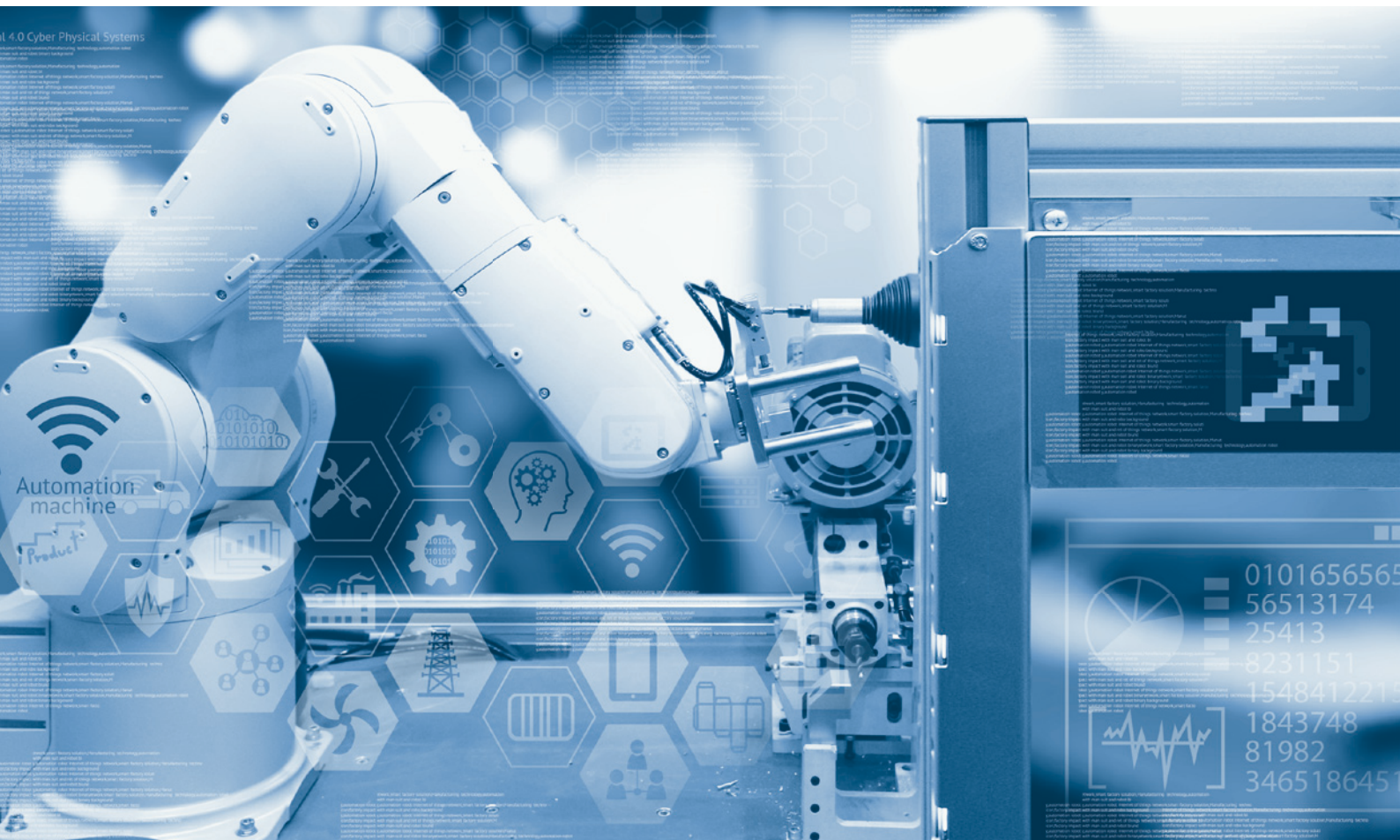


semanz

Semantische Allianz für Industrie 4.0



Semantik für Industrie 4.0-Systeme

Die Basis für den Informationsaustausch in Industrie 4.0-Anwendungsszenarien

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

www.semanz40.de

Vorwort	3
Was ist Semantik und wofür ist sie notwendig?	4
Das Konzept zur Modellierung semantischer Inhalte	5
Die Anforderungen an das Modellierungskonzept	6
Das SemAnz40-Datenmodell	7
Die Systemmodellierung im durchgängigen Engineering	8
Das anwendungsorientierte Zusammenspiel von System- und Eigenschaftsmodell	10
Durchgängiger Datenfluss von Planung bis Betrieb	12
Experten im Gespräch	13
Projektresümee und Ausblick	14
Kurzportraits der vier Projektpartner	15
Impressum	16

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) fördert den „Transfer von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen durch Normung und Standardisierung“. Dank Normung und Standardisierung können sich Innovationen vor allem in kleinen und mittleren Unternehmen schneller durchsetzen. Das lässt sich weiter verbessern, wenn in Forschungsprojekten frühzeitig Aspekte der Normung und Standardisierung berücksichtigt werden. Zudem werden so die Forschungsergebnisse strukturiert und das Wissen in der Fachöffentlichkeit verbreitet.

Das Forschungsprojekt „SemAnz40 – Semantische Allianz für Industrie 4.0“ möchte dazu an zwei Stellen beitragen. Zum einen werden vorhandene Normen und Standards ausgewertet und – wo immer möglich – zur Lösung der Herausforderungen von Industrie 4.0 genutzt. Zum anderen werden Lücken in der Normungslandschaft aufgedeckt. Daraus formuliert das Projekt Empfehlungen an die Normungs- und Standardisierungsgremien, die sich mit Industrie 4.0 beschäftigen.

Diese Broschüre gibt einen Einblick in das Projekt SemAnz40. Zunächst geht es um die Frage, welche Rolle die Semantik in der Kommunikation in unterschiedlichen Anwendungsszenarien für Industrie 4.0 spielt. Darauf aufbauend geben wir einen Einblick in das Konzept der Modellierung semantischer Inhalte. Auch wird dabei auf Anwendungsszenarien der Plattform Industrie 4.0 eingegangen. Sie wurden für die Konzepterstellung analysiert und an realen Anlagen exemplarisch angewendet. Der dabei entwickelte Informationsaustausch zwischen Komponenten und Systemen war Grundlage der Modelle, die wir in dieser Broschüre vorstellen.

Zum besseren Verständnis zeigen wir, wie sich diese Modelle jeweils in einem fertigungstechnischen und einem verfahrenstechnischen Anwendungsbeispiel einsetzen lassen.

Ein Experteninterview am Schluss der Broschüre behandelt Herausforderungen und Erfolge des Projektes und betrachtet die Ergebnisse aus Perspektive der Praxis.

An dieser Stelle möchten wir uns auch bei den vielen Gremien und Institutionen wie DKE, VDI/VDE-GMA, ZVEI und den Arbeitsgruppen der Plattform Industrie 4.0 für die Unterstützung bedanken. Gleiches gilt auch für die Förderung und Begleitung von SemAnz40 durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie sowie den Projektträger Jülich.

Ihre Projektpartner SemAnz40



HELMUT SCHMIDT
UNIVERSITÄT

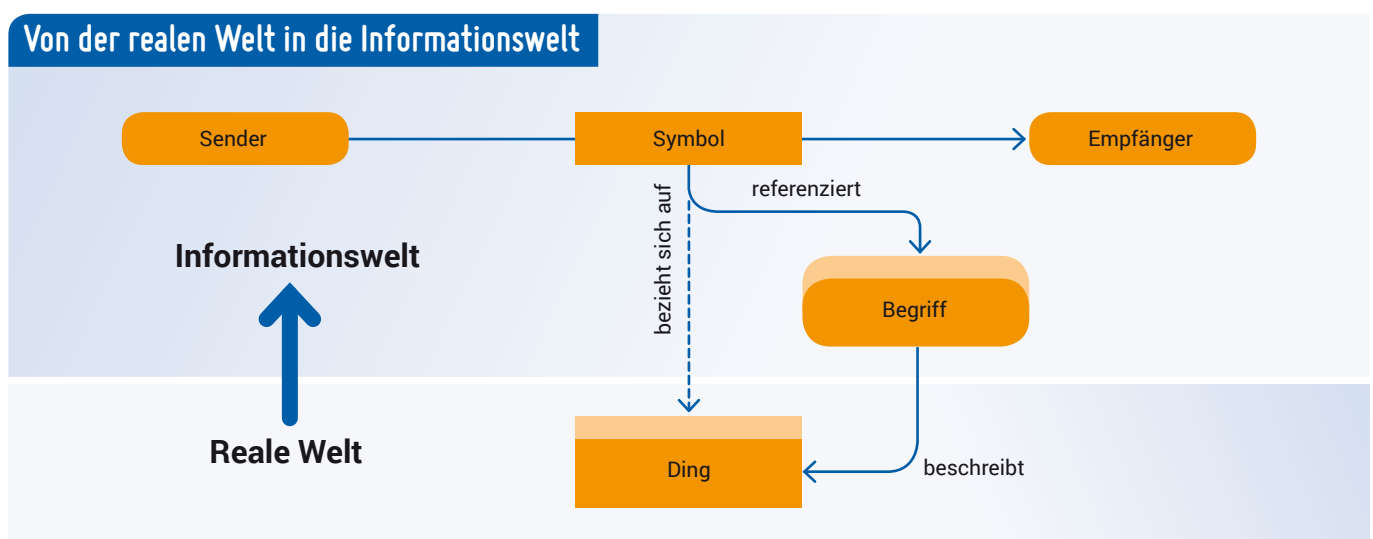
Universität der Bundeswehr Hamburg



Was ist Semantik und wofür ist sie notwendig?

