Engineering in der Prozessindustrie mit der Verwaltungsschale

Teil 3: Erste Erfolgserlebnisse und notwendige Hausaufgaben

#Engineering #Informationsmodell #Verwaltungsschale

Dieser Beitrag ist Teil 3 der Beitragsserie zum Thema „Engineering in der Prozessindustrie mit der Verwaltungsschale“ und widmet sich dem Thema aus Anwender-Sicht. Anhand einer Reihe von Praxisbeispielen und Use-Cases stellen die Autoren vor, welchen Beitrag und Wert die AAS leisten kann, um konkrete und praktische Problemstellungen im Engineering-Alltag zu lösen. Die sechs hier beschriebenen Anwendungsfälle sind durch Prototypen bestätigt und zeigen, dass der unmittelbare Nutzen der AAS greifbar und die Risiken ihres Einsatzes gering sind. Der Beitrag schließt mit Handlungsempfehlungen zur Etablierung ab.

This contribution is part 3 of a series on the topic of ‘Engineering in the process industry with the AAS’ and focusses on the practictical point of view. Using a series of practical examples and use cases, the authors present the value that the AAS can make to solving concrete and practical problems in everyday engineering. The six use cases this article describes have been confirmed by prototypes and show that the direct benefits of AAS are tangible and the risks of its use are low. The article concludes with recommendations for its establishing.

Andreas Schüller, Yncoris; Marcel Auer, Karlsruher Institut für Technologie; Anselm Klose, FLEXCELERATE Solutions; Michael Riester, Endress+Hauser; Frank Maurer, Boehringer Ingelheim; Thomas Tauchnitz, TAUTOMATION.consulting; Rainer Drath, Hochschule Pforzheim; Mike Barth, Karlsruher Institut für Technologie

▶ PEER-REVIEW: 05.06.2025

In Teil 1 [1] dieser Beitragsserie wurde ein Zukunftsbild für einen durchgehenden Informationsfluss im Engineering vorgestellt. Nach dieser Vision für das Engineering von PLT-Einrichtungen würden Werkzeuge nur noch den Teil der Informationen aus einem AAS Repository erhalten, den sie zur Durchführung der spezifischen Aufgabe benötigen. Werkzeuge als permanenter Speicherort für Informationen würden also wegfallen. Teil 2 [2] legt dar, warum diese wünschenswerte aber disruptive Vision mit der heutigen Verwaltungsschale technisch nicht erreichbar ist und schlägt einen evolutionären Weg vor, wie der Datenaustausch im Engineering mit der Verwaltungsschale (Asset Administration Shell, AAS) iterativ erreicht werden kann. Dies ist jedoch ein langer Weg, doch aus Sicht der Autoren ist es unumgänglich, diesen Weg zu gehen, um chemische Anlagen in Hochlohnländern mit Fachkräftemangel weiter betreiben zu können. In diesem dritten Teil möchten die Autoren konkrete Beispiele vorstellen, die erste Erfolge zeigen und somit die Basis für weitere evolutionäre Schritte bilden.

In diesem Beitrag geht es nicht um neue Konzepte oder technische Details, sondern es werden konkrete Anwendungsfälle diskutiert. Daran wird gezeigt, welches Nutzenpotenzial ein durchgängiger Informationsfluss auf AAS-Basis für verschiedene Use Cases hat. Lösungen für viele dieser Use Cases wurden bereits beschrieben oder in Demonstratoren realisiert, so dass eine wirtschaftliche Anwendung innerhalb der nächsten ein bis zwei Jahre realistisch ist.

1. Zusammenfassung von Teil 1 und Teil 2

Der erste Teil der Beitragsreihe „Engineering mit der Verwaltungsschale“ beschreibt ein Zukunftsbild für das Engineering von Automatisierungs-

systemen, das auf der AAS basiert. Ziel ist es, den bislang fragmentierten und herstellerabhängigen Informationsfluss durch einen standardisierten, durchgängigen Datenfluss zu ersetzen. Die Autoren analysieren die bestehenden Probleme wie Dateninseln, proprietäre Datenmodelle und Schnittstellenvielfalt, die zu ineffizientem Datenaustausch und Qualitätsrisiken führen. Als Lösung schlagen sie vor, den Engineering-Prozess in klar definierte Schritte zu gliedern, wobei jede Aktivität ihre Daten in AAS-Teilmodellen ablegt (s. Abbildung 1).

Für Feldgeräte wird ein fünfstufiger Workflow von der funktionalen Anforderung bis zum Betrieb („Asset in Operation“) beschrieben, der durch AAS digital unterstützt wird. Auch für Automatisierungskomponenten wird ein strukturierter Ansatz mit funktionaler Hierarchie und standardisierter Funktionsbeschreibung vorgestellt. Die Umsetzung soll durch spezialisierte Apps erfolgen, die Daten aus AAS lesen und schreiben, ohne eigene Datenhaltung. Die AAS wird als zentrales Element für die horizontale Integration und den digitalen Zwilling verstanden, unterstützt durch Initiativen wie Manufacturing-X [1].

Der zweite Teil des Beitrags fasst die technologischen Lücken der AAS zusammen und entwickelt ein evolutionäres Konzept, das Unternehmen einen schrittweisen Übergang zum in Teil 1 beschriebenen Zielbild eines durchgängigen Engineerings mit der AAS ermöglicht. Dabei wird anerkannt, dass die vollständige Umsetzung der Vision aktuell weder technisch noch organisatorisch realisierbar ist, weshalb ein pragmatischer Migrationspfad in fünf Ausbaustufen vorgeschlagen wird.

Die Autoren analysieren kritisch die heutigen Grenzen des AAS-Ökosystems, etwa fehlende Interoperabilitätsfunktionen, mangelnde Standardisierung und die Inkompatibilität mit bestehenden Geschäftsmodellen und Workflows. Als Schlüssel zur Umsetzung wird die Einführung softwaregestützter Interoperabilitätsfunktionen identifiziert, die den iterativen Datenaustausch zwischen Engineering-Tools effizient und nachvollziehbar gestalten sollen. Die fünf Ausbaustufen reichen vom manuellen digitalen Datenaustausch über erste AAS-basierte Anwendungen bis hin zur vollständigen Integration in ein standardisiertes AAS-Ökosystem mit zentraler Datenhaltung und automatisierten Workflows. Dabei wird betont, dass proprietäre Datenmodelle weiterhin eine Rolle spielen und durch das AAS referenziert, aber nicht ersetzt werden. Die Autoren schlagen vor, Standardisierung gezielt und schrittweise dort einzusetzen, wo sie wirtschaftlichen Nutzen bringt, anstatt ein umfassendes Weltmodell zu entwickeln [2]. Daher werden im Folgenden ausgewählte Use Cases präsentiert, bei denen sich ein wirtschaftlicher Nutzen absehen lässt.

2. Use Case Anfrageprozess im Engineering

In Teil 1 der Beitragsreihe wurden AAS für drei verschiedene Entitäten, Rolle, Typ und Instanz eingeführt. Abbildung 3 sei an dieser Stelle als Referenz erneut gezeigt. Die Diskussionen nach den Teilen 1 und 2 haben gezeigt, dass der Begriff der Rolle noch zu Verständnisschwierigkeiten führt. Daher wird hier am Beispiel des Anfrageprozesses das Verständnis für den Begriff Rolle noch einmal geschärft.

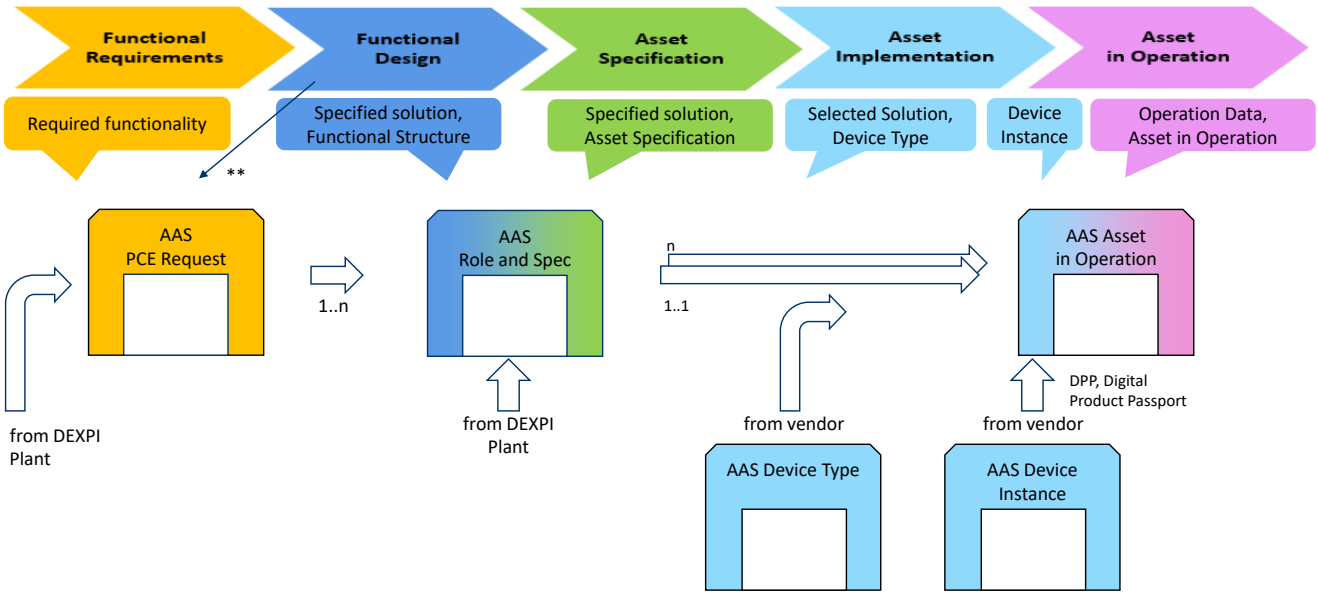


Abbildung 1: AAS-basierter Engineering-Workflow [1].

