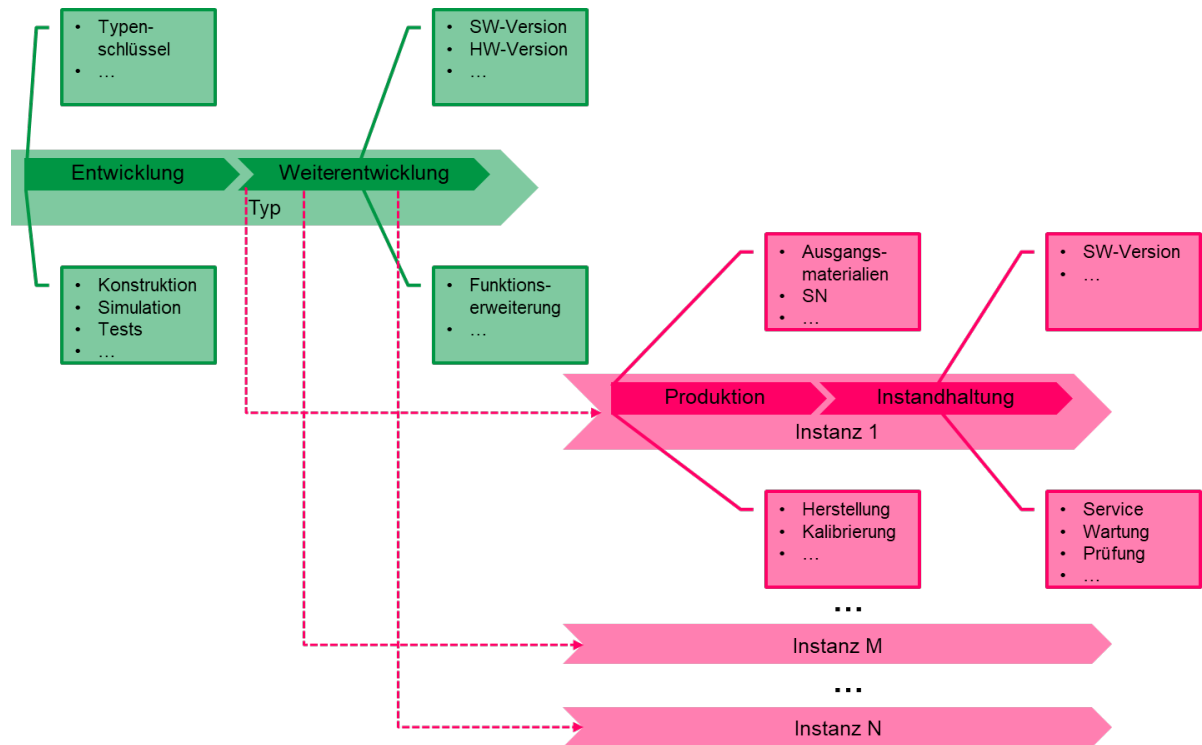
In der Prozessindustrie sind R&I-Fließbilder sehr gebräuchliche Dokumente. Für die Automatisierungstechnik sind insbesondere die PLT-Stellen (formal: PCE-Aufgaben gemäß DIN EN 62424 [5]) interessant. Diese definieren funktionale Anforderungen, die sogenannten Rollen, nicht jedoch den Auf- und Zusammenbau der Betriebsmittel, der sogenannten Assets. Diese Unterscheidung wird in der täglichen Arbeit implizit genutzt. In der Anlagenplanung werden Spezifikationen erzeugt und anschließend bei Herstellern angefragt, um passende Betriebsmittel zu bestellen. Während des Planungsprozesses werden verschiedene passende Gerätetypen angefragt und die Entscheidung für einen Gerätetyp getroffen. Darüber hinaus schränken Standardgerätelisten auf Basis von Betriebserfahrung und Reduktion der eingesetzten Gerätetypen die Auswahl ein.

Auch in gängigen ERP-Systemen wird zwischen dem „technischen Platz“, den Anforderungen des Einbauorts in der Anlage, und dem „Equipment“, den Eigenschaften des Assets, unterschieden. Diese Informationen werden benötigt, wenn im Laufe des Betriebs der Anlage die Frage gestellt wird, warum das Asset so beschafft worden ist [6]. Dies tritt zum Beispiel auf, wenn ein Asset ersetzt werden muss, welches abgekündigt wurde oder durch veränderte Regularien in der aktuellen Form nicht mehr genehmigungsfähig ist.