Sollen Systeme mit anderen Systemen zusammenarbeiten und Informationen austauschen, müssen sie sich untereinander verstehen. Die Informationen müssen also einer einheitlichen Semantik folgen. Das gilt für Maschinen, die Produktionsaufträge selbstständig untereinander (um)verteilen, genauso wie für Sensordaten, die aus verschiedenen Messungen zusammengeführt werden.

Doch was genau ist „Semantik“ eigentlich? Die Semantik befasst sich mit der Beziehung zwischen Symbolen und ihrer Bedeutung. Ein Symbol kann ein grafisches Zeichen (z. B. Verkehrszeichen) sein oder eine alphanumerische Einheit (etwa ein Wort), die ein Ding benennt. Das Ding – der Betrachtungsgegenstand – ist dabei ein realer oder ein konzeptueller Gegenstand, der semantisch bestimmt werden soll. Beschrieben wird dieses Ding durch einen Begriff – die Definition. Durch eine Benennung (mit einem Symbol) wird das Ding identifiziert. Gleichzeitig wird die Beschreibung des Dings (der Begriff) referenziert, die erklärt, was gemeint ist. Die Beziehung zwischen Benennung, Begriff und Ding wird im sogenannten „semiotischen Dreieck“ beschrieben. Die Dinge gehören der realen Welt an. Symbole und Begriffsdefinitionen sind Bestandteile der Informationswelt.



Semantik wird also benötigt, wenn zwei oder mehrere Partner (z. B. Sender und Empfänger) Informationen austauschen. Ohne gemeinsame Semantik wären zwar Signale vorhanden, die Partner könnten aber deren Bedeutung nicht verstehen.

Menschen arbeiten gemeinsam an Aufgaben. Dabei kommunizieren sie mit Worten (Symbolen). Sie verstehen sich dann, wenn sie die gleichen Begriffe (Definitionen) für die verwendeten Benennungen haben. Sie haben sich also auf eine Semantik der Dinge, über die sie sich austauschen, geeinigt.

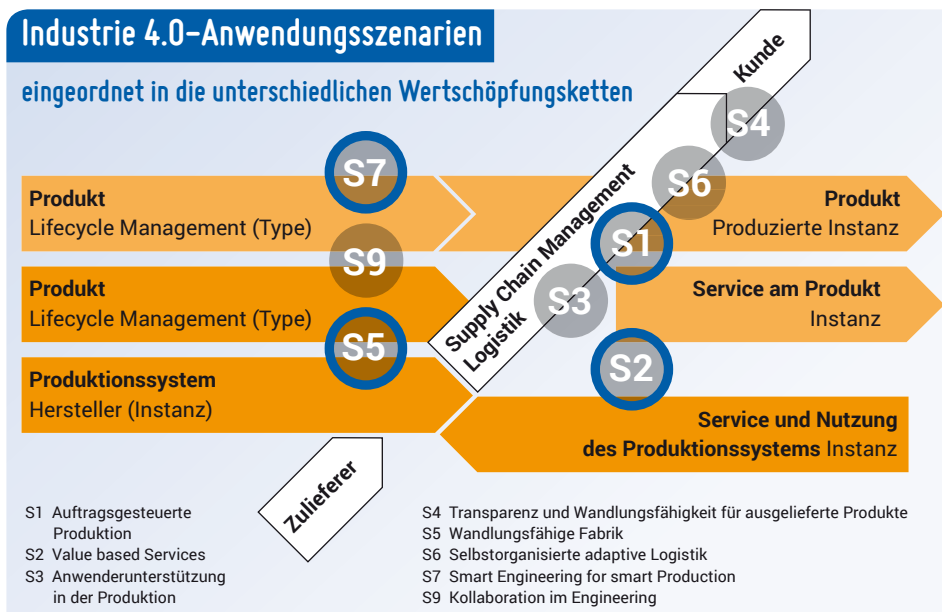
In der **Mensch-Maschine-Kommunikation** stehen sich Mensch und Maschine wechselseitig als Sender und Empfänger gegenüber. Maschinen verarbeiten Daten, Menschen denken in Begriffen. Damit sie sich verstehen, muss die Semantik der Maschine mit den Begriffen des Menschen übereinstimmen. Maschinen verwenden Symbole, ohne deren Bedeutung zu verstehen. Da die Maschinen von Menschen gestaltet werden, kann den Symbolen die passende Bedeutung zugeordnet werden. Dazu muss der Entwickler bei der Programmierung der Maschinensoftware vom gleichen Begriffsverständnis wie die Nutzer ausgehen und für die Nutzer die richtigen Benennungen für die zu kommunizierenden Begriffe bereitstellen.

Die **Maschine-zu-Maschine-Kommunikation** setzt voraus, dass beide Seiten sich sowohl syntaktisch (Zusammensetzung von elementaren Symbolen) als auch semantisch (Beschreibung der Bedeutung) verstehen. Es muss ein eindeutiges Einverständnis für die Interpretation der Daten auf beiden Seiten geben. Dieses Einverständnis wird erzielt, wenn die Daten mit zusätzlichen Beschreibungen, zum Teil auch in Form von maschinenlesbaren Daten, angereichert werden. Aus Daten werden so Informationen. Diese Informationen sind ein wichtiger Bestandteil der Semantik, da sie ein Teil der Angaben der Begriffsdefinitionen digitalisieren.

Sollen ganze Geräte, Komponenten, Maschinen und Anlagen beschrieben werden, so entstehen Informationsmodelle, die nach dem Konzept von SemAnz40 aufgebaut werden können. Denn das ist der Anspruch von SemAnz40: Die Voraussetzungen für eine eindeutige Datensemantik zur Realisierung von Anwendungsszenarien der Industrie 4.0 zu schaffen.

Das Konzept zur Modellierung semantischer Inhalte

Die Arbeitsgruppe 2 (Forschung und Innovation) der Plattform Industrie 4.0 entwickelt Anwendungsszenarien, um Potenziale der Digitalisierung in der produzierenden Industrie aufzuzeigen. Die nachfolgende Abbildung ordnet die Anwendungsszenarien in die Wertschöpfungsketten der Beteiligten ein.



Die Anwendungsszenarien geben eine Vorstellung davon, was Industrie 4.0 zukünftig ermöglichen soll. Daraus leiten sich der Handlungsbedarf für Forschung, Industrie und Politik sowie die Anforderungen an Lösungen für Industrie 4.0 ab.

Für das Konzept von SemAnz40 war daher eine tiefgehende Analyse der Anwendungsszenarien entscheidend.

Dazu wurden die Szenarien so ausgewählt, dass sie

- alle relevanten Aspekte (horizontale Integration, vertikale Integration, Durchgängigkeit des Engineerings) abdecken,
- alle dargestellten Wertschöpfungsketten mit betrachten, sowie
- alle Systemaspekte (Produkt, Prozess, Ressource) berücksichtigen.

Ausgewählt wurden vier Szenarien (in der Abbildung blau markiert), die jeweils mit Hilfe detaillierter Stories konkretisiert und hier kurz vorgestellt werden sollen:

S1 Auftragsgesteuerte Produktion (AGP)

Im Fokus der AGP steht die flexible Fertigungsconfiguration. Sie ist Grundlage einer automatisierten Auftragsplanung, -vergabe und -steuerung, die alle benötigten Fertigungsschritte und Produktionsmittel einbindet.

S2 Value-based Services (VBS)

Im Kern von VBS stehen Service-Plattformen, die Daten aus der Nutzung von Produktionssystemen sammeln, analysieren, aufbereiten und daraus bedarfs- und nutzergerechte individuelle Services anbieten. Das kann eine optimierte Wartung zum richtigen Zeitpunkt sein oder die Bereitstellung der richtigen Prozessparameter für die aktuelle Fertigungsaufgabe.

S5 Wandlungsfähige Fabrik (WFF)

Das Schlagwort der WFF ist Plug & Produce. Damit sind adaptierbare Fertigungsconfigurationen innerhalb einer Fabrik gemeint, mit denen sich Fertigungskapazitäten und -fähigkeiten kurzfristig verändern lassen.

S7 Smarte Produktentwicklung für smarte Produktion (SP2)

Hierbei ermöglichen digitale Produktmodelle eine Kollaboration im Engineering automatisierter Produktionsketten. Im Engineering und im Betrieb werden die Modelle von Produkten und Produktionsmitteln durchgängig verwendet.

Was ist SemAnz40?

SemAnz40 ist ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Bereich Transfer von FuE-Ergebnissen durch Normung und Standardisierung von Dezember 2015 bis November 2017 gefördertes Verbundvorhaben. Es zeigt auf, wie mit deutschen und internationalen Standards, die in der DKE-Normungs-Roadmap Industrie 4.0 empfohlen sind, Anwendungsfälle von Industrie 4.0 mit eindeutiger Datensemantik realisiert werden können. SemAnz40 liefert also eine semantische Basis für die privatwirtschaftliche Entwicklung von Produkten und Prozessen für Industrie 4.0.