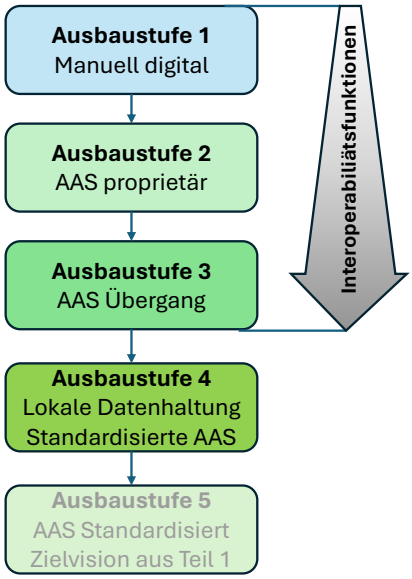


Abbildung 2: Migrationspfad zur Zukunftsvision [2].

Die drei Entitäten sind keine neue Erfindung aus dem Umfeld der Industrie 4.0. Gängige ERP-Systeme kennen zum Beispiel die Rolle als Technischen Platz (Functional Location), den Gerätetyp als Material und die Geräteinstanz als Equipment. In CAE-Systemen wird zwischen der Rolle als Anforderungsobjekt und der Instanz als Echtgerät unterschieden, die Typen sind dort in Echtgerätekatalogen hinterlegt. Lediglich im PLT-Stellenblatt werden Daten aus verschiedenen Phasen im Engineering gemischt. Zunächst werden Spezifikationen eingetragen und diese dann nach Festlegung mit den Gerätetypdaten und -instanzdaten ergänzt oder sogar überschrieben. Diese Arbeitsweise führt zum Problem der Überspezifikation, wenn mit den Instanzdaten ein neues Feldgerät angefragt wird und die Instanzmerkmale als neue Spezifikationsmerkmale verwendet werden: die ursprünglichen Anforderungen werden im Rollenmodell gespeichert, die Instanzmerkmale beinhalten die Anforderungen hingegen nicht mehr. Mittlerweile stellen erste Hersteller AAS-basierte Plattformen bereit, über die ihre Kunden Rollen-AAS bereitstellen und Typ- und Instanz-AAS herunterladen können [4].

In Abbildung 4 ist in der oberen Hälfte ein vereinfachter heutiger Ablauf eines Anfrageprozesses dargestellt. Der Engineering-Kontraktor erzeugt aus seinem CAE-System ein PLT-Stellenblatt und sendet es als PDF-Datei an den Hersteller. Dieser überträgt die Informationen händisch in sein System, wobei Übertragungs- und Zuordnungsfehler auftreten können. Anschließend wird ein passendes Gerät ausgewählt und ein Angebot mit der Konfiguration des Geräts als PDF-Datei versendet. Der Engineering-Kontraktor trägt die Informationen aus dem Angebot in sein CAE-Tool ein und prüft, ob das Gerät den Anforderungen genügt. Die beiden manuellen Übertragungen entfallen im AAS-basierten Workflow (unten in Abbildung 4), wodurch sich gerade in größeren Projekten eine deutliche Aufwandsreduktion erzielen lässt.

Was fehlt noch, um dieses Potenzial zu heben?

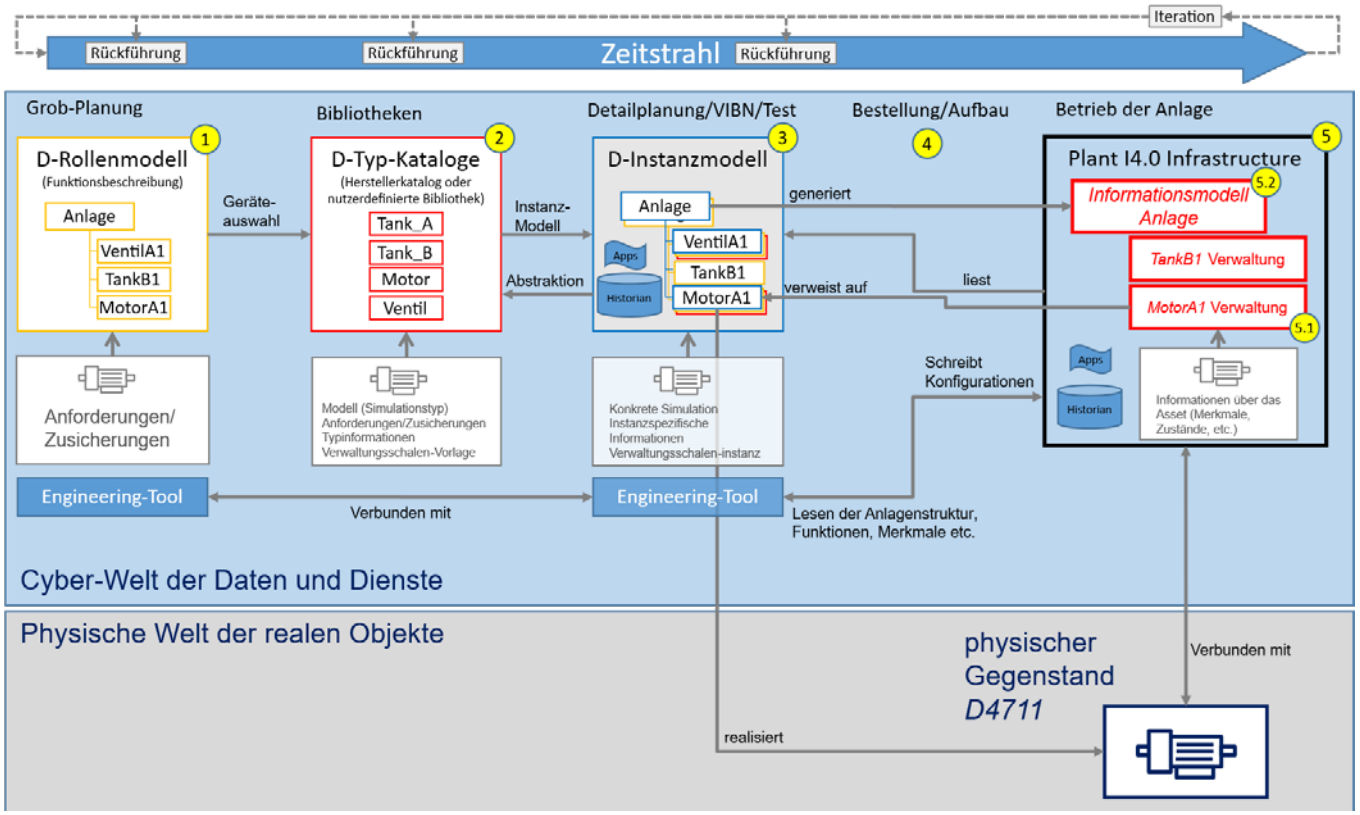


Abbildung 3: I40-Lebenszyklus für I40 Anlagen [3].

