

ERGEBNISPAPIER



Struktur der Verwaltungsschale

Fortentwicklung des Referenzmodells für die Industrie 4.0-Komponente

In Kooperation mit



Diese Publikation ist ein Ergebnis der AG Referenzarchitekturen, Standards und Normung in Kooperation mit dem ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft
und Energie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwi.de

Redaktionelle Verantwortung

Plattform Industrie 4.0
Bertolt-Brecht-Platz 3
10117 Berlin

Gestaltung und Produktion

PRpetuum GmbH, München

Stand

April 2016

Druck

Spreedruck Berlin GmbH

Bildnachweis

Festo AG & Co. KG (Titel)

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Nicht zulässig ist die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben von Informationen oder Werbemitteln.



Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ist mit dem audit berufundfamilie® für seine familienfreundliche Personalpolitik ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von der berufundfamilie gGmbH, einer Initiative der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.



Diese und weitere Broschüren erhalten Sie bei:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Referat Öffentlichkeitsarbeit
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
www.bmwi.de

Zentraler Bestellservice:
Telefon: 030 182722721
Bestellfax: 030 18102722721



Inhalt

1. Vorbemerkungen	5
1.1 Redaktionelle Vermerke	6
1.2 Zielsetzung und Methodologie dieses Ergebnis-papiers	6
2. Relevante Inhalte aus verschiedenen Quellen	7
2.1 Das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0)	8
2.2 Industrie 4.0-Komponente in der Umsetzungsstrategie April 2015	8
2.3 Auswertung ausführlicher Anwendungsszenarien	10
2.3.1 Anwendungsszenarien aus der ZVEI SG „Strategie & Use-Cases“	10
2.3.2 Anwendungsszenario „Selbstopтимierung“	10
2.3.3 Konsequenzen für die Struktur der Verwaltungsschale	12
2.4 Digitale Fabrik	13
2.5 Schachtelbarkeit	14
2.6 Semantische Netzwerke	14
2.7 IEC 61360 Merkmale	15
2.8 Betrachtung verschiedener Mengen von Merkmalen	18
3. Struktur der Verwaltungsschale	22
3.1 Sichten	23
3.2 Anforderungen an die Verwaltungsschale	24
3.3 Klassen von Merkmalen	26
3.4 Anforderungen an einzelne Informationselemente	26
3.5 Grobstruktur der Verwaltungsschale	28
3.6 Gegenstandsstruktur	29
3.7 Kompatibilität mit der digitalen Fabrik	30
3.8 Identifikatoren	31
3.8.1 Ausgangssituation	31
3.8.2 Festlegung von Identifikatoren	31
3.8.3 Sichere Wertschöpfungsnetzwerke	32
3.8.4 Mittelbare Zuordnung weiterer Identifikatoren	32
3.8.5 Best Practices für Identifikatoren für Gegenstände und Verwaltungsschalen	32

4. Methodologie zur verteilten Formulierung von I4.0-Teilmodellen	33
4.1 Formulierung eines I4.0-Teilmodells auf der Basis eines existierenden Standards.....	34
4.2 Agiler Ansatz zur Identifikation neuer Inhalte.....	37
Literatur/Anhang	39
Literatur.....	40
Anhang A: Best Practices für Identifikatoren für Gegenstände und Verwaltungsschalen.....	40
1. Einleitung.....	40
2. Wer braucht eine Identifikation?.....	40
3. Grundsätze.....	41
4. Informationen für die Identifikation.....	41
5. Technische Umsetzung.....	43
Anhang B: Leichtgewichtiger Ansatz zur Standardisierung von Vokabularen für semantische Interoperabilität.....	45
1. Einleitung.....	45
2. Anforderungen der kollaborativen Vokabularentwicklung.....	45
3. VoCol – Leichtgewichtige Entwicklung von Vokabularen.....	47

Autoren

- Dr.-Ing. Peter Adolphs, Pepperl + Fuchs GmbH
- Prof. Dr. Sören Auer, Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS
- Dr. Heinz Bedenbender, VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)
- Meik Billmann, ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.
- Martin Hankel, Bosch Rexroth AG
- Roland Heidel, Roland Heidel Kommunikationslösungen e.K.
- Dr.-Ing. Michael Hoffmeister, Festo AG & Co. KG
- Haimo Huhle, ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.
- Michael Jochem, Bosch Rexroth AG
- Markus Kiele-Dunsche, Lenze SE
- Gunther Koschnick, ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.
- Dr. Heiko Koziolok, ABB AG
- Lukas Linke, ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.
- Reinhold Pichler, DKE – Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Frankfurt am Main
- Frank Schewe, PHOENIX CONTACT Electronics GmbH
- Karsten Schneider, Siemens AG
- Bernd Waser, Murrelektronik GmbH