Die Anforderungen an das Modellierungskonzept

Die beschriebenen Anwendungsszenarien decken alle Wertschöpfungsketten und Systemaspekte sowie die horizontale bzw. vertikale Integration und die Durchgängigkeit des Engineerings ab. Daraus ergeben sich die Anforderungen an ein semantisches Modellierungskonzept für Industrie 4.0, an denen sich SemAnz40 messen lässt.

Anforderung 1: eine modellübergreifend eindeutige Semantik sicherstellen

Alle ausgewählten Szenarien drehen sich um die Kollaboration und Kooperation technischer Systeme. Während bei der „auftragsgesteuerten Produktion“ Produktionssysteme miteinander kooperieren, um gemeinsam eine Auftragsbearbeitung zu realisieren, sind es bei der „wandlungsfähigen Fabrik“ das Produktions- und das Leitsystem, die für eine Integration in die Systemumgebung miteinander kollaborieren müssen. Das Konzept muss eine eindeutige Interpretation der ausgetauschten Informationen durch alle Systeme sicherstellen.

Anforderung 2: alle anwendungsspezifisch relevanten Informationsklassen berücksichtigen

In den Szenarien geht es um unterschiedliche Arten von Informationen. Während beim „Value Based Service“ Informationen über den aktuellen Zustand einer Anlage im Rahmen des „Plant Asset Managements“ von Interesse sein können, um z. B. eine Ausfallprognose zu erstellen, werden in der „wandlungsfähigen Fabrik“ unter anderem Informationen über die Struktur des Systems zum Zweck der Rekonfiguration benötigt. Im Szenario der „auftragsgesteuerten Produktion“ hingegen sind Informationen über Produkte und die Fähigkeiten von Produktionsressourcen gefragt. Das zugehörige Informationsmodell muss die Möglichkeit bieten, alle Informationen über ein System in verschiedenen Anwendungskontexten und in den Planungsphasen des Engineerings abzubilden.

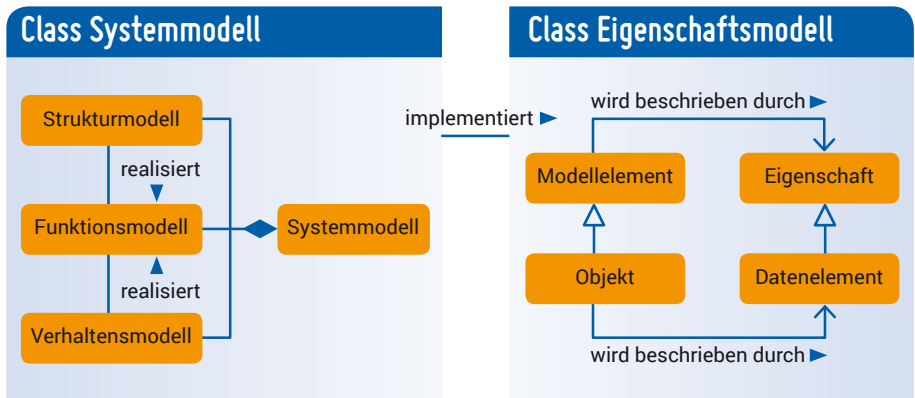
Anforderung 3: Informationen aus dem Engineering durchgängig nutzen

Die Analyse der Anwendungsszenarien macht deutlich, dass alle Informationen, die zum Betrieb der Systeme notwendig sind, bereits während des Engineerings der Systeme modelliert werden müssen. Um eine redundante Informationsaufbereitung zu vermeiden, muss das Informationsmodell in die Phasen des Engineerings integrierbar sein, sodass die beim Engineering erstellten Informationen im späteren Anwendungskontext mit möglichst minimalem Aufwand genutzt werden können.



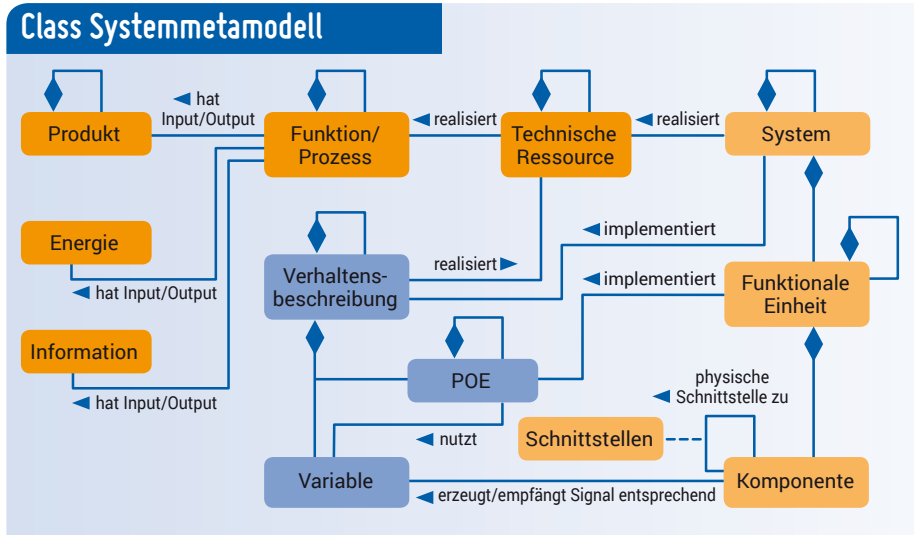
Das SemAnz40-Datenmodell

Auf Basis der oben beschriebenen Anforderungen wurde ein Konzept zur semantischen Modellierung von Systeminformationen in der produktionstechnischen Domäne erarbeitet. Das Konzept basiert im Wesentlichen auf zwei Modellen.



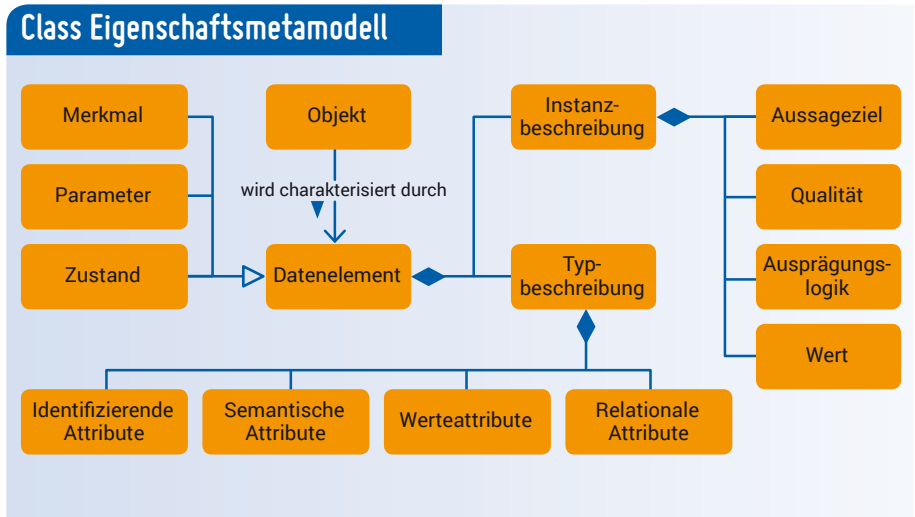
Das erste Modell – das Systemmodell – repräsentiert das technische System. Es beinhaltet alle für die Anwendung notwendigen Informationen in drei Teilmodellen. Die Integration eines Eigenschaftsmodells in das Systemmodell ermöglicht es, die Eigenschaften der Systemobjekte (beschrieben durch Merkmale, Zustände und Parameter) auch zwischen mehreren Systemmodellen automatisiert zu interpretieren.

Das Systemmodell besteht aus dem Funktions-, dem Struktur- und dem Verhaltensmodell. Das Funktionsmodell beschreibt das Produktionssystem aus funktionaler Sicht (entsprechend VDI 3682 „Formalisierte Prozessbeschreibung“). Das Strukturmodell enthält alle realen Elemente des Produktionssystems, wie Geräte, Bauteile und Steuerungskomponenten (entsprechend ISO 62264 und VDI 2206). Das Verhaltensmodell umfasst Informationen zu Abläufen und Variablen der Steuerung (entsprechend IEC 61131-3).



Das Eigenschaftsmodell beschreibt, wie die Objekte des Systemmodells mittels Eigenschaften dargestellt werden können. Dabei wird jedes Objekt durch Datenelemente beschrieben. Diese Datenelemente können Merkmale, Parameter und Zustände darstellen und werden durch Typ- und Instanzbeschreibungen beschrieben. Die Typbeschreibung richtet sich dabei nach der DIN 61360.

Die Modelle werden beim Engineering der Systeme angewendet. Dabei werden auch modellexterne Beschreibungen (3D-CAD-Modell, Steuerungscode) genutzt. Die Abbildung der Daten erfolgt im neutralen Datenaustauschformat AutomationML. Eigenschaften der modellierten Objekte werden mit Referenzen zu Merkmalsystemen wie eCl@ss eindeutig beschrieben.



Die modellierten Informationen werden während der Laufzeit der Systeme genutzt. Über OPC UA können unterschiedliche Systeme Daten austauschen und miteinander kollaborieren. Dazu muss die Semantik der Informationen in den verwendeten Modellen eindeutig modelliert sein.