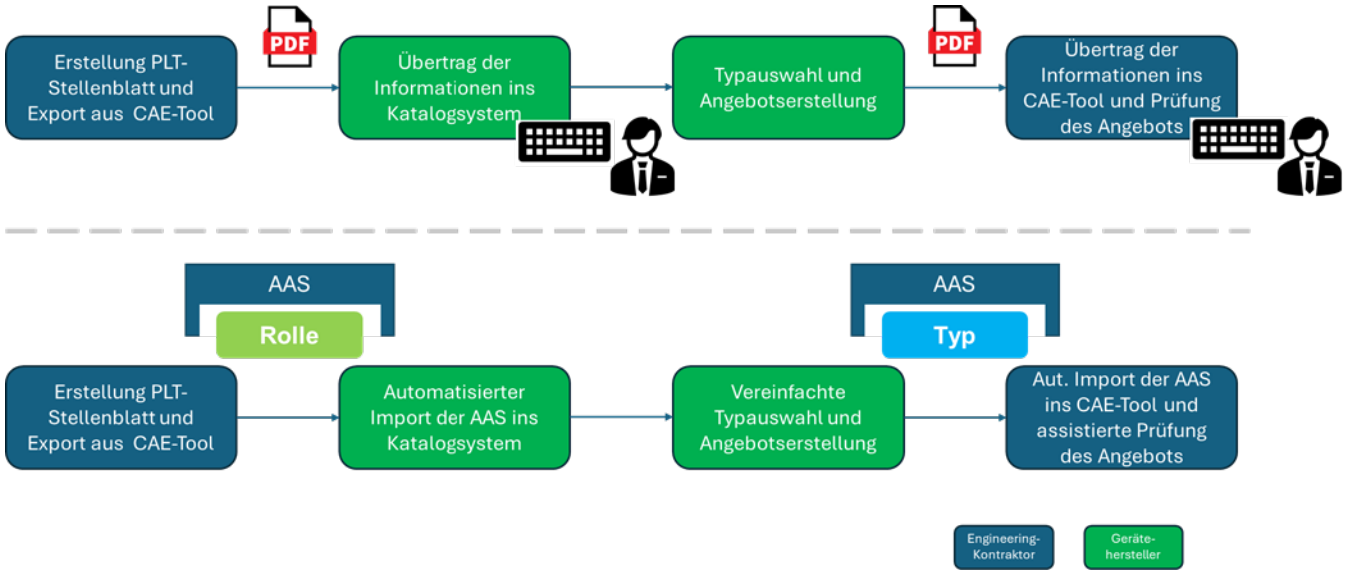


Abbildung 4: Klassischer (oben) und AAS-basierter (unten) Anfrageprozess.

- Weitere Hersteller, die AAS-basierte Plattformen für Ihre Geräte bereitstellen.
- CAE-Systeme, die werksseitig AAS-Schnittstellen zum Import und Export bereitstellen und die Nutzung von Merkmalskatalogen wie ECLASS oder IEC Common Data Dictionary ermöglichen.
- Im CAE-Tool muss ein Mapping zwischen CAE-System-internem Informationsmodell und der AAS-Schnittstelle erstellt werden. Hierzu ist ein einfaches Mapping-System seitens des Tool-Herstellers notwendig.
- Die AAS für die drei Entitätstypen können alle das Teilmodell „Generic Frame for Technical Data for Industrial Equipment in Manufacturing“ (Status: published) nutzen. Die verschiedenen Formen können die Qualifier an den Merkmalen nutzen, um Metadaten zu ergänzen (vgl. Abbildung 5).

Abbildung 5 zeigt zunächst die drei in [1] vorgestellten AAS für die Rolle, den Typen und die Instanz. Die Rolle enthält die Informationen über den technischen Platz in der Anlage, die im CAE-Tool eingegeben werden und anschließend in die Rollen-AAS exportiert werden. Diesem wird im Laufe des Engineerings zunächst ein Gerätetyp-AAS eines Gerätetypen, der die geforderte Spezifikation erfüllt, zugeordnet. Diese wird mit dem Angebot versendet und kann in das CAE-System importiert werden. Dort kann dann ein standardisierter regelbasierter Abglich stattfinden. Wenn das Gerät vom Hersteller produziert und ausgeliefert wurde, kann die Instanz-AAS der Rolle zugeordnet werden. Es stellt sich die Frage, ob für alle drei Entitäten ein eigenes AAS-Teilmodell notwendig ist. Hier kann jedoch von dem Konzept der Merkmalsaussagen aus [5] profitiert werden. Hiernach kann einem Merkmal als Metadatum mitgegeben werden, ob das Merkmal beispielsweise eine Zusicherung, eine Anforderung oder eine Messung beschreibt. Im AAS-Metamodell wird dies als „Qualifier“ bezeichnet. Hier können z. B. die Qualifier „As_Specified“ für die Rolle „As_Offered“ für den Typen und „As_Supplied“ für die Instanz genutzt werden.

Erste Ergebnisse eines Piloten wurden im letzten Jahr auf der NFEA „Digitalizaion in the automation domain 2024“-Konferenz [6] vorgestellt. Hier haben die Firmen Aibel, ein norwegischer EPCI-Dienstleister und Endress+Hauser als Feldgerätelieferant Daten ausgetauscht. Von Aibel wurden Rollen-Informationen bereitgestellt. Auf diese hat Endress+Hauser mit Gerätetyp-Informationen geantwortet, die von Aibel geprüft wurden. Dies wurde mit fortschreitendem Planungsstand iterativ durchgeführt, bis das Gerät gekauft werden konnte. Als Austauschformat wurden AASX-Dateien genutzt. Weitere nächste Optimierungsschritte können Prüfalgorithmen im CAE-System und die Nutzung von Datenräumen zur Vermeidung des dateibasierten Austauschs sein. Zudem laufen derzeit Aktivitäten, die Merkmalsleisten für verschiedene Gerätetypen zu vereinfachen und zu harmonisieren, damit der Aufwand für das Mapping auf allen Seiten reduziert wird. Aber schon allein der in diesem Kapitel vorgestellte erste Schritt führt zu einer deutlichen Reduktion des Aufwands für den Anfrageprozess.

3. Use Case Eigensicherheitsberechnung

In vielen Anlagen der Prozessindustrie werden brennbare Stoffe verarbeitet. Dämpfe dieser Stoffe mit Luft oder Staub-Luft-Gemische können explosi-

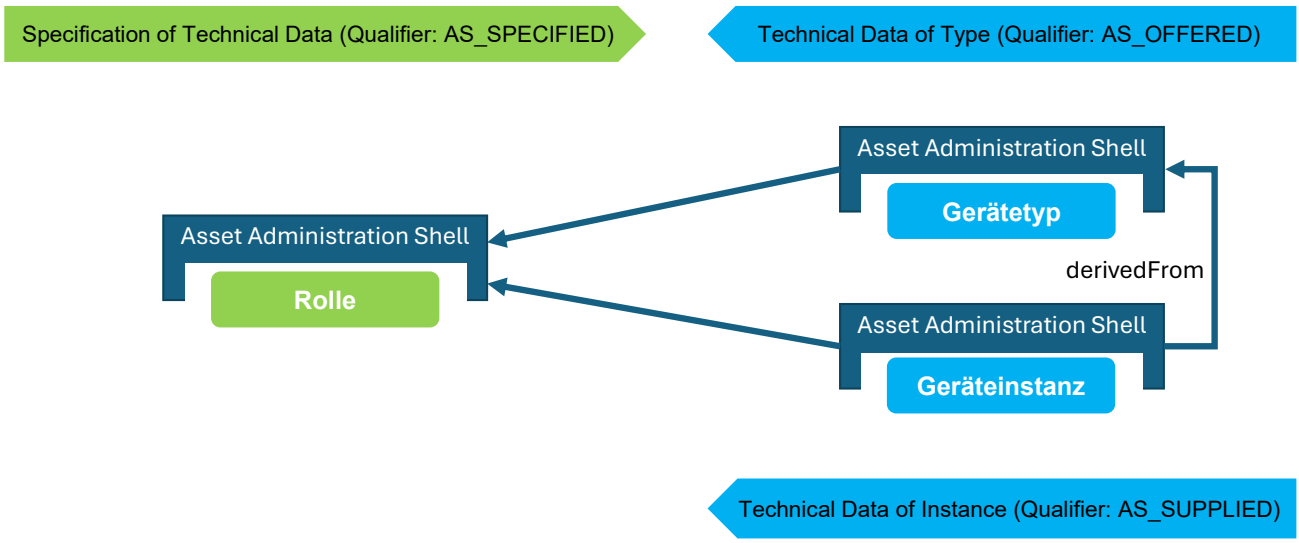


Abbildung 5: Rolle, Typ und Instanz realisiert mit Qualifiern.

onsfähige Gemische bilden. Betriebsmittel, die in Bereichen eingesetzt werden, in denen sich solche Gemische bilden können (Ex-Zonen), dürfen nicht in der Lage sein, die Gemische zu zünden und damit eine Explosion auszulösen. Hierzu gibt es verschiedene Zündschutzarten, die Hersteller von Betriebsmitteln anwenden können, um dies sicherzustellen. Die Zündschutzart „Eigensicherheit“ (Ex-i) ist eine Methode des Explosionsschutzes, die die Energiemenge in einem elektrischen Stromkreis auf ein Niveau begrenzt, das nicht ausreicht, um eine Zündung zu verursachen [7].