Neben der Abgrenzung von Rollen und Assets muss bei Assets noch zwischen Gerätetypen und Geräteinstanzen unterschieden werden. Die DIN SPEC 91345 [7] definiert wie folgt:

- „Der Typ eines Assets definiert die Menge der Merkmale, die für alle Instanzen dieses bestimmten Assets charakteristisch sind. Der Typ eines Assets ist eindeutig identifizierbar.“
- „Unter Instanz wird ein konkretes, eindeutig identifizierbares Asset verstanden, das Merkmale eines Typs konkret ausprägt. Eine Instanz besitzt immer eine eindeutige Relation zu ihrem Typ. [...] Jedes gefertigte Asset stellt eine Instanz des Typs dar und kann genutzt werden.“

Gerätetypen und Geräteinstanzen haben ebenfalls eigene Lebenszyklen (vgl. Abbildung 2), die miteinander verknüpft sind.



**Abbildung 2: Gerätetypen und Geräteinstanzen im Produktlebenszyklus (aufbauend auf [7])**

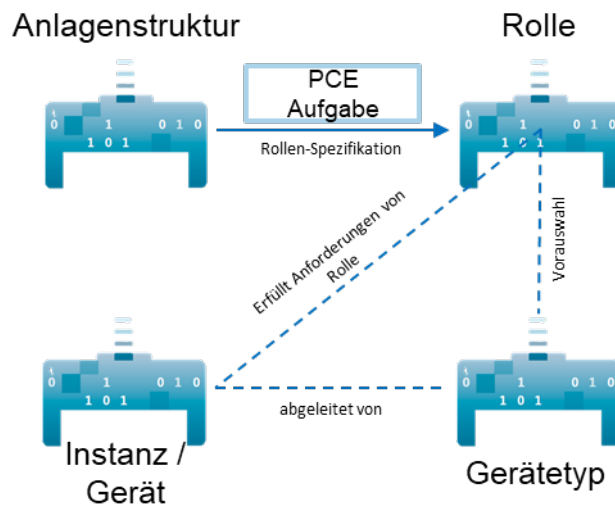
Der Beginn des Produktlebenszyklus ist eine Idee für einen Gerätetypen. Dieser wird konstruiert und simuliert, und mit ersten Prototypen werden Tests durchgeführt, bis der Gerätetyp marktreif ist und kommerziell angeboten wird. Anschließend unterliegt der Gerätetyp weiterhin Modifikationen: Es werden Funktionserweiterungen durch neue Software-Versionen durchgeführt, Sicherheitslücken geschlossen oder abgekündigte Zulieferbauteile in einer neuen Hardware-Version ersetzt. Wird eine Instanz produziert, bezieht sie sich immer auf einen konkreten Stand im Lebenszyklus. Die Instanz beinhaltet alle Typmodifikationen der Vergangenheit, dagegen werden alle zukünftigen Typmodifikationen nicht ohne weitere Maßnahmen in die Instanz aufgenommen. Wird die Instanz verwendet, kann sie eigene Modifikationen erfahren, die unabhängig vom Gerätetyp sind.

Beispiele für die Notwendigkeit der Trennung von Gerätetyp und Instanz sind wie folgt:

- Bezüglich CE-Konformitätsbewertungsverfahren werden für bestimmte EU-Richtlinien (ATEX, DGRL) Baumusterprüfungen durchgeführt. Hierbei werden einzelne Instanzen geprüft, um Rückschlüsse auf alle weiteren Instanzen zu ziehen. Hier ist ein Typmanagement wichtig, damit der Hersteller entscheiden kann, wann eine neue Baumusterprüfung notwendig ist.
- Sobald ein Betreiber Änderungen an einer Instanz durchführt, unterscheiden sich die technischen Eigenschaften der Instanz von denen des Gerätetyps. Wird beispielsweise in eine Pumpe ein neues Laufrad eingebaut, so besteht weiterhin formal die Referenz auf die ursprünglich gebaute Pumpe (Bestellcode auf dem Typenschild), der Förderstrom entspricht aber nicht mehr der ursprünglichen Angabe für den Gerätetyp.

### 3. Zusammenspiel zwischen verschiedenen Arten von Verwaltungsschalen

Aus den Überlegungen in den Abschnitten 1 und 2 ergeben sich vier verschiedene Arten von Verwaltungsschalen, die in Abbildung 3 dargestellt sind.