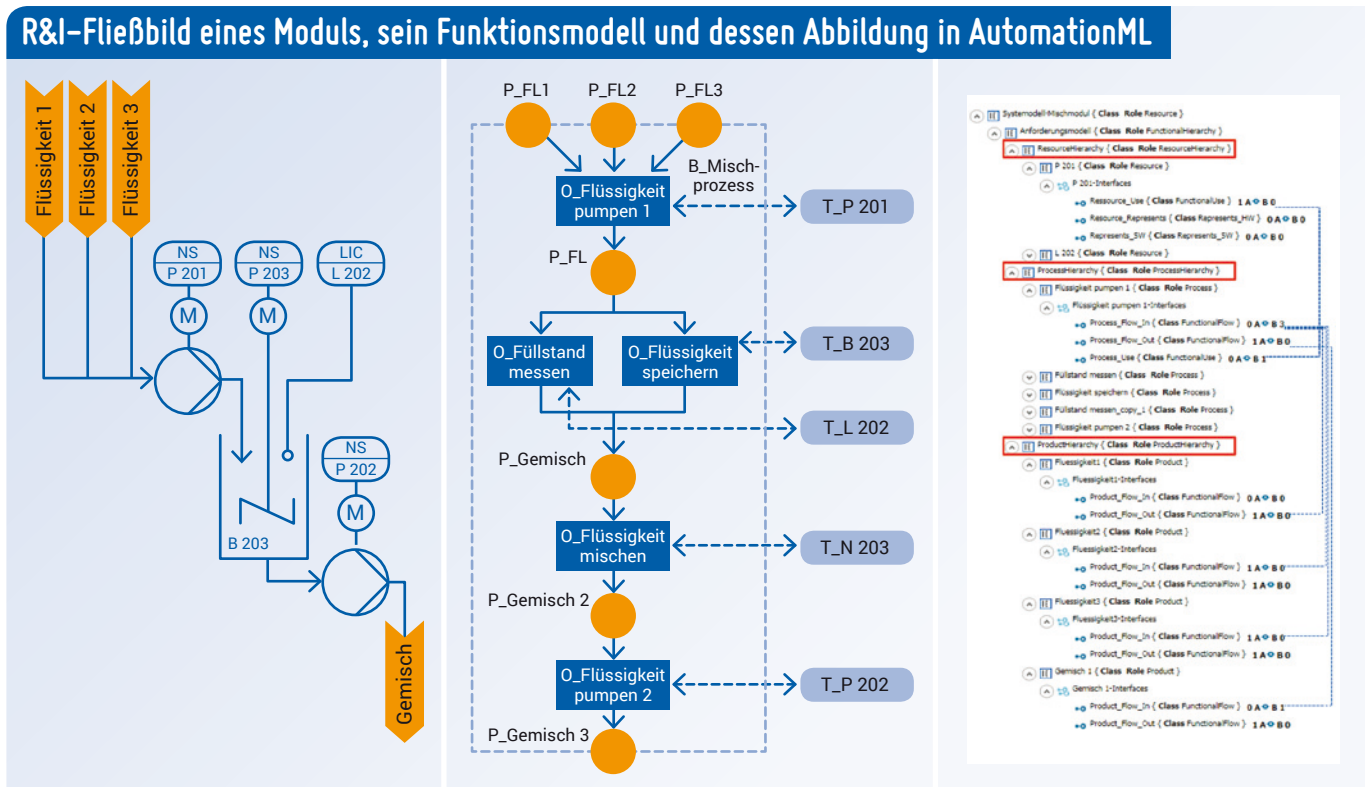
Die Systemmodellierung im durchgängigen Engineering

Damit das Konzept des auf Seite 7 beschriebenen SemAnz40-Datenmodells nachvollzogen werden kann, erläutern wir nun die Systemmodellierung im durchgängigen Engineering anhand zweier Beispiele.

Beispiel 1: Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse und Anlagen

Als Beispielanlage dient ein Misch-Modul einer modularen verfahrenstechnischen Anlage. In einer frühen Phase des Engineerings wird mit Hilfe der Formalisierten Prozessbeschreibung (FPB) ein Funktionsmodell dieses Moduls erstellt. Das Modell enthält in einem ersten Schritt die Inhalte des Verfahrensfließbildes, kann stufenweise erweitert und damit zur Erstellung des R&I-Fließbildes (Abbildung links) herangezogen werden.

Das detaillierte Funktionsmodell (Abbildung Mitte) dient in der Vor- sowie Entwurfsplanung des Moduls, wie auch das R&I-Fließbild, mehreren Gewerken als gemeinsame Kommunikationsgrundlage. Darüber hinaus kann es aber in seinem Eigenschaftsmodell detaillierte Informationen über die Anforderungen an die Geräte, Produkte und Zwischenprodukte des Prozesses enthalten. Zudem lässt es sich per AutomationML zwischen den verwendeten Engineering-Werkzeugen austauschen (Abbildung rechts). Die einzelnen Elemente der FPB (Produkte, Prozesse und Ressourcen) sind dabei jeweils in einer eigenen Hierarchie angeordnet (Abbildung rechts, rote Markierungen).

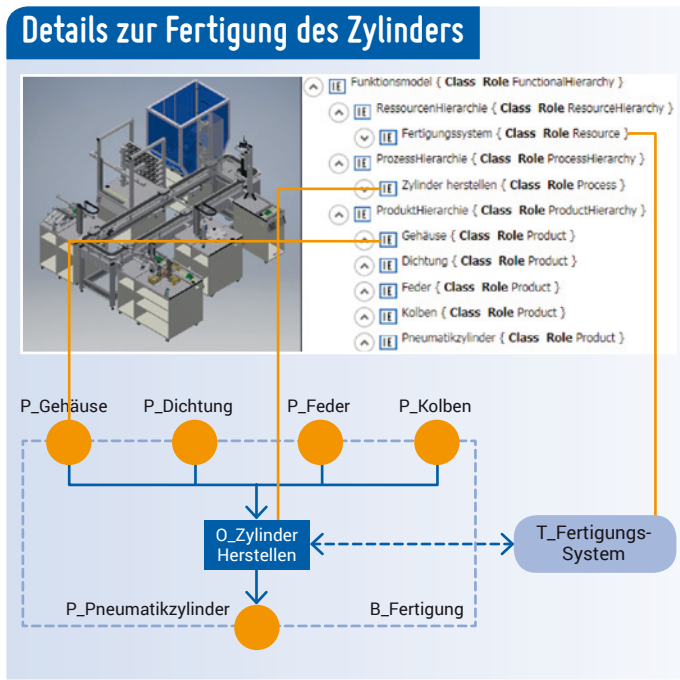


Ist das Engineering für das Modul abgeschlossen, eine Instanz des Moduls aufgebaut und verkauft, so kann das vollständige Informationsmodell dem Käufer zusammen mit dem Modul übergeben werden. Dieser kann das Informationsmodell des Moduls an seinen speziellen Einsatzfall anpassen, also etwa Produktinformationen eintragen. Dieses aktualisierte Informationsmodell lässt sich dann beispielsweise zur Überwachung und Ausfallprognose der Pumpe „P 201“ (Abbildung links) des Moduls nutzen.

Dazu werden Informationen über das Produkt (Viskosität, Temperatur, ...) und über ein- und ausgehende Energien (Stromverbrauch der Pumpe) aus dem Funktionsmodell des Moduls ausgewertet. Zusätzlich lassen sich Informationen über die Umgebung der Pumpe aus dem Strukturmodell ziehen. Im vorliegenden Fall misst der Füllstandssensor (L 202) im nachfolgenden Tank (B 203) die Förderleistung der Pumpe (P 201).

Beispiel 2: Modellierung fertigungstechnischer Prozesse und Anlagen

Wie die Modelle in AutomationML abgebildet werden, illustrieren wir am Beispiel der Herstellung eines Pneumatikzylinders. Dieses Produkt setzt sich aus vier Einzelteilen zusammen. Der Fertigungsprozess, die Ein- und Ausgänge und die benötigten technischen Ressourcen lassen sich in einem Funktionsmodell darstellen.



Die Abbildung zeigt die oberste Detaillierungsebene des Fertigungsprozesses. Seine Entsprechung in AutomationML ist oben rechts abgebildet. Es werden Rollen benutzt, um die Objekte des Systems entsprechend dem Metamodell zu spezifizieren. Zudem können die System-UnitClasses von AutomationML genutzt werden, um Prozesse, Produkte und technischen Ressourcen aus bestimmten Bibliotheken heraus näher zu bestimmen.

Elementare Bausteine von AutomationML sind die Schnittstellen als Interfaces. Der Fertigungsprozess „Zylinder herstellen“ kann weiter dekomponiert werden, um eine detailliertere Darstellung der darin befindlichen Prozessschritte und ihrer Ein- und Ausgänge zu erhalten.

Die Prozessbeschreibung enthält die Anforderungen des zugeordneten Prozesses. Die technische Ressource „Fertigungssystem“ muss diese Anforderungen erfüllen und stellt ihrerseits wiederum Anforderungen an Struktur und Verhalten. Die Elemente des Struktur- und Verhaltensmodells müssen diese Anforderungen erfüllen.