Eigensicherheit ist keine Geräteeigenschaft, sondern eine Eigenschaft des Stromkreises, der aus eigensicheren und zugehörigen Betriebsmitteln besteht. Eigensichere Betriebsmittel sind elektrische Geräte, die so konstruiert sind, dass von ihnen auch im Fehlerfall keine Gefahr ausgeht und z. B. je nach Zoneneignung keine zündfähigen Funken oder heißen Oberflächen, weder unter normalen Betriebsbedingungen noch bei Fehlern, erzeugen. Zugehörige Betriebsmittel sind elektrische Geräte, die sowohl eigensichere als auch nicht-eigensichere Stromkreise enthalten. Typische Beispiele sind Trennbarrieren und Speisetrenner. Zudem wird zwischen speisenden (aktiven) und nicht speisenden (passiven) Betriebsmitteln unterschieden. Aber auch die Kabel zwischen den Betriebsmitteln müssen betrachtet werden [8].

Da Eigensicherheit eine unverlierbare Eigenschaft des Stromkreises ist, reichen Geräteparameter, die typischerweise in Baumusterprüfbescheinigungen (BMPB) nach Richtlinie 2014/34/EU (ATEX-Richtlinie) erstellt werden, allein nicht aus. In einem rechnerischen Nachweis wird überprüft, ob die Kombination aus Stromquelle, Verbraucher und Kabel die Grenzwerte für Spannung, Strom und Energie einhält. Damit Energiespeicher berücksichtigt werden, müssen auch die Kapazitäten und Induktivitäten im Stromkreis berücksichtigt werden [8]. In der Praxis bilden einfache eigensichere Stromkreise, d. h. solche, die nur ein aktives Betriebsmittel beinhalten und deren elektrischen Kenngrößen nicht von Einbaubedingungen abhängen, etwa 80 % der Fälle. In weiteren 10 % der Fälle ist ebenfalls nur ein aktives Betriebsmittel eingebaut, die Kenngrößen hängen aber beispielsweise von der Medientemperatur ab. Diese Daten wurden mit einer Auswertung eines Dienstleisters ermittelt.

Zur Erstellung eines Nachweises der Eigensicherheit (NadEs) müssen die Werte aus den BMPB der beteiligten Geräte ermittelt werden. Klingt einfach, jedoch sind in der Praxis solche BMPB bis zu 100 Seiten lang und enthalten für unterschiedliche Bestellcodes unterschiedliche elektrische Kenndaten. Zudem sind diese BMPB häufig nicht durchsuchbar, da der Inhalt als Bild vorliegt oder mehrere Bestellcodes mit Asterisken zusammengefasst sind. Mit Hilfe der AAS können die elektrischen Kenndaten für jeden Gerätetyp individuell bereitgestellt werden. Die Kenndaten wurden bis zur Version 2.0 im Teilmodell „Digital Nameplate for industrial equipment“ (IDTA-Nummer 02006, Status: published) bereitgestellt, derzeit ist ein eigenes Teilmodell „Explosion Protection“ (IDTA-Nummer 02057) in Arbeit. Mit diesen Informationen können dann von den Geräteherstellern die entsprechenden AAS bezogen werden, die die notwendigen elektrischen Kenndaten beinhalten. Die Daten werden anschließend in das CAE-Tool eingelesen und mit den anderen Betriebsmitteln des eigensicheren Stromkreises verknüpft [9].

Mit festen, in Teilmodellen abgelegten Kennwerten lassen sich einfache eigensichere Stromkreise und damit 80 % der Fälle nachweisen. Nicht abgedeckt sind Betriebsmittel, deren elektrische Kenndaten von Betriebsparametern (z. B. Gasgruppe, Temperaturklasse, …) abhängig sind sowie Verschaltungen mit mehr als einem aktiven Betriebsmittel. Werden die über AAS eingehenden Informationen mit Informationen aus der Rollen-AAS (s. Kapitel 1) verknüpft, so lässt sich der Abdeckungsgrad auf über 90 % steigern (hier können Abhängigkeiten von Kennwerten zu Betriebsparametern aufgelöst werden). Es lohnt sich also bereits heute, die Geräteinformationen über AAS einzulesen und neben der Zeitersparnis auch einen Qualitätsgewinn zu erzielen.

Die Erweiterungsstufen Richtung NOA und Verknüpfung mit Betriebsparametern bringen in weiteren Ausbaustufen dann zusätzliche Vorteile für den Betreiber. In den letzten Jahren wurde bereits an einer Demonstrationsanlage [10] und in einer Brownfield-Anwendung [11] gezeigt, dass mittels NAMUR Open Architecture (NOA) Informationen (Hersteller, Typ und Seriennummer) standardisiert ausgelesen, über ein NOA Security Gateway aus der Kernautomatisierung ausgeschleust und in CAE-Tools eingelesen werden können. Die CAE-Tools greifen dann über einen Datenraum mit Hilfe der ausgelesenen Informationen auf die AAS des Geräts beim Hersteller zu und lesen die für den NadEs benötigten Kennwerte aus.

4. Use-Case-Erstellung von Prüfanweisungen

Auch wenn Prüfungen für die Montage, für Explosionsschutz und für funktionale Sicherheit erst nach Montage und vor Inbetriebnahme und dann wiederkehrend während der Betriebsphase durchgeführt werden, so ist die Erstellung von Prüfplänen bzw. -anweisungen eine Aufgabe, die häufig im Engineering durchgeführt wird. Hier werden zwei verschiedene Ansätze verfolgt:

- Es werden geräteunabhängige Prüfanweisungen erstellt, die auf Industriestandards basieren. Beispiele hierfür sind das NAMUR Arbeitsblatt NA 106 [12] oder die DIN EN IEC 60079-17 [13].
- Jeder Hersteller schreibt in der Dokumentation Hinweise, wie seine Geräte zu prüfen sind. Hier hilft die VDI 2770 [14], entsprechende Hinweise in der umfangreichen Dokumentation zu finden.

Häufig wird das erste Vorgehen gewählt, um die Varianz verschiedener Prüfanweisungen zu limitieren und damit noch verwaltbar zu machen. Dabei nimmt man in Kauf, dass die Entscheidung, welche Prüfpunkte für das konkrete Gerät relevant sind, dem Prüfer obliegt. Weiter können zusätzliche Punkte relevant sein, die der Prüfer in einem Feld „Sonstiges“ einträgt. Da in den Prüfanweisungen jedoch auch immer betriebsspezifische Informationen (z. B. notwendige Arbeitserlaubnisscheine, Grenzwerte, Schalt- und Alarmfunktionen) enthalten sind, können gerätespezifische Vorschriften, in denen das Wissen der Hersteller über ihre Produkte eingeflossen ist, nicht einfach 1:1 übernommen werden.

Mit Hilfe der strukturierten und standardisierten Beschreibung der gerätespezifisch durchzuführenden Prüfungen, die derzeit im Teilmodell „Maintenance Instructions“ (IDTA-Nummer 02018, Status: In Review) erarbeitet

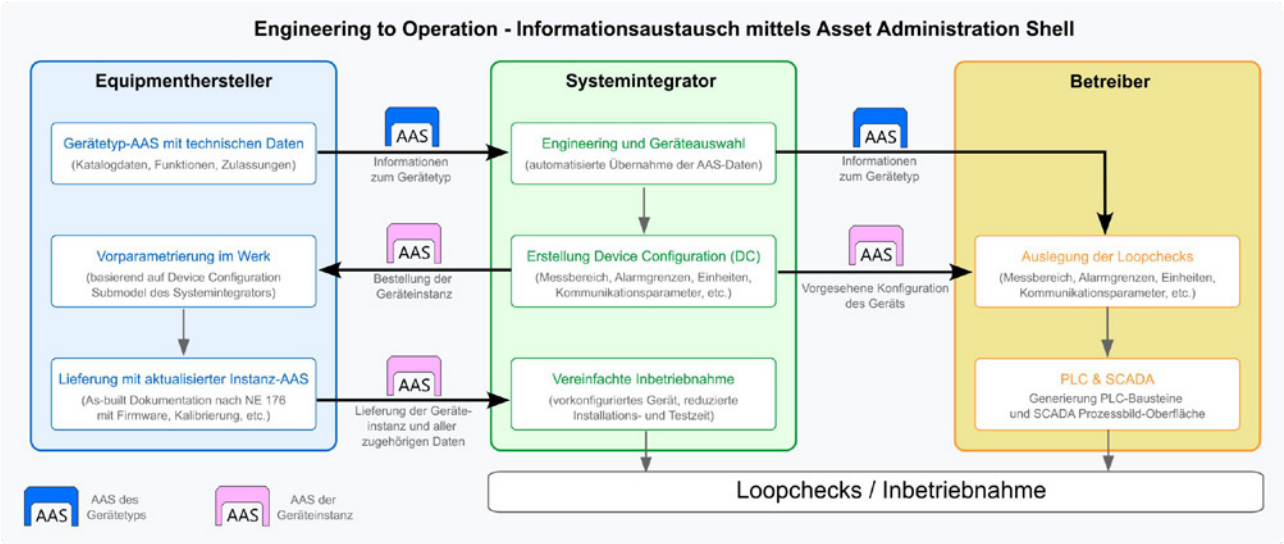


Abbildung 6: Schematische Darstellung des Informationsaustauschs zwischen Equipmenthersteller, Integrator und Betreiber mittels AAS im Engineering von Prozessanlagen.