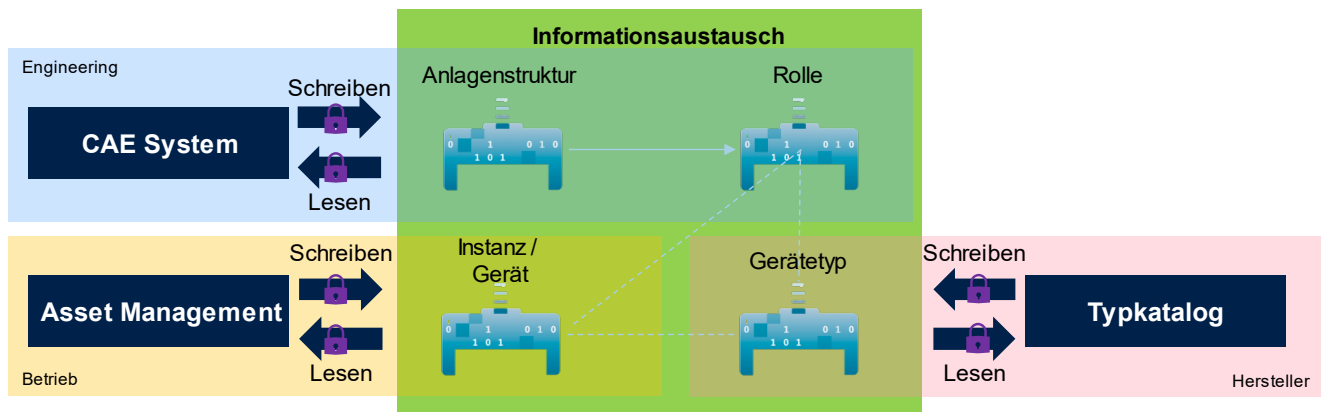


**Abbildung 3: Struktureller Zusammenhang zwischen Verwaltungsschalen**

- **Anlagenstruktur:** Eine Prozessanlage lebt davon, dass Komponenten (Behälter, verfahrenstechnisches Equipment, Motoren, Messgeräte) miteinander verbunden sind. Das Zusammenspiel der Komponenten ermöglicht es, dass das gewünschte Produkt hergestellt werden kann. Die Verbindung kann über Rohrleitungen, Wellen, aber auch über Kabel erfolgen. Die PCE-Aufgaben (PLT-Stellen) setzen die Teilmodelle der Automatisierungstechnik in Beziehung zu Teilmodellen von Verwaltungsschalen anderer Gewerke, zum Beispiel zur Beschreibung von Behältern, Apparaten und Rohrleitungen.
- **Rolle:** Im Planungsprozess werden die Anforderungen festgelegt, die ein Gerät erfüllen muss. Mit Hilfe von Teilmodellen der Verfahrenstechnik und der Mechanik (das zu messende Medium, dessen Prozesszustand und den festgelegten Einbauort) kann der Automatisierungsingenieur seine Spezifikation und somit die Verwaltungsschale „Rolle“ erstellen. Hiermit wird die Anzahl möglicher Gerätetypen und ihrer Varianten eingeschränkt.
- **Gerätetyp:** Die Rollen-Verwaltungsschale wird dem Gerätehersteller zur Verfügung gestellt. Dieser wählt aus seinem Katalog einen passenden Gerätetyp aus. Ein Gerätetyp ist durch seine Bestellnummer ABC4711-ACEGI charakterisiert. Der Gerätetyp legt die technischen Daten und Eigenschaften fest, die das konkrete Gerät nach der Herstellung hat. Mit Hilfe der Gerätetypdaten, die in einem Teilmodell Technische Daten gespeichert werden, können im Engineering-Prozess schon eine Vielzahl von Aufgaben durchgeführt werden (beispielsweise Erstellung des Hardware-Loops, Erstellung der SPS-Software, Erzeugung von Prüfplänen).
- **Instanz/Gerät:** Als Instanz wird, wie in Abschnitt 2 erläutert, ein individuelles Gerät bezeichnet, das einem bestimmten Gerätetyp entspricht. In einer Prozessanlage sind verschiedenste Komponenten verbaut. Im vorgestellten Use Case wäre dies der Drucktransmitter mit der Seriennummer SN0815. Als Instanz des Gerätetyps gehören zu diesem Gerät neben den abgeleiteten Eigenschaften des Gerätetyps individuelle Dokumente und Informationen wie z.B. Prüfzeugnisse oder Kalibriernachweise, das Gerätealter, das Produktionsdatum usw. Das Gerät ist weltweit eindeutig, jedes weitere Gerät weicht mindestens im Merkmal Seriennummer ab. Durch Umbauten des Geräts kann das Gerät, insbesondere wenn es aus mehreren Teilkomponenten besteht, sich während des Lebenszyklus in seinen technischen Eigenschaften ändern (z.B. hat ein Regelventil nach Änderung der Garnitur einen anderen KVS-Wert). Neben den technischen Daten der Instanz sind für den Betrieb insbesondere Teilmodelle für Prüfungen und Instandhaltung wichtig.