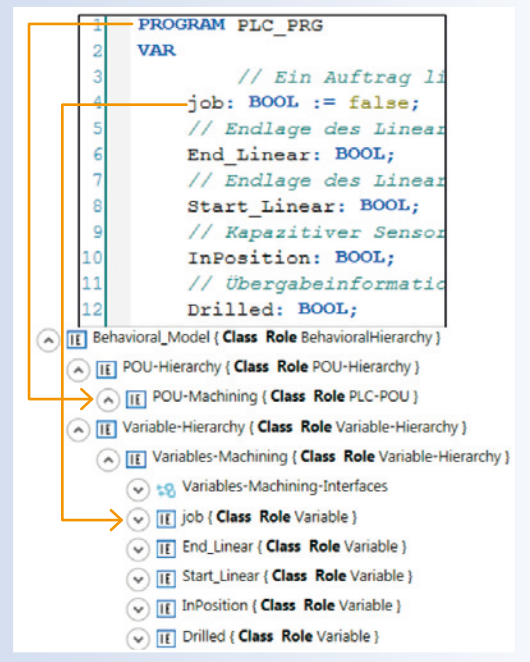
Informationen des Strukturmodells sind sowohl im mechanischen als auch im elektrischen Engineering der Fertigungstechnik zu finden und werden meist in CAD-Werkzeugen erstellt. Diese Informationen lassen sich im Strukturmodell gemäß dem Systemmetamodell abbilden. Verfügt das CAD-Werkzeug über eine entsprechende Anwendungs-Schnittstelle (API), kann das CAD-Modell direkt auf das Strukturmodell in AutomationML abgebildet werden.

Betrachtet man das Verhaltensmodell des Fertigungssystems als drittes Teilmodell des Systemmodells, so wurde hier ein Ablaufsprachen-Diagramm (= sequential functions chart (SFC)) benutzt, um die Programmorganisationseinheiten (POUs) und Variablen abzubilden. Dieses SFC liegt im PLCopenXML-Format vor, das auch von AutomationML aus referenziert wird.

Durch die Verbindung der Teilmodelle des Systemmodells ist die semantische Bedeutung, wie eine Funktion durch Struktur und Verhalten bereitgestellt werden kann, sowohl für Mensch als auch für Computer verständlich (s. Seite 4). Damit ist es unter anderem nachvollziehbar, wie sich Änderungen in einem Teilmodell auf die anderen Teilmodelle auswirken.

Mit dem Systemmodell des Produktionssystems können nun die geforderten Eigenschaften eines Produktes automatisch mit den Fähigkeiten eines Produktionssystems abgeglichen werden. Benötigt wird das zum Beispiel im Anwendungsszenario „auftragsgesteuerte Produktion“, in dem das Produkt sich die passenden Fertigungssysteme selbstständig sucht.

Verhaltensmodell



Das anwendungsorientierte Zusammenspiel von System- und Eigenschaftsmodell

Das anwendungsorientierte Zusammenspiel von System- und Eigenschaftsmodell zeigt, wie sich mit dem SemAnz40-Konzept Industrie 4.0-Szenarien realisieren lassen.

Ein besonderer Übergang zwischen den Phasen des Lebenszyklus' technischer Komponenten ist bei Planungsdaten und Daten des operativen Betriebs gegeben. Der SemAnz40-Demonstrator zeigt diesen Übergang am Beispiel automatisierungstechnischer Geräte einer Produktionsanlage, die in der Planungsphase aus dem R&I-Fließbild abgeleitet, dann beschafft, installiert und im operativen Betrieb verwendet werden. Mit einem „Value Based Service“ (einer anlagenbezogene Dienstleistung) lassen sich die Eigenschaften der geplanten und der tatsächlich verbauten Geräte vergleichen.

Anlagenbezogene Dienstleistungen

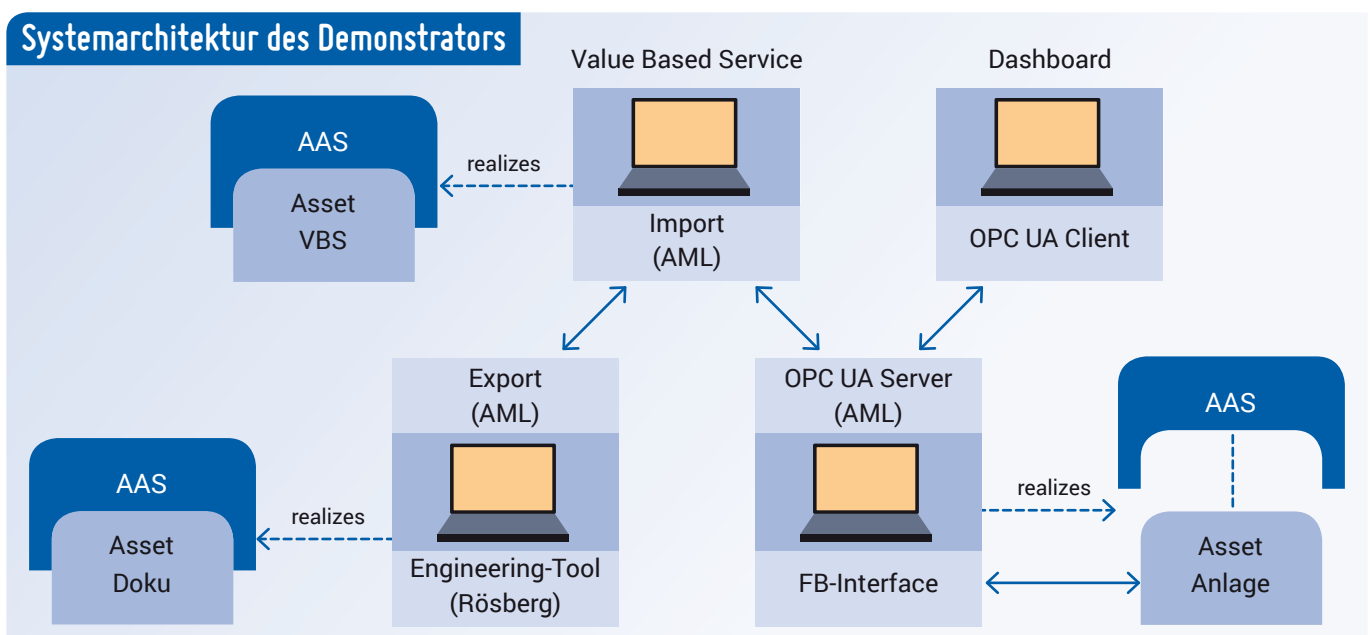
Hierzu dient ein Anlagenausschnitt, in dem Feldgeräte z. B. Druck und Temperatur ermitteln. Die Feldgeräte sind über ein Feldbusprotokoll mit einer Steuerung verbunden. Über einen zusätzlichen Zugang werden die Feldbus-Geräteparameter ausgelesen.

Die aus dem Eigenschaftsmodell der realisierten Anlage ausgelesenen Eigenschaften können ohne Konfigurationsaufwand mit denen des Planungsmodells der Anlage verglichen werden, da sowohl die Planungsdaten als auch die realen Gerätedaten der gleichen ID semantisch annotiert werden. Für einen Vergleich müssen die AT-Geräte aus beiden Modellen korrekt einander zugeordnet sein. Dazu werden die Komponenten in das Systemmodell eingeordnet. Den Vergleich nimmt ein Service-Tool vor.

Für das Modell werden die benötigte Funktionalität der Beispielanlage und ein R&I-Fließbild definiert. Als Grundlage dafür wird eine formalisierte Prozessbeschreibung entworfen, die die Edukte und Produkte, die für ihre Transformation nötigen Prozessoperatoren und die benötigten technischen Ressourcen enthält. Anschließend werden aus digital zugänglichen Quellen die Detailsigenschaften der Komponenten recherchiert, die im Modell abgebildet werden sollen.

Mit den so gewonnenen Planungsunterlagen wird die Anlage instrumentiert und das Gerüst für das Modell der realisierten Anlage abgeleitet. Planungs- und Realisierungsmodell werden von der SemAnz40-Schnittstelle des Engineering-Tools ProDOK (AutomationML) und der aus dem AutomationML-Modell generierten SemAnz40-Schnittstelle der Anlage (OPC UA) zur Verfügung gestellt und im Service-Tool zusammengeführt. Der OPC UA-Server der Anlage bietet Zugriff auf statische und dynamische Informationen und stellt eine Verwaltungsschale in einem übergeordneten IT-System für eine Gesamtanlage dar. Über die Benutzerschnittstelle des Service-Tools lassen sich Abweichungen zwischen Soll- und Ist-Implementierung der Anlage (as-required vs. as-built) ermitteln. Dies dient als Beispiel eines „Value Based Service“ (anlagenbezogene Dienstleistung).