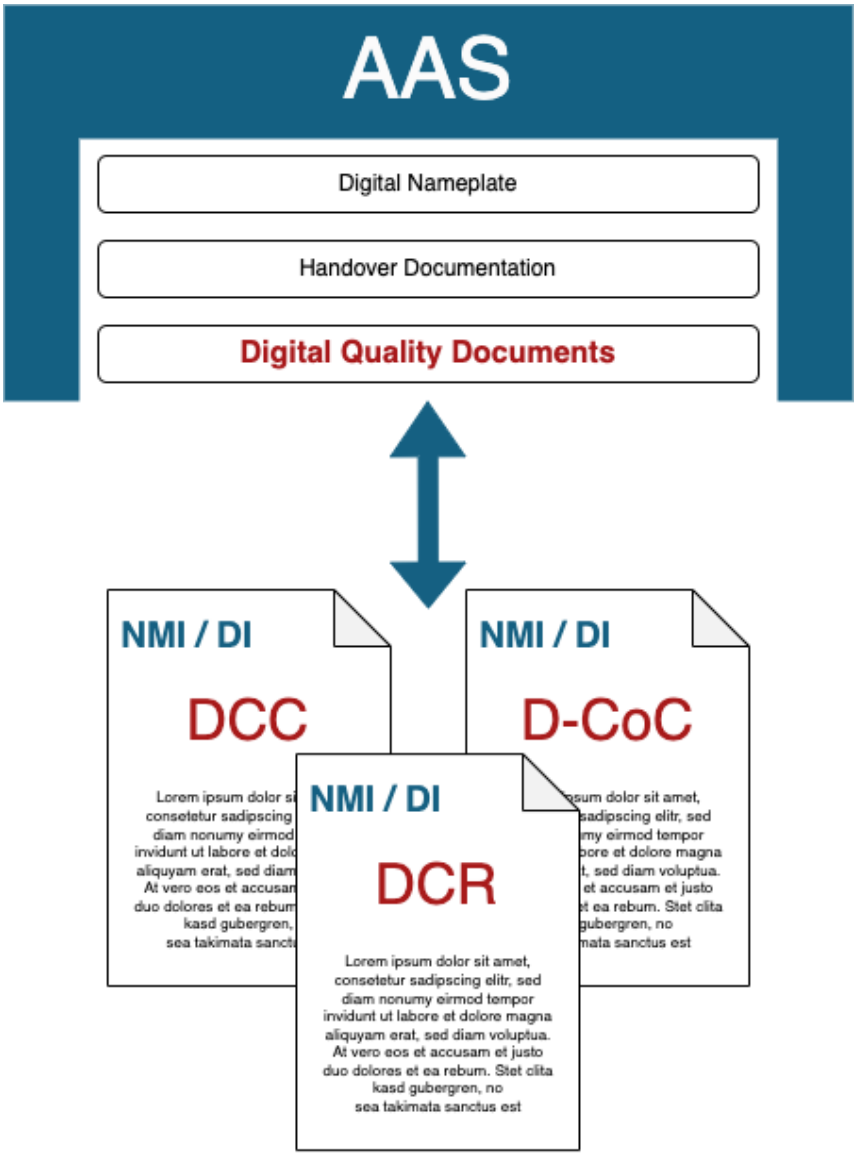


Abbildung 7: AAS-Teilmodell „Digital Quality Documents“ [1].

werden, lässt sich nun zukünftig ein kombinierter Ansatz verfolgen. Im Engineering wird ein allgemeingültiger Rahmen für die Prüfanweisung erstellt und aus dem CAE-Tool heraus mit rollenspezifischen Informationen über Schaltpunkte und -funktionen angereichert. Im CAE-System werden zudem die Gerätetypen den Rollen zugeordnet. Hierbei kann ein Import der AAS des Geräts erfolgen und die dort enthaltenen gerätespezifischen Prüfpunkte automatisiert an die richtige Stelle der Prüfanweisung geschrieben werden.

5. Details zum Use Case „Engineering2Operation“

Die AAS eröffnet Equipmentherstellern eine Möglichkeit, das technische Datenmodell ihrer Geräte standardisiert zu modellieren. Dies erleichtert es Systemintegratoren, auf Gerätetypdaten in einem herstellerunabhängigen, interoperablen Format zuzugreifen, was den klassischen Engineeringprozess maßgeblich optimiert.

- **Katalogdaten:** Detaillierte Spezifikationen zu Bauform, Abmessungen, Gewicht, verfügbaren Materialien und Prozessanschlüssen gemäß relevanter Normen (wie DIN/EN) (vgl. Kapitel 1)
- **Funktionale Beschreibung:** Präzise Angaben zu Messverfahren, Messprinzipien oder Regelungsarten sowie deren spezifischen Eigenschaften und Anwendungsgrenzen
- **Regulatorische Informationen:** Umfassende Dokumentation zu Zulassungen und Zertifikaten wie Ex-Schutz-Klassifizierungen, SIL-Einstufungen nach IEC 61508/61511 oder branchenspezifische Konformitätsnachweise (vgl. Kapitel 2 und 3), Kalibrierzertifikate (vgl. Kapitel 5).
- **Kommunikationstechnologie:** Spezifikationen zu unterstützten Feldbussen und Kommunikationsprotokollen (PROFINET, HART, PROFIBUS PA, OPC UA) inklusive GSD-Dateien und Gerätetreibern
- **Parametrierungsmöglichkeiten:** Strukturierte Darstellung konfigurierbarer Parameter mit Wertebereichen, Defaulteinstellungen und Abhängigkeiten
- **Elektrische Charakteristik:** Detaillierte Angaben zu Leistungsaufnahme, Spannungsversorgung, Signalpegeln und EMV-Eigenschaften
- **CAD-Informationen:** Maßstabsgetreue 3D-Modelle in standardisierten Formaten für die nahtlose Integration in digitale Anlagenplanungssysteme

Der entscheidende Mehrwert der AAS liegt in der semantischen Beschreibung dieser Daten. Im Gegensatz zu herkömmlichen Datenblättern werden nicht nur die syntaktische Struktur der Informationen definiert, sondern auch deren präzise Bedeutung und kontextuelle Zusammenhänge maschinenlesbar abgebildet. Dies ermöglicht eine vollständig automatisierte Übernahme in die Engineering-Systeme der Systemintegratoren ohne manuelle Zwischenschritte. Für Integratoren bietet dies zwei Perspektiven:

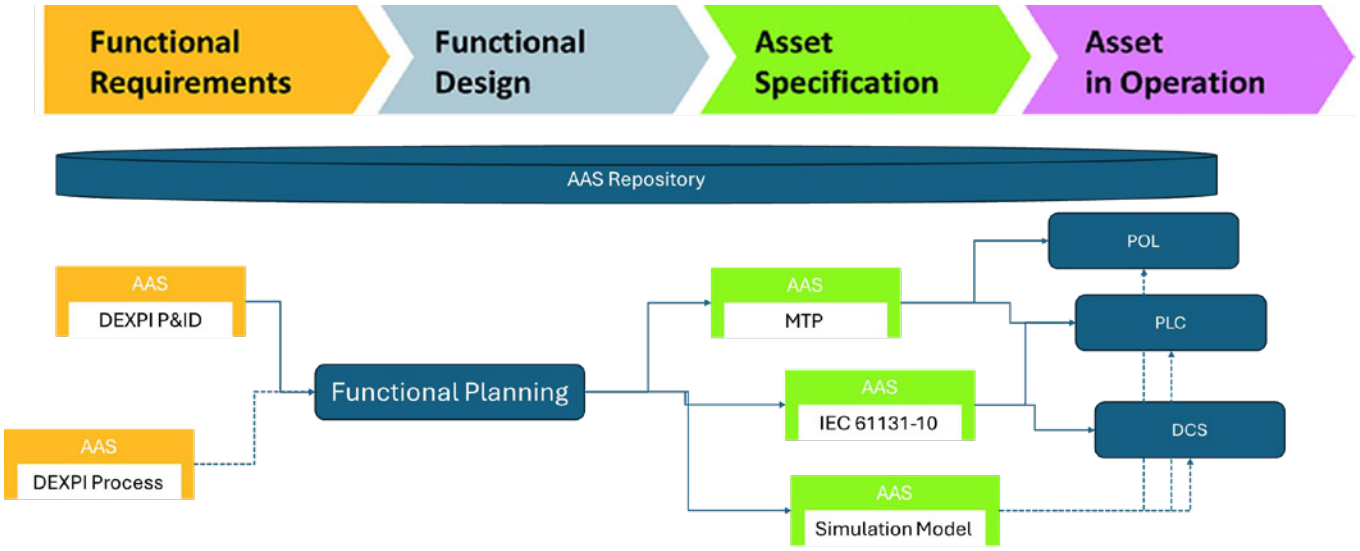


Abbildung 8: Schematische Darstellung der Verwendung von AAS im Functional Planning.