1. Vorbemerkungen

1.1 Redaktionelle Vermerke

Zentrales Thema in der Industrie 4.0 ist die Standardisierung digitaler Produktionsprozesse. Denn sie ist Grundlage für eine funktionierende und einheitliche „Sprache“ vernetzter Komponenten. Um diese in Deutschland und auch international zu etablieren, koordiniert die Plattform Industrie 4.0 die Entwicklung dieser Standards und verantwortet sie in neuen innovativen Standardisierungsprozessen.

Als Teil ihrer Arbeit hat die Arbeitsgruppe „Referenzarchitekturen, Standards und Normung“ (AG 1) der Plattform Industrie 4.0 das vorliegende Ergebnispapier veröffentlicht. Insbesondere für die Entwicklung des RAMI 4.0-Modells und der Industrie 4.0-Komponente hat der ZVEI in enger Abstimmung mit der AG 1 die Unterarbeitsgruppe SG „Modelle und Standards“ gebildet, die in den vergangenen Monaten daran gearbeitet hat, die Struktur der Verwaltungsschale zu entwickeln und mit diesem Dokument zu veröffentlichen.

Das Ergebnispapier beruht auf Inhalten, die durch die SG „Modelle und Standards“ diskutiert wurden. Das Ergebnispapier ist so gestaltet, dass es inhaltlich und strukturell an die bereits in der Umsetzungsstrategie im April 2015 veröffentlichten Inhalte zur Industrie 4.0-Komponente anschließt. Die im April 2016 veröffentlichte DIN SPEC 91345 fasst diese und die aktuellen Inhalte auch noch einmal zusammen.

Dieses Dokument gibt Anforderungen vor, die ein Leitbild für eine IT-Spezifikation und eine Umsetzung sein können. Für die bessere Lesbarkeit wird bei zusammengesetzten Begriffen konsequent die Abkürzung „I4.0“ für „Industrie 4.0“ verwendet. Alleinstehend wird weiterhin „Industrie 4.0“ verwendet.

1.2 Zielsetzung und Methodologie dieses Ergebnispapers

Das Ergebnispapier bündelt die technischen Diskussionen der SG „Modelle und Standards“ zur Struktur der eingeführten Verwaltungsschale. Ziel ist es, zwischen den beteiligten Gremien der Plattform einen Konsens zu etablieren und Antworten auf die Fragen zu geben, welche Merkmale, Daten und Funktionen generell in einer Verwaltungsschale abgelegt werden und wie diese repräsentiert werden können. Das Ergebnispapier soll es anderen Beteiligten, etwa dem Fachausschuss VDI/VDE-GMA 7.21, erlauben, IT-Strukturen und IT-Dienste vorzuschlagen. Darüber hinaus soll es alle Interessierten aus Industrie und Forschung dazu befähigen, Vorschläge zu inhaltlichen Teilmodellen zu unterbreiten. Es soll belastbar eine Richtung aufgezeigt werden, in die sich die inhaltliche Diskussion und Standardisierung bezüglich der I4.0-Komponente in den nächsten Monaten bewegen wird. Eine abschließende IT-Spezifikation oder inhaltliche Vorgabe für die Implementierung eines einzelnen Gerätes oder Systems zu leisten ist nicht Ziel dieses Ergebnispapers.

Das Ergebnispapier richtet sich an die Industrien der Fabrik- und Prozessautomatisierung. Begriffe wie „Fabrik“, „Fertigung“ und „Shopfloor“ meinen damit auch die Einrichtungen der prozesstechnischen Industrie.

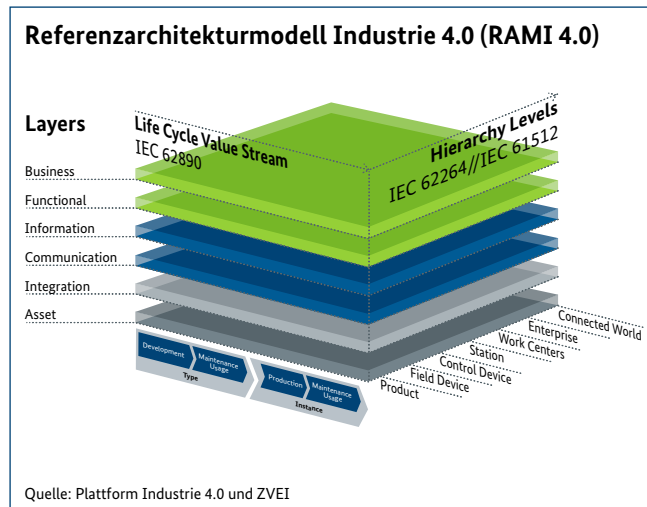


2. Relevante Inhalte aus verschiedenen Quellen

Dieser Abschnitt zeigt, ähnlich wie im Dokument der Version 1 der I4.0-Komponente, wichtige Inhalte aus vorangegangenen Diskussionen oder aus anderen Arbeitskreisen auf. Er soll damit die Vernetzung zu anderen Themen darstellen.