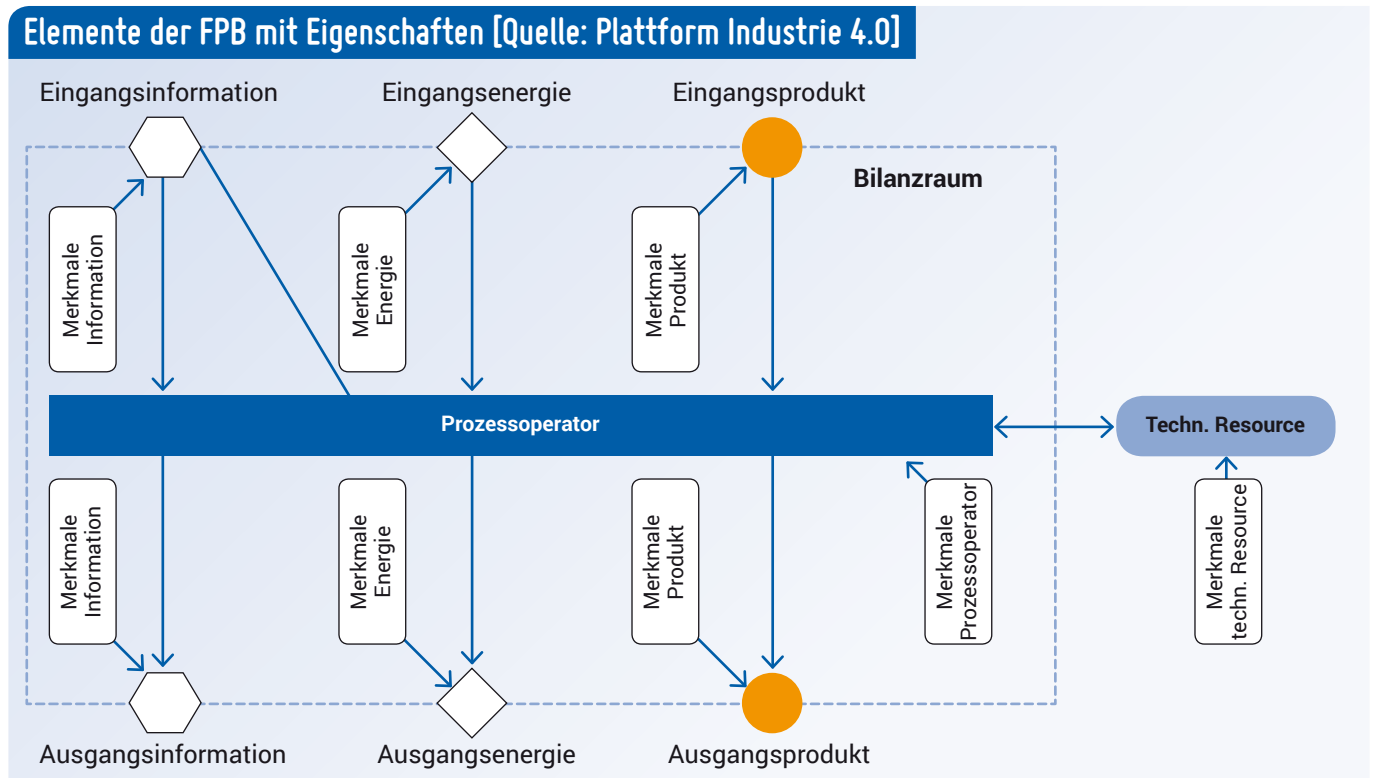
Das Konzept hat sich als geeignet erwiesen, um Systembeschreibungen als Grundlage für den Informationsaustausch in I4.0-Szenarien zu erstellen. In Verbindung mit AutomationML und OPC UA als Schnittstellen-Formate für den Zugriff auf die Modelle bietet es eine geeignete semantische Informationsbasis für derartige Services.



Auftragsgesteuerte Produktion

Die Herstellung von Produkten erfordert den Einsatz verschiedener Produktionsressourcen. Eine auftragsgesteuerte Produktion soll die Verfügbarkeit von Ressourcen kurzfristig an Menge und Art der Aufträge anpassen können. So lassen sich Produktionskapazitäten effizienter einsetzen. Das erfordert eine automatisierte Produktionsplanung, bei der Fertigungsschritte und Produktionsmittel weitgehend automatisch ausgewählt, konfiguriert und miteinander verknüpft werden. Dazu ist eine digitale Beschreibung des zugrundeliegenden Auftrags genauso notwendig wie eine Selbstbeschreibung der Fähigkeiten einzelner Produktionsmittel. Auch Zulieferteile müssen ihre potentiellen Verwendungszwecke und weitere Eigenschaften virtuell verfügbar machen. Produktionsmittel können auch von externen Anbietern temporär als Dienstleistung in Anspruch genommen werden. So lassen sich Produktionskapazitäten unternehmensübergreifend verknüpfen.

Mit dem Modellierungskonzept von SemAnz40 können die dafür nötigen digitalen Repräsentationen von benötigten Teilen, Zwischen- und Endprodukten sowie der durchzuführenden Prozesse und technischen Ressourcen erstellt werden.



Wurde die Funktionalität der Beispielanlage durch die formalisierte Prozessbeschreibung (FPB) definiert und im Funktionsmodell abgebildet und auf dieser Grundlage Struktur- sowie Verhaltensmodell angelegt (Systemmodell), können für die jeweiligen Träger der Eigenschaften des Systemmodells – hier in Form von Merkmalen – die im Eigenschaftsmodell abzubildenden Detail-Eigenschaften aus digital zugänglichen Quellen recherchiert werden. Anschließend werden die Elemente der jeweiligen Modelle unter Verwendung des Eigenschaftsmodells weiter verfeinert und semantisch angereichert, um die Anforderungen der jeweiligen Merkmalsträger bzw. deren Zusicherungen eindeutig zu spezifizieren.

So kann jedem Element des Funktionsmodells (Produkt, Energie, Information, Prozess und technische Ressource) im Eigenschaftsmodell ein Satz an Merkmalen zugeordnet werden.

Auf Grundlage dieser SemAnz40-konformen digitalen Repräsentation aller für den Produktionsprozess relevanten Aspekte (Produkt, Prozess, Ressource) in semantisch eindeutiger Form lassen sich eine auftragsgesteuerte Produktion ableiten und Produktionskapazitäten unternehmensübergreifend verknüpfen.

Ein Beispiel aus der Praxis: Rösberg Engineering

Durchgängiger Datenfluss von Planung bis Betrieb

Der Begriff „made in Germany“ gilt heute weltweit als Garant für hohe Qualität und bietet oft den entscheidenden Wettbewerbsvorteil. Aber Deutschland ist ein Hochlohnland. Daher müssen Hersteller auch an der Effizienzschraube drehen, um international „die Nase vorn“ zu haben. Automatisierung spielt hier eine große Rolle. Aber auch Standardisierung und Normierung sind Schlüssel zum Erfolg. Allerdings nützen Normen, Richtlinien und Arbeitsempfehlungen nichts, wenn sie nur Theorie bleiben. Sie müssen in die Praxis vieler Teilnehmer umgesetzt werden.

Anlagenplanung – Kreislauf statt linearer Prozess

Wird eine neue Anlage oder ein neuer Anlagenteil gebaut, werden Planung und Realisierung entlang der Kette Vorplanung, Basisplanung, Ausführungsplanung und Inbetriebnahme immer konkreter. Um die Time-to-Market zu verkürzen, finden diese Schritte heute aber oft nicht nacheinander, sondern parallel statt. Sprich: Die Ausführungsplanung startet bereits, bevor die Basisplanung abgeschlossen ist. Die Kommunikation an den entsprechenden Schnittstellen wird daher immer wichtiger.

Drei Namur-Empfehlungen für die Anlagenplanung

Im Wesentlichen schaffen heute drei Namur-Empfehlungen (NE) die Voraussetzungen dafür, dass Anlagenbetreiber während des kompletten Prozesses der Anlagenplanung herstellerunabhängig das für den jeweiligen Anwendungsfall geeignete Entwicklungstool bzw. die am besten passende Komponente oder Steuerungslösung wählen können: die NE159, NE100 (mit IEC61987 und eCl@ss) sowie die NE150. Diese Empfehlungen werden ergänzt von DEXPI (Data Exchange in the Process Industry).

Die Anlagenentwicklung beginnt im ersten Schritt mit der R&I (Rohrleitungs- und Instrumentierungs)-Planung. Rohrleitungen und Instrumente werden geplant und sollen im nächsten Schritt – der verfahrenstechnischen Planung – näher spezifiziert werden. DEXPI soll hier als standardisierte Schnittstelle einen fehleranfälligen Datenaustausch vermeiden. Die derzeit noch in Entwicklung befindliche NE159 kann dann an der Schnittstelle zwischen VT (Verfahrenstechnische)-Planung- und PLT (Prozessleittechnische)-Planung ihre Stärken ausspielen. Diese Empfehlung soll Anforderungen an eine praxistaugliche, herstellerunabhängige und teilautomatisierte Schnittstelle für den bidirektionalen Datenaustausch zwischen Engineering-Systemen für die VT- und für die PLT-Planung formulieren.

Auf der Basis der NE100 hat sich der internationale Standard IEC 61987 zur Beschreibung der Merkmale von PLT-Geräten (Sensoren, Aktoren usw.) entwickelt. Die NE100 beschreibt die automatisierte Datenübergabe zwischen den Systemen des Betreibers und des Lieferanten. Sie kommt an der Schnittstelle zwischen Ausführungsplanung und Inbetriebnahme zum Einsatz, also konkret bei Geräteplanung und -beschaffung. Mit ihr lassen sich bereits in der Angebotsphase einzelne Komponenten technisch besser vergleichen. Die Optimierung der Datenintegration für erhöhte Effizienz von der Planung über die Beschaffung bis hin zur Instandhaltung ist ein weiteres Argument, das für den Praxiseinsatz der NE100 spricht. Und natürlich erhöht sich dank der Standardisierung auch die Datenqualität.