1. **Evolution bestehender Systeme:** Die AAS-Daten können zur automatisierten, fehlerfreien Aktualisierung des eigenen Gerätekatalogs genutzt werden, wodurch bestehende Engineeringprozesse und -tools beibehalten, aber deutlich effizienter gestaltet werden können.
2. **Revolution durch direkte Integration:** Perspektivisch ermöglicht die AAS den vollständigen Verzicht auf proprietäre Gerätekataloge, indem Engineering-Tools direkt auf die standardisierten Gerätedaten aus den AAS zugreifen, welche automatisiert über eine Hersteller-Plattform oder einen Marketplace abgefragt werden.

Eine wesentliche Herausforderung besteht derzeit noch in der Standardisierung spezifischer Teilmodelle für die hinreichend detaillierte funktionale Beschreibung verschiedener Equipmenttypen. Während grundlegende Teilmodelle bereits verfügbar sind, befinden sich wichtige prozessindustriespezifische Teilmodelle wie die IDTA „Sensor 4.0“ noch in der Entwicklung (IDTA 02029 – Sensor 4.0, Status: In Development). Eine weitere Herausforderung liegt darin, dass die semantischen Kataloge zur klaren Identifikation eines Informationswerts teilweise noch nicht genügen oder noch nicht mit Katalogen anderer Domänen harmonisiert wurden (bspw. IEC CDD vs. ECLASS).

Um einen durchgängigen digitalen Datenstrom vom Engineering über die Beschaffung und Fertigung bis hin zur Inbetriebnahme und Dokumentation zu schaffen, kann die AAS auch einen wertvollen Rückkanal vom Integrator zum Hersteller darstellen, der erhebliche Effizienzsteigerungen im gesamten Anlagenlebenszyklus bietet.

Die im Engineering definierte Gerätekonfiguration könnte als „Device Configuration“ (DC) in der AAS abgebildet werden. Ein etwaiges Teilmodell enthält sämtliche anwendungsspezifischen Parameter, die für die optimale Funktion des Geräts im jeweiligen Prozesskontext erforderlich sind. Diese Konfiguration umfasst beispielsweise für einen Durchflusssensor die Festlegung von Messbereich, Alarmgrenzen, Einheiten, Ausgangssignalverhalten und Kommunikationsparametern. Nach Abschluss der Konfigurationsphase im Engineering-Tool exportiert der Systemintegrator die Gerätetyp-AAS, erweitert um das DC-Teilmodell. Diese erweiterte AAS wird gemeinsam mit der Bestellung an den Equipmenthersteller übermittelt.

Die Inbetriebnahmezeit kann folglich weiter reduziert werden, da das Gerät ohne zeitaufwendige manuelle Konfiguration die vorgesehene Funktion vor Ort erfüllen kann.

Die Geräte-Informationen werden komplementiert, wenn der Equipmenthersteller mit der Lieferung eine aktualisierte Instanz-AAS bereitstellt. Diese dokumentiert den tatsächlichen Auslieferungszustand des Geräts inklusive aller implementierten Parametrierungen, installierter Firmware-Versionen, durchgeführter Abnahmeprüfungen und Kalibrierungen. Dies entspricht den NAMUR-Empfehlungen zur Dokumentation des Automated-as-built Status (NE 176) [15] und vereinfacht die Anlagendokumentation erheblich.

Loopchecks (auch als Loop-Tests oder Regelkreistests bezeichnet) werden als systematische Prüfverfahren definiert, die vor der eigentlichen Inbetriebnahme einer prozesstechnischen Anlage

durchgeführt werden. Ihr Ziel besteht in der Überprüfung der korrekten Installation und Funktion einzelner Regelkreise (Loops) und ihrer Komponenten. Ein Regelkreis umfasst typischerweise Sensoren (Messinstrumente), die Signalübertragung, die Verarbeitung im Prozessleitsystem und die Ansteuerung der Aktoren (z. B. Ventile, Pumpen, Motoren). Loopchecks beinhalten typischerweise:

- Verkabelungsprüfung: Überprüfung der korrekten Verbindung von Feldgeräten zum I/O-System
- Signalprüfung: Simulation verschiedener Messwerte und Überprüfung der korrekten Anzeige im Leitsystem
- Aktorentest: Ansteuerung der Aktoren über das Leitsystem und Überprüfung der korrekten mechanischen Reaktion
- Alarmtest: Auslösen verschiedener Alarmbedingungen und Überprüfung der korrekten Alarmgenerierung

Die hierfür benötigten technischen Daten der Prozessanlage und des eingesetzten Equipments wurden entlang des Engineeringprozesses bereits aggregiert und stehen semantisch annotiert zur Verfügung. Für die automatische Loopcheck-Generierung müssen nur noch wenige Informationen bereitgestellt werden. Abbildung 6 fasst diesen Informationsaustausch zusammen. Der dargestellte Ablauf wird aktuell im Rahmen eines Arbeitskreises der Open Industry 4.0 Alliance als Proof-of-Concept umgesetzt. Entsprechende Teilmodelle für die Modellierung der Loopcheck-Informationen sind derzeit noch nicht standardisiert.

Für die SCADA-Visualisierung sind zusätzliche Informationen wie Anzeigebereiche, Skalierungsfaktoren und Alarmstufen erforderlich. Die Faceplate-Konfiguration erfordert Angaben zu Bedienberechtigungen, verfügbaren Bedienfunktionen, Darstellungsdetails wie Engineering-Einheiten und Nachkommastellen, sowie die Symboltypen im Prozessbild für die korrekte grafische Repräsentation.

6. Use Case „Digital Calibration Certificate“

Angelehnt an die genannten Anwendungsfälle zur Verwendung der AAS im Engineering bis zu Operations, gibt es mit dem Digitalen Kalibrierzertifikat (Digital Calibration Certificate – DCC) bereits einen Standard und damit verbundenen konkreten Anwendungsfall, der noch im Lauf dieses Jahres bereit für die produktive Nutzung werden soll.

Der DCC ist ein Standard, der vom PTB Braunschweig [16] prototypisch entwickelt wurde, um das klassische Papier- oder PDF-basierte Kalibrierzertifikat durch eine digitalisierte Version zu ersetzen. Der DCC beruht auf dem Austauschformat XML und ist damit sowohl zukunftssicher maschinenlesbar als auch maschineninterpretierbar. Darüber hinaus sind alle Anforderungen der DIN ISO 17025 [17] berücksichtigt.

Dabei ist das DCC nur der erste Schritt, da der Standard auch auf beliebige andere metrologische oder quaitätsrelevante Dokumente übertragbar ist, wie z. Bsp. die Digitale Kalibrieranforderung (Digital Calibration Request - DCR) oder die Digitale Konformitätsbescheinigung (Digital Certificate of Conformity - D-CoC). Im Moment finden intensive Abstimmungen mit Partnern statt, um die produktive Nutzung des DCC für erste Messprinzipien zu ermöglichen.

Gleichzeitig sind bereits 2024 im Rahmen der Standardisierung zur AAS in der IDTA die Arbeiten am AAS-Teilmodell „Digital Quality Documents“ (IDTA 02065, Status: In Development) gestartet. Ziel ist, genau die zuvor erwähnten Dokumente digitalisiert über das Informationsmodell der AAS austauschen zu können.

Und letztendlich starten im Rahmen der Open Industry 4.0 Alliance gerade die Aktivitäten rund um Konzepte, Architekturen und Best Practices zum unternehmens- aber auch anwendungsübergreifenden Austausch des DCC auf Basis der Konzepte der AAS.