#### 4. Informationsaustausch

Aus den Überlegungen in Abschnitt 3 ergibt sich, dass es einen Informationsaustausch zwischen verschiedenen Abteilungen (Verfahrenstechnik, Mechanik, Automatisierung, ...), verschiedenen Werkzeugen (CAE-System, Asset Management, Gerätetypkatalog, ...) und verschiedenen Partnern (Betreiber, Hersteller, Kontraktor, ...) geben muss, der in Abbildung 4 dargestellt ist. Wie konkret dieser Austausch aussieht (Dateiaustausch, Plattform, ...), wird an dieser Stelle nicht diskutiert.



**Abbildung 4: Informations-Ownership und Informationsaustausch**

Wichtig sind folgende Anforderungen, die durch den Austausch abgedeckt werden müssen:

- Der lesende Zugriff auf die notwendigen Verwaltungsschalen und Teilmodelle muss für alle Partner und für alle Tools möglich sein; ebenso muss es möglich sein, diesen Zugang zu beschränken. Hierfür sind entsprechende Zugriffsberechtigungen notwendig, die dynamisch neu angepasst werden können. Die Zugriffsberechtigungen basieren auf den Use Cases. In diesen muss definiert sein, welche Berechtigungen benötigt werden.
- Der schreibende Zugriff ist ebenfalls nur für berechtigte Personen möglich. Zudem ist hier die Berücksichtigung des Eigners eines Attributs notwendig. Nur der Eigner kann beurteilen, ob der Wert eines Attributs an der aktuellen Stelle im Lebenszyklus geändert werden kann und welche ggf. vorhandenen Beziehungen bestehen.
- Es sollte möglich sein, dass sich ein Betreiber einen eigenen Typkatalog für seine bevorzugten Gerätetypen anlegt. Dieser dient als eine Art Proxy zur Kapselung des Zugriffs auf die Hersteller-Typkataloge und ermöglicht eine herstellerübergreifende Auswahl des passenden Geräts.
- Ein Betreiber benötigt die Möglichkeit festzulegen, welche Attribute eines Gerätetyps für z.B. eine Betriebsbewahrung oder für den Explosionsschutz relevant sind. Hier werden Filterschablonen benötigt, damit z.B. bei einem Gerätetausch Gerätetypen mit möglichst geringen Auswirkungen auf die bestehende Dokumentation ausgewählt werden können.
- Es sollte möglich sein, eine Bewertung der Qualität von Attributwerten in den Metadaten des Attributs zu speichern.
- Der Typ des Assets muss in der Verwaltungsschale hinterlegt sein, damit auf eine mögliche Abfrage in einer Plattform, z.B. „Finde alle Pumpen eines Betriebs“, ein Antwort erfolgen kann. Eine Typerkennung muss möglich sein.
- Der Umgang mit historischen Daten (z.B. Informationen über erfolgte Prüfungen) muss einheitlich geregelt werden.
- Teilmodelle dürfen nicht komplett neu erfunden werden. Wenn Gruppen von Merkmalen oder einzelne Merkmale bereits in anderen Informationsmodellen definiert wurden, müssen sie wiederverwendet werden. Hierzu wird es ein separates Positionspapier geben.

Diese Liste von Anforderungen ist derzeit noch nicht final.

## Literatur

1. Plattform Industrie 4.0 (06. Juni 2022): Details of the Asset Administration Shell – Part 1  
[https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Details\\_of\\_the\\_Asset\\_Administration\\_Shell\\_Part1\\_V3.html](https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Details_of_the_Asset_Administration_Shell_Part1_V3.html)
2. Plattform Industrie 4.0 (06. Juni 2022): Details of the Asset Administration Shell – Part 2.  
[https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Details\\_of\\_the\\_Asset\\_Administration\\_Shell\\_Part\\_2\\_V1.html](https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Details_of_the_Asset_Administration_Shell_Part_2_V1.html)

3. Industrial Digital Twin Association e.V. (06. Juni 2022): Registered AAS Submodel Templates. <https://industrialdigitaltwin.org/content-hub/teilmodelle>
4. Plattform Industrie 4.0 (06. Juni 2022): Asset Administration Shell – Reading Guide [https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/Asset\\_Administration\\_Shell\\_Reading\\_Guide.html](https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/Asset_Administration_Shell_Reading_Guide.html) .
5. DIN EN 62424. Darstellung von Aufgaben der Prozessleittechnik – Fließbilder und Datenaustausch zwischen EDV-Werkzeugen zur Fließbilderstellung und CAE-Systemen, DIN Deutsches Institut für Normung e. V, Dezember 2017.
6. Wiedau, M.; von Wedel, L.; Temmen, H.; Welke, R.; Papakonstantinou, N.: ENPRO Data Integration: Extending DEXPI Towards the Asset Lifecycle, Chemie Ingenieur Technik, Volume 91, Issue 3, S. 240-255, <https://doi.org/10.1002/cite.201800112>, Januar 2019.
7. DIN SPEC 91345. Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0), DIN Deutsches Institut für Normung e. V, April 2016.