Die NE150 schließlich ist eine standardisierte Schnittstelle zum Austausch von Engineering-Daten zwischen CAE-System und PLS (Prozess-Leitsystem)-Planung-Engineering-Werkzeugen.

Anwender in der Pflicht

In der industriellen Anwendung zeigt sich der Vorteil von Standardisierung etwa bei einem Trend der Branche: Für eine schnellere Time-to-Market werden Prozessschritte im Engineering nicht nur parallel abgehandelt, die bislang seriell stattfanden, sondern es wird vermehrt auch auf Modularisierung gesetzt.

Die Anwender profitieren von der Standardisierung, weil sie dadurch die freie Wahl aus den am Markt verfügbaren Komponenten haben und herstellerunabhängig werden. Für sie bringt die einfache Vergleichbarkeit von Produkten ebenso Nutzen wie die erhöhte Anlagenqualität dank durchgängigem Datenfluss vom ersten Planungsschritt bis zum Anlagenbetrieb sowie die verbesserte Effizienz. Daher überrascht es nicht, dass der Karlsruher Automatisierungsexperte Rösberg beim PLT-CAE-System ProDOK alle beschriebenen Namur-Empfehlungen implementiert hat.



Prof. Fay



Prof. Diedrich

„Die Notwendigkeit, IT-Systeme auf gemeinsamem Begriffsverständnis aufzubauen, auch unternehmensübergreifend, wird zunehmend erkannt“

Hinter dem Projekt SemAnz40 stehen – neben den Projektpartnern Rösberg Engineering und eCl@ss – vor allem die renommierten Institute für Automatisierungstechnik der Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg und der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Deren Institutsleiter, Prof. Dr.-Ing. Alexander Fay und Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich, geben im Interview interessante Einblicke in die Projektarbeit bei SemAnz40.

Herr Prof. Fay, Herr Prof. Diedrich, was war die Motivation, das SemAnz40-Projekt überhaupt durchzuführen? Gibt es nicht bereits diverse Standards in der Industrie zur kooperativen Zusammenarbeit in technischen Systemen?

Prof. Fay: „In der Tat gibt es dafür viele Standards – vielleicht schon zu viele. Die Normungsroadmap der DKE zu Industrie 4.0 listet zahlreiche Normen und Standards auf, die dafür grundsätzlich relevant sind. Der Anwender fragt sich: Welche dieser Standards sind jetzt konkret relevant und nützlich, wenn ich eine Industrie 4.0-Anwendung realisieren will? Das sind ja im konkreten Anwendungsfall typischerweise nur zwei oder drei. Wir haben uns daher im Projekt ‚SemAnz40‘ zum Ziel gesetzt, für typische Anwendungsszenarien konkrete Lösungen aufzuzeigen, die jeweils auf besonders dafür geeigneten Standards basieren. Dabei haben wir auf vier von der Plattform Industrie 4.0 erarbeitete Anwendungsszenarien fokussiert.“

Prof. Diedrich: „Die Vielfalt der Standards und deren jeweils breiter Anwendungsbereich macht es schwierig, interoperable Lösungen zu finden. Es gilt vielmehr darum, sowohl eine Auswahl von Standards und – was noch wichtiger ist – eine Auswahl von Konzepten und Modellen der Standards für die I4.0 Use Cases auszuwählen. Dabei entstehen Lösungsszenarien, in denen sich die Teile der Standards zusammenfügen und Fehlstellen offenbar werden. Diesen Aufgaben hat sich das Projekt gestellt.“

Ist den Unternehmen heute überhaupt schon die Bedeutung von Semantik und Ontologie für die formalisierte Prozessbeschreibung bewusst?

Prof. Diedrich: „Die Begriffe Ontologie und Semantik sind wie das Farbspiel eines Chamäleons. Sie wandeln sich bei der Verwendung. Deshalb muss man feststellen, dass auch bei vorhandenem Bewusstsein des Problems noch nicht konvergierend in den Unternehmen gehandelt wird. Zum Beispiel bei den Stammdaten wird allzu oft immer noch ein eigenes Begriffsgebäude gebaut und damit der babylonischen Vielfalt eine weitere Sprache hinzugefügt. In SemAnz40 soll gezeigt werden, dass mit einer digitalen Behandlung von Merkmal- und Parameterdaten ein sehr wichtiger Schritt gegangen wird.“

Prof. Fay: „Wer eine Software-Anwendung erstellt, hat die Semantik der Objekte und Attribute, die darin informationstechnisch verarbeitet werden, im Kopf. Er benötigt zunächst keine semantischen Festlegungen. Wenn aber IT-Systeme, die nicht ‚aus einer Hand‘ kommen, miteinander arbeiten und Informationen austauschen sollen, kommen unterschiedliche Informationshaushalte zusammen, in denen Gleiches unterschiedlich bezeichnet wird. Da werden dann oft ad-hoc ‚Mapping-Tabellen‘ erstellt, die die Begriffe einander zuordnen. Bei großen Anwendungen und vielen Teilnehmern wird das sehr aufwändig. Die Notwendigkeit, IT-Systeme auf gemeinsamem Begriffsverständnis aufzubauen, auch unternehmensübergreifend, wird daher zunehmend erkannt. Die Plattform Industrie 4.0 der Bundesministerien für Wirtschaft und Energie sowie Bildung und Forschung hat in ihrem Ergebnispapier ‚Aspekte der Forschungs-Roadmap‘ deutlich Position bezogen: Semantik und Modelle für Industrie 4.0 ist ein vorrangiges Forschungsthema für die Umsetzung der Anwendungsszenarien Industrie 4.0. In der DKE-Normungs-Roadmap steht dazu: ‚Die detaillierte Festlegung von Begrifflichkeit und Syntax ist eine Grundvoraussetzung für die Interoperabilität. Für den Erfolg von Industrie 4.0 ist die Verfügbarkeit von genormten Merkmalbibliotheken, Elementbibliotheken oder Beschreibungssprachen von Geräten und Funktionsbausteinen und Dienste-Bibliotheken eine wesentliche Voraussetzung.‘ Das ist inzwischen Konsens in der Wirtschaft und Industrie.“

Was waren die größten Herausforderungen bei der Erarbeitung des Datenmodells? Gab es Schwierigkeit bei der Identifizierung geeigneter, bestehender Standards?

Prof. Fay: „Die Projektpartner hatten bereits im Vorfeld Untersuchungen angestellt und herausgearbeitet, dass es insbesondere darauf ankommt, von Systemen die Funktionen, die Struktur und das Verhalten zu beschreiben. Es musste also ein

Beschreibungsmittel gefunden werden, mit dem diese Systemaspekte in einem gemeinsamen Modell abgebildet werden können, verknüpft und nicht einfach nur nebeneinander. Und wir hatten herausgearbeitet, dass die Beschreibung der Eigenschaften eines Systems mit Hilfe von Merkmalen ein Grundgedanke ist, der über alle Anwendungsszenarien trägt. Aus diesen Erkenntnissen heraus wurden die Informations-Metamodelle entwickelt und die besonders relevanten, weil universell einsetzbaren Standards ausgewählt.“

Prof. Diedrich: „Die ausgewählten Standards waren von Anfang an klar. Das hat die Analyse im Vorfeld der Beantragung bereits erbracht. Schwierig ist es, die Übergänge zwischen den Standards entlang der Use Cases zu finden. Integration ist hier das Stichwort.“

Welche Bedeutung haben die Ergebnisse von SemAnz40 für relevante Gremien wie die Plattform Industrie 4.0, IEC, ZVEI SG2, usw.? Welche Aufmerksamkeit würden Sie sich wünschen?

Prof. Diedrich: „Das Projekt hat durch Vorträge in den benannten Gremien bereits eine gewisse Aufmerksamkeit erfahren. Es ist jedoch festzustellen, dass oft bei der Bewertung nicht der gesamte Lebenszyklus über viele Komponenten eines Automatisierungssystems betrachtet wird. Dadurch wird die Auswirkung der eigenen Lösungen für andere nicht so sehr betrachtet. Die Systemintegratoren müssen dann oft eine Menge Adapter einbringen.“

Prof. Fay: „Die Ergebnisse von SemAnz40 zeigen auf, wie die Anwendungsszenarien der Plattform Industrie 4.0 realisiert werden können, und ergänzen damit die eher konzeptionellen Empfehlungen der Plattform Industrie 4.0. Naturgemäß sind Verbände zur Neutralität verpflichtet. Wir konnten im Projekt weiter gehen und Empfehlungen für die Nutzung bestimmter Standards geben. Diese können nun als Hilfestellung all denen dienen, die Industrie 4.0-Anwendungen realisieren wollen. Erfolgreiche Industrie 4.0-Anwendungen können beispielsweise auf der Industrie 4.0-Anwendungs-Landkarte der Plattform Industrie 4.0 veröffentlicht werden. Gern sind wir Projektpartner bereit, Unternehmen, die Industrie 4.0-Anwendungen entwickeln wollen, dabei zu unterstützen.“

Ist das entwickelte Datenmodell so offen konstruiert, dass weitere Standards zukünftig integriert werden können?