Die durchgehende Digitalisierung der derzeit analogen Prozesse und insbesondere des Datenaustausches zwischen Beteiligten (s. Abbildung 7) verspricht vor allem Zeit- sowie Ressourcenersparnis, durch einen allgemeingültigen, globalen Standard, welcher unabhängig von der Unternehmensgröße genutzt werden kann. Im Besonderen:

- hoher Zeitgewinn bei der Übernahme der Daten
- Entfall manueller Tätigkeiten und aufwendiger Prozesse bei der Datensicherung
- Hochqualifizierte Mitarbeiter können sich auf qualifizierte Tätigkeiten fokussieren.
- Manuelle und oft fehleranfällige Schritte werden vermieden

Damit fügt sich das DCC und dessen Ausprägung als AAS-Teilmodell „Digital Quality Documents“ nahtlos in die aufgeführten Anwendungsfälle zum Thema „Engineering to Operations“ ein.

7. Use Case From Eng2Ops to „Functional Planning“

Bereits in [1] wurde ein Konzept beschrieben, die Funktionsvorgabe wie Variablen oder Abläufe für Automatisierungskomponenten (Steuerungen, Leitsysteme) systemneutral in Form von AAS zu erzeugen. Dieser Use Case ist eine konkrete Anwendung der Aus-

baustufe 3 aus [2], in der die AAS zum Austausch und zur Verwaltung standardisierter Detailmodelle wie MTP oder DEXPI mit Hilfe der AAS verwaltet und ausgetauscht werden. Hieraus könnten die Engineering-Tools der Automatisierungssysteme automatisch den lauffähigen Maschinencode erzeugen. Die Funktion könnte in Form von SFCs (Sequential Function Charts) und CFCs (Continuous Function Charts) nach IEC 61131-3 beschrieben werden. Mit IEC 61131-10 liegt bereits ein Standard für die Übertragung solcher Funktionspläne als XML-Code vor. Die Funktionsbeschreibung der Automatisierung einer Prozessanlage oder einzelner Teil-Anlagen (Units) werden in der Regel als Textdokumente verfasst. Hieraus kann man mit geeigneten Tools und Vorgaben direkt einen Rumpf für das später entstehende Automatisierungsprojekt auf dem jeweiligen Zielsystem ableiten. In dem hier vorliegenden Anwendungsfall (s. Abbildung 8) ist das Ziel, aus der Funktionsbeschreibung ein MTP abzuleiten, das dann genutzt wird, um im Zielsystem die MTP-Templating Funktionen zu nutzen.

Input für das Functional Planning ist eine Beschreibung einer Anlage, bspw. als DEXPI-Modell. Konkret werden dann im Functional Planning die einzelnen Einzelsteuerelemente als Control Modules (nach ISA 88) aus dem Fließbild abgeleitet. Diese werden dann in der Beschreibung von Automatisierungs-Services (nach MTP) wiederverwendet und deren Verhalten in jeweiligen Zuständen beschrieben. Dieses Verhalten kann dann konkret in PLC-Code übersetzt und in den verschiedenen Tools eingebunden werden. Hierfür ist mit IEC 61131-10 ein geeignetes Format gegeben, allerdings eher für direkte 1:1-Verbindungen der Tools. Über ein Teilmodell zum Transport von PLC-Code kann dieser Prozess verbessert und in die AAS-fähigen Tools eingebunden werden. Weiterhin wird aus den Spezifikationen der Control Modules und der Services ein MTP erzeugt. Die Control Modules werden in DataAssemblies übersetzt, so dass diese zusammen mit den Services dann in einem MTP beschrieben werden können. Das MTP selbst kann dann in einer AAS verpackt werden (IDTA 02001), um über die gängigen Methoden für den Austausch von Teilmodellen in die nachfolgenden Engineeringtools integriert zu werden. Dies sind dann die Entwicklungsumgebungen für die Automatisierung der jeweiligen Units, aber auch das POL-System, in dem das MTP eingebunden wird. In letzterem kann dann die gewählte IP-Adresse zur MTP-AAS hinzugefügt werden, so dass die AAS von einem Typ zu einer Instanz umgeformt werden kann.

Inzwischen gibt es Initiativen mit zwei Automatisierungsherstellern, Engineering-Unternehmen und Anlagenbetreibern, um die Umsetzbarkeit dieses Konzepts zu prüfen und ggf. gangbare Wege zu demonstrieren. Es ist zu früh, hier schon finale Lösungen zu skizzieren. Allerdings können schon erste Ergebnisse aus der Arbeit vorgestellt werden:

- Ein grundlegender erster Schritt ist, dass die Beteiligten sich über einheitliche Bezeichnungen einigen. Zwar wird IEC 61512 (aka „ISA 88) allgemein zur Strukturierung von Automatisierungslösungen anerkannt, aber die Anwendung in den Unternehmen ist sehr unterschiedlich. Allein die Begriffe Phase, Funktion, Operation etc. werden verschieden interpretiert.
- Auch die Abläufe zur Funktionsplanung unterscheiden sich sehr stark. Was gibt der „Process Owner“, häufig Chemiker oder Verfahrensingenieur, vor, was macht der Automatisierungs-Planer, was liegt in der Hand des Programmierers? Werden von Anfang an Bausteine vorgegeben, aus denen die „Process Owner“ die Funktionsbeschreibung zusammensetzen, oder gibt es hier völlige Freiheit? Wie kann aus einer unstrukturierten Vorgabe eine strukturierte Software erstellt werden, bei der gleiche Aufgaben nicht mehrfach programmiert und getestet werden müssen?
- Das in IEC 61512 dargestellte Prozessmodell stellt den „best case“ eines geradelinigen Prozessablaufs dar. Viele Festlegungen sind unabhängig zu treffen: Was sind die Aufrufparameter eines Schrittes, was sind seine Report-Parameter, welche Alarmmeldungen gibt es, wie ist das Verhalten im Fehlerfall. Hier können eventuell Beschreibungsmethoden des MTP (Module Type Package gem. PNO Standard „MTP“) verwendet werden, aber auch das muss diskutiert und harmonisiert werden.

8. Zusammenfassung

Die Autoren haben im Rahmen dieses Beitrags sechs Use Cases gezeigt, bei denen die AAS einen Beitrag zur Steigerung der Effizienz im Engineeringprozess leistet:

- Anfrageprozess im Engineering
- Berechnung der Eigensicherheit von Stromkreisen
- Erstellung von Prüfanweisungen
- Engineering2Operation
- Digitales Kalibrierzertifikat
- Von Engineering2Operation zur Funktionsplanung

Viele der Use Cases wurden bisher prototypisch bearbeitet. Die weitere Reife bedarf eine Nutzung in industriellen Anwendungen. Jedoch zeigen die Prototypen, dass das Risiko für den Einsatz sehr gering ist. Die Autoren stellen gerne den Kontakt zu den Gruppen her, die sich mit dem Use Case beschäftigen. Gerne hierzu per E-Mail melden.

Wichtig ist nun, dass die Anlagenbetreiber die Nutzung von AAS in ihren Ausschreibungen verpflichtend fordern:

- in der Vertragsgestaltung mit den Kontraktoren,
- in der Vertragsgestaltung mit Gerätelieferanten und
- als Schnittstelle in ihren Werkzeugen.

Nur so kann die Brücke zwischen Pilotanwendungen und industrieller Reife geschlossen werden und weitere Schritte auf dem Weg der Speed-Standardisierung nach [18] gegangen werden. Die Betreiber chemischer Anlagen müssen die Verwendung AAS-basierter Informationsübergaben fordern, damit Hersteller und Kontraktoren die Use Cases weiter vorantreiben können und schrittweise die Reife der Teilmodelle und Datenräume verbessern.

Referenzen

[1] Tauchnitz, T., Maurer, F., Barth, M., Schüller, A., & Drath, R. (2024). Engineering in der Prozessindustrie mit der Verwaltungsschale: Teil 1: Zukunftsbild und Konzeption eines durchgehenden Informationsflusses am Beispiel des Engineerings von PLT-Einrichtungen. atp magazin, 66(6-7), 88-99.

[2] Drath, R., Barth, M., Tauchnitz, T., Schüller, A., & Maurer, F. (2024). Engineering in der Prozessindustrie mit der Verwaltungsschale, Teil 2: Evolutionäres Konzept zur schrittweisen Implementierung. atp magazin (11-12), 84-95.

[3] Drath, R., Malakuti, S., Grüner, S., Grothoff, J., Wagner, C., Epple, U., ... & Zimmermann, P. (2017). Die Rolle der Industrie 4.0 "Verwaltungsschale" und des "digitalen Zwillings" im Lebenszyklus einer Anlage: Navigationshilfe, Begriffsbestimmung und Abgrenzung. Proceedings of the Automation 2017: Technology networks Processes, 9783181022931-93.

[4] CITplus. (2024). Baustein für die digitale Datenkette, https://processtechnology.wiley.com/de/nachrichten/baustein-fuer-die-digitale-datenkette, abgerufen 14.04.2025.