Prof. Diedrich: „Ja, das ist gegeben, da dies genau das Konzept von AutomationML ist.“

Wie wird gewährleistet, dass die Forschungsergebnisse in der Anwendung skalierbar sind sowohl für große Unternehmen, aber auch kleine und mittlere Unternehmen?

Prof. Diedrich: „Die Grundregel, ein Gerät oder eine Anlage immer auf der Basis von Merkmalen zu beschreiben, ist ein nicht skalierbarer Ansatz. Die Skalierung ergibt sich aus dem Umfang der Funktions-, Struktur- und Verhaltensmodelle. Somit können Unternehmen – egal ob Konzerne oder KMU – SemAnz40 für ihre Prozesse einsetzen.“

Herr Prof. Fay, Herr Prof. Diedrich, herzlichen Dank für das Gespräch!

Projektresümee und Ausblick

Informationskategorien und Merkmals-Quellen für Anwendungsfälle und Wertschöpfungsketten der Industrie 4.0 identifizieren – und zwar in enger Abstimmung mit einschlägigen Gremien: Das war der Ausgangspunkt von SemAnz40. Als Ergebnis liegen nun Lösungen vor, wie sich alle Kategorien von Informationen in bestehenden Standards abbilden lassen. AutomationML, OPC UA und eCl@ss sind besonders geeignet für den Informationsaustausch.

Seine Praxistauglichkeit hat das Datenmodell auf der HannoverMesse 2017 bewiesen: Ein Demonstrator realisierte und evaluierte dort Lösungen mit existierenden Werkzeugen – auf Basis von SemAnz40.

In den vergangenen 18 Monaten haben die Projektpartner aus Forschung und Industrie gezeigt, wie Anwendungsfälle von Industrie 4.0 mit den von der DKE-Normungs-Roadmap Industrie 4.0 empfohlenen deutschen und internationalen Standards mit eindeutiger Datensemantik realisiert werden können.

Das SemAnz40-Modellierungskonzept bietet nun eine universelle Sprache zur branchenübergreifenden Kommunikation von Systemen und Objekten. Es beschreibt mit einheitlichem Vokabular, wie Informationen strukturiert, beschrieben, abgelegt und weitergegeben werden. SemAnz40 liefert so eine semantische Basis für die privatwirtschaftliche Entwicklung von Produkten und Prozessen für Industrie 4.0.

Die Rückmeldungen von Industrieunternehmen sind positiv. Die Ergebnisse wurden auch mit kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) diskutiert. Diese können ebenfalls mit SemAnz40 ihre Produkte und Dienstleistungen für Industrie 4.0 „ertüchtigen“ oder neue Produkte und Dienstleistungen entwickeln.

Daneben hat das Projekt Lücken in der Normungslandschaft aufgedeckt. Sie werden nun gemeinsam mit den zuständigen Gremien geschlossen, um Anwendungsfälle umfassend mit SemAnz40 abzudecken.

Wir freuen uns auf eine gemeinsame Zukunft!

Kurzportraits der vier Projektpartner



HELMUT SCHMIDT
UNIVERSITÄT
Universität der Bundeswehr Hamburg

Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg, Institut für Automatisierungstechnik

Der Schwerpunkt der Arbeit der Professur für Automatisierungstechnik am gleichnamigen Institut liegt auf der Entwicklung von Beschreibungsmitteln, Methoden und Werkzeugen für ein durchgängiges Engineering von automatisierten Systemen. Dabei werden Synergien zwischen den Anwendungsfeldern Produktion, Logistik, Energietechnik und Gebäudetechnik identifiziert und genutzt. Methodische Schwerpunkte sind Wissensbasierte Systeme, Model-based Engineering, Model-driven Engineering, Autonome Agenten zur Dezentralen Steuerung, Prozessmodellierung und Bildverarbeitung. Durch Zusammenarbeit mit Unternehmen und Verbänden (VDI/VDE-GMA, NAMUR, VDMA etc.) werden die Forschungsergebnisse in die Praxis überführt.



Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Lehrstuhl „Integrierte Automation“ (LIA)

Der Lehrstuhl „Integrierte Automation“ (LIA) der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg behandelt Fragen der Automatisierung der industriellen Produktion und von Produkten im Spannungsfeld zwischen Geräte- und Produktionstechnik. Schwerpunkte des LIA sind Engineeringmethoden für Automatisierungssysteme, Informations- und Wissensmanagement, formalisierte Struktur- und Verhaltensbeschreibungen sowie Geräte- und Produktdatenbeschreibung. Alle Konzepte beruhen auf modellbasierten Ansätzen, bei denen Wissens-/Informationsmodellierung und insbesondere semantische Modelle und maschinelles Lernen auf neuronaler und symbolischer Basis eine wichtige Rolle spielen. Der Lehrstuhl begleitet das Gebiet der Geräteintegration in den operativen und planerischen Phasen der Automatisierungssysteme in Forschung und entsprechenden Gremien seit vielen Jahren. Vertreter des LIA sind unter anderem in den IEC-Gremien für Electronic Device Description Language (EDDL), Field Device Tools (FDT) und Field Device Integration (FDI), in GMA-Fachausschüssen, in Arbeitskreisen der Plattform I4.0, im wissenschaftlichen Beirat von eCl@ss sowie in den Unterkomitees „Allgemeine Grundlagen“, „Systemaspekte“ und „Kommunikation“ der DKE aktiv. Damit begleitet der Lehrstuhl ein breites Spektrum der automatisierungsbezogenen Standardisierung.



Process Automation & IT Solutions

Rösberg Engineering GmbH, Karlsruhe

Rösberg Engineering GmbH ist ein international erfolgreicher Automatisierer und Entwickler von Softwarelösungen. 1962 in Karlsruhe gegründet, bietet das Unternehmen mit rund 100 Mitarbeitern an fünf Standorten in Deutschland und in China Automatisierungslösungen nach Maß für international agierende Unternehmen der Prozessindustrie. Zum Leistungsspektrum gehört das Basic- und Detail-Engineering für die Automatisierung prozess- und fertigungstechnischer Anlagen sowie die Konfiguration, Lieferung und Inbetriebnahme von Prozessleitsystemen. RÖSBERG verfügt über umfangreiche Projektierungs- und Anwendererfahrung beim Einsatz sicherheitsgerichteter Steuerungen und ist Experte für funktionale Sicherheit. Zudem bietet RÖSBERG branchenspezifische Softwarelösungen für Informationstechnik an. Mit dem PLT-CAE-System ProDOK NG ist RÖSBERG seit über 25 Jahren international erfolgreich. Unter dem Namen Plant Solutions begleiten ProDOK NG, die digitale Anlagendokumentation LiveDOK NG samt der App LiveDOK.mobile und der Plant Assist Manager (PAM) Anlagen während der gesamten Betriebszeit von Planung, Bau, Inbetriebnahme, Modernisierung, Erweiterung bis hin zur Stilllegung.



CLASSIFICATION AND PRODUCT DESCRIPTION

eCl@ss e. V., Köln

Der eCl@ss e.V. wurde am 14. November 2000 von 12 großen Unternehmen der deutschen Wirtschaft gegründet. Ziel der Gründungsunternehmen war es, Procurementprozesse durch Vereinheitlichung von Warengruppenstruktur und Beschreibung von Produkten zu vereinfachen. Heute hat der eCl@ss e.V. rund 140 Mitglieder aus Wirtschaft, Verbänden und öffentlichen Einrichtungen sowie ca. 3500 Nutzer des Standards weltweit. eCl@ss unterhält neben der Hauptgeschäftsstelle in Deutschland (im Institut der deutschen Wirtschaft Köln) internationale Geschäftsstellen in China, Frankreich, Österreich und BENELUX. eCl@ss bietet seinen Mitgliedern und Nutzern einen transparenten Release-Prozess, in dem Klassifikationsstrukturen und beschreibende Merkmale von Fachleuten weiterentwickelt und jährlich in einer neuen, abwärtskompatiblen Version veröffentlicht werden. Erarbeitet werden sie nach festgelegte Kriterien und Regeln, wie die Berücksichtigung nationaler und internationaler Normen für die Strukturen, Merkmalsdefinitionen und Werte (ISO 13584-42 / IEC61360), Mehrsprachigkeit, Eignung für ein ganzheitliches Produktdatenmanagement (PDM), weltweite Verfügbarkeit und die Mitwirkungsmöglichkeit aller Interessierten bei der Weiterentwicklung des Standards über das eCl@ss-CDP (Content Development Platform).

Herausgeber und verantwortlich für den Inhalt



HELMUT SCHMIDT
UNIVERSITÄT

Universität der Bundeswehr Hamburg

Institut für Automatisierungstechnik
Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg
Prof. Dr.-Ing. Alexander Fay
Holstenhofweg 85, 22043 Hamburg
E-Mail: alexander.fay@hsu-hh.de
Web: www.hsu-hh.de/aut

Autoren:

ALEXANDER FAY, CONSTANTIN HILDEBRANDT, ANDRÉ SCHOLZ, Helmut-Schmidt-Universität Hamburg
CHRISTIAN DIEDRICH, TIZIAN SCHRÖDER, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg
MARTIN DUBOVY, Rösberg Engineering
CHRISTIAN ECK, RALF WIEGAND, eCl@ss e.V.

www.semanz40.de