[5] Mertens, M. (2012). Verwaltung und Verarbeitung merkmalbasierter Informationen: Vom Metamodell zur technologischen Realisierung, Fortschrittsberichte VDI Reihe 8, Nr. 1207, Düsseldorf.

[6] NFEA. (2024). Digitalization in the Automation Domain 2024, https://nfea.no/arrangementer/digitalization-in-the-automation-domain-2024/, abgerufen 03.07.2025.

[7] Früh K. F., Schaudel D., Urbas L., Tauchnitz T. (2018). Handbuch der Prozessautomatisierung – Prozessleittechnik für verfahrenstechnische Anlagen, 6. Auflage, ISBN 978-3-8356-7351-9, Deutscher Industrieverlag.

[8] DIN EN 60079-11. (2012): Explosionsgefährdete Bereiche - Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit „i" (IEC 60079-11:2011 + Cor.:2012); Deutsche Fassung EN 60079-11:2012. DIN: http://www.beuth.de

[9] ZVEI. (2023). Sustainability durch Prozessautomation - Mehr Effizienz und Nachhaltigkeit durch Automatisierung, Digitalisierung und Modularisierung in der Prozessindustrie, https://www.zvei.org/presse-medien/publikationen/broschuere-sustainability-durch-prozessautomation.

[10] Interessengemeinschaft Regelwerke Technik e.V. (2025). NOA – Use-Cases erfolgreich implementiert, https://www.igrtechnik.com/news/noa-use-cases-erfolgreich-implementiert/, abgerufen 14.04.2025.

[11] Siegburg, R. (2024). Planung, Implementierung und Bewertung einer NAMUR Open Architecture (NOA) zur Effizienzsteigerung der Betriebs- und Instandhaltungsprozesse einer Abwasserbehandlungsanlage ohne Rückwirkung auf das vorhandene Leitsystem, Masterthesis, Rheinische Hochschule Köln.

[12] NAMUR. (2018). NA 106: Flexible Prüfung von Feldgeräten in PLT-Sicherheitseinrichtungen.

[13] DIN EN IEC 60079-17. (2024): Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen (IEC 60079-17:2023); Deutsche Fassung EN IEC 60079-17:2024.

[14] VDI 2770 Blatt 1. (2020): Betrieb verfahrenstechnischer Anlagen - Mindestanforderungen an digitale Herstellerinformationen für die Prozessindustrie – Grundlagen.

[15] NAMUR. (2021). NE 176: NAMUR Open Architecture - NOA Informationsmodell.

[16] Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). (2025). Digital Calibration Certificate, https://www.ptb.de/dcc/, abgerufen 02.06.2025.

[17] DIN ISO 17025. (2018). Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien.

[18] Schüller, A., Scholz, A., Tauchnitz, T., Drath, R., Scherwietes, T. (2015). Speed-Standardisierung am Beispiel der PLT-Stelle. atp magazin, 57(01-02), 36-46.

Dr.-Ing. Andreas Schüller (geb. 1984) hat am Lehrstuhl für Prozessleittechnik an der RWTH Aachen University über das Thema Prozedurmodellierung promoviert und ist derzeit bei der YNCORIS GmbH & Co. KG als Teamleiter E&I Site Engineering beschäftigt. Schwerpunkte seiner Arbeit in der Automatisierungstechnik sind die Digitalisierung, die Funktionale Sicherheit und der Explosionsschutz. In der NAMUR leitet er den Arbeitskreis 1.3 „Informationsmanagement und Werkzeuge" und arbeitet im Arbeitskreis 1.4 „Verwaltungsschale" mit. In der IGR leitet er den Arbeitskreis „zukünftige Automatisierungssysteme.

Dr. Andreas Schüller
Teamleiter Electrical & Instrumentation Site Engineering
YNCORIS GmbH & Co. KG
Industriestraße 300
50354 Hürth
+49 172 2922012
andreas.schueller@yncoris.com

Prof. Dr.-Ing. Rainer Drath (geb. 1970) ist seit 2017 Professor für Mechatronisches System-Engineering an der Hochschule Pforzheim. Sein Forschungsgebiet umfasst die Entwicklung innovativer Methoden zur Verbesserung der Automatisierungsplanung in einem interdisziplinären und heterogenen Umfeld. Forschungsschwerpunkte sind Industrie 4.0, industrielle Interoperabilität, modulare Automation, Plug-&-Produce und virtuelles Engineering. Prof. Drath ist Vorstandsmitglied im AutomationML-Verein und einer der Architekten von CAEX und AutomationML.

Dr.-Ing. Anselm Klose (geb. 1994) war PostDoc an der Professur für Prozessleittechnik der Technischen Universität Dresden und leitete die Gruppe Safe & Modular Automation. Bei FLEXCELERATE Solutions beschäftigt er sich mit der Umsetzung der Modularisierung von Prozessanlagen mittels Module Type Package aus verfahrens- und automatisierungstechnischer Sicht für Neu- und Bestandsanlagen.

Dipl.-Ing. Frank Maurer (geb. 1975) studierte Automatisierungstechnik und ist seit über 20 Jahren in der Planung, Installation und dem Betrieb von Automatisierungs- und prozessbezogenen IT-Lösungen auf Basis von MES-, DCS-, SCADA- und PLC-Systemen tätig. Sein besonderer Fokus liegt auf der Etablierung umfassender Automatisierungsstrategien und -architekturen. Seit 2005 arbeitet er bei Boehringer Ingelheim, wo er verschiedene Experten- und Führungspositionen sowohl im Bereich Automatisierung als auch IT innehatte. Seit Februar 2023 ist er Global Head of Automation Strategy & Technology in der Konzernfunktion GFE (Global Facilities and Engineering).

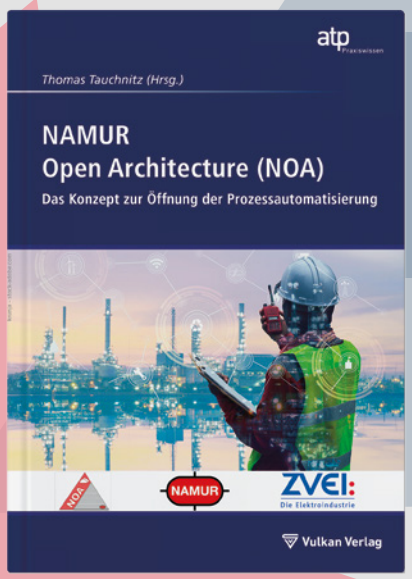
Dr.-Ing. Thomas Tauchnitz (geb. 1957) studierte Elektrotechnik in Hannover und promovierte im Bereich der Regelungstechnik. Nach 32 Berufsjahren in der chemischen und pharmazeutischen Industrie sowie 25 Jahren NAMUR-Engagement ist er seit 2018 selbständiger Consultant in den Bereichen Industrie 4.0, Automatisierungstechnik und Engineering-Tools. Er ist Chefredakteur Industry des atp magazins und leitete bis Oktober 2023 den NAMUR AK 1.4 „Verwaltungsschale“.

M.Sc. Marcel Auer (geb. 1994) absolvierte sein Studium der Elektrotechnik und Informationstechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Gegenwärtig ist er bei Prof. Mike Barth als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Vernetzte Sichere Automatisierungstechnik (VSA) am Institut für Regelungs- und Steuerungssysteme (IRS) tätig. Seine Forschung beleuchtet die konsistente Modellierung von Gerätetypen und daraus abgeleiteten Geräteinstanzen über den gesamten Gerätelebenszyklus hinweg.

Dipl.-Inf. (FH) Michael Riester (geb. 1971) studierte Allgemeine Informatik an der Hochschule Karlsruhe. Nach vielen Jahren in der klassischen IT, ist er seit 2019 bei Endress+Hauser Digital Solutions (Deutschland) GmbH mit geteilter Verantwortung, einerseits Richtung IIoT Software und Plattform, andererseits Richtung Industrie 4.0 Themen der Prozessindustrie und zusammen mit Kollegen Vertreter von Endress+Hauser in relevanten Vereinigungen, wie IDTA, OI4 oder DDCC, sowohl als Arbeitsgruppenmitglied und Leiter von Arbeitsgruppen.

Das Konzept für die
PROZESSAUTOMATISIERUNG

BUCH TIPP



Ihr Mehrwert:

- NOA zielführend und gewinnbringend einsetzen
- Hoher Praxisbezug
- Mit allen NAMUR-Empfehlungen zum Thema NOA

Autor: Thomas Tauchnitz et al.
Angaben: 1. Auflage 2021 | Umfang: 270 Seiten
Broschur: ISBN: 978-3-8027-7451-6 | Artikel-Nr.: 74516
Preis: 79 €

Hier direkt bestellen:
www.vulkan-shop.de

Vulkan Verlag