2.1 Das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0)

Das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0) führt die wesentlichen Elemente von Industrie 4.0 in einem dreidimensionalen Schichtenmodell zusammen. Anhand dieses Gerüsts kann Industrie 4.0-Technologie systematisch eingeordnet und weiterentwickelt werden¹. Es besteht aus einem dreidimensionalen Koordinatensystem, das die wesentlichen Aspekte von Industrie 4.0 beinhaltet. Komplexe Zusammenhänge können so in kleinere, überschaubare Pakete aufgegliedert werden.



Bemerkenswert ist unter anderem, dass laut dieser Architektur Definitionen und Daten zu einem Gegenstand an verschiedenen Stellen im Information Layer verortet und gepflegt werden können und müssen. So wird der Hersteller einer Komponente „seine“ Daten auf der Achse „Life Cycle & Value Stream“ im „Type“-Bereich verorten und pflegen. Unabhängig davon existieren dann Daten zu den einzelnen Instanzen der produzierten Komponenten, welche vom

jeweiligen Verwender ebenfalls genutzt, gepflegt oder gar erweitert werden (z. B. um Informationen zu Wartung und Modifikation). Damit erwachsen aus dem RAMI 4.0 zwei Anforderungen:

Anforderung: Die Definitionen und Daten zu einem Gegenstand müssen lebenslang genutzt, gepflegt oder gar erweitert werden können, wenn es der Anwendungsfall erfordert.

Anforderung: Eine Verbindung zwischen „Type“- und „Instance“-Definitionen zu einem Gegenstand sollte lebenslang erhalten werden können².

2.2 Industrie 4.0-Komponente in der Umsetzungsstrategie April 2015

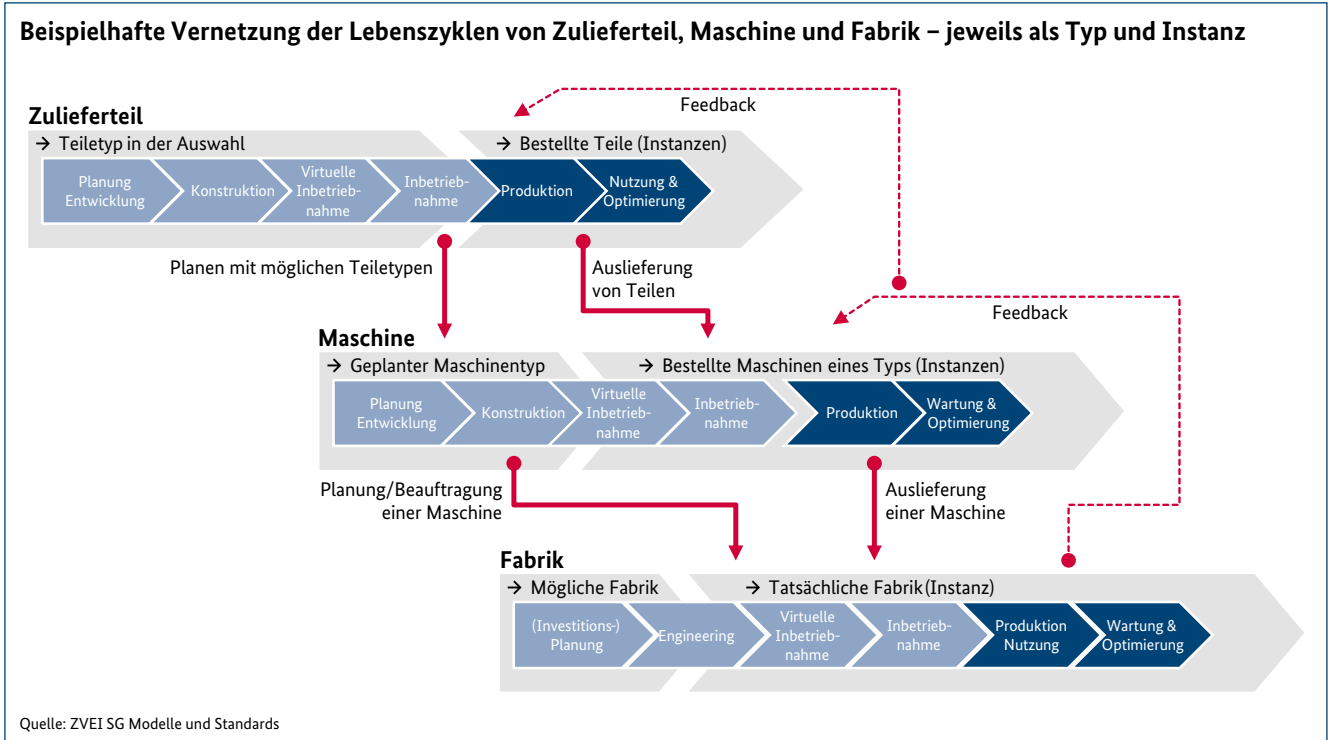
Die I4.0-Komponente wurde in einer ersten Version in der „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0“ der Plattform vom April 2015 vorgestellt. Kernpunkte dieser Vorstellung waren:

- der Aufbau auf die Definitionen der GMA FA 7.21
- die Eignung der I4.0-Komponente für verschiedenste Lebenszyklen bei den unterschiedlichen Partnern eines Wertschöpfungsnetzwerkes (siehe Bild unten)
- die Möglichkeit, die I4.0-Komponente im RAMI 4.0 zu verorten (z. B. auf der Entwicklungsseite, auf der Produktions-/Nutzungsseite, auf verschiedensten Hierarchieebenen)
- die Möglichkeit, die I4.0-konforme Kommunikation sowohl für aktiv als auch passiv angebundene Gegenstände gleichwertig zu betreiben

Die Definition der Verwaltungsschale mit Virtueller Repräsentation und Fachlicher Funktionalität war auch ein zentraler Bestandteil dieser Vorstellung. Die Verwaltungsschale kann sich auf ein oder mehrere Gegenstände beziehen. Als ein wichtiger Teil der Virtuellen Repräsentation wurde das „Manifest“ erwähnt, welches als Verzeichnis der einzelnen Dateninhalte der Virtuellen Repräsentation angesehen werden kann. Damit enthält es auch sogenannte Meta-

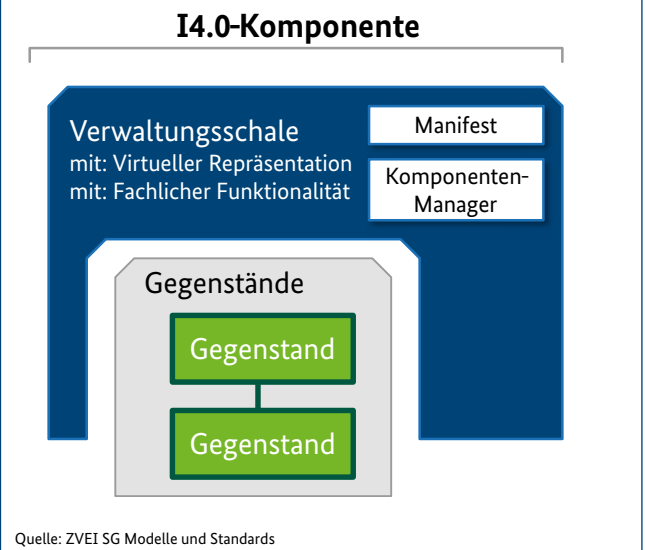
¹ http://www.zvei.org/Downloads/Automation/ZVEI-Faktenblatt-Industrie4_0-RAMI-4_0.pdf

² Die hier angesprochenen Typen und Instanzen beziehen sich ausdrücklich nicht auf das Typ-Instanz-Konzept der Objektorientierten Programmierung, sondern bezeichnen Produkt-Typen und Produkt-Instanzen im Sinne der Automatisierungstechnik. Sie orientieren sich am in RAMI 4.0 vorgestellten Produktlebenszyklus.



Informationen. Es enthält außerdem verpflichtende Angaben zu der I4.0-Komponente, unter anderen zur Verbindung mit den Gegenständen durch die entsprechende Identifikationsmöglichkeit und mit der Security. Die Security-Fähigkeiten eines Gegenstandes müssen konform zu den geforderten Security-Fähigkeiten der Verwaltungsschale sein. Der Komponenten-Manager³ stellt die Verbindung zu den IT-technischen Diensten der I4.0-Komponente dar, mit denen von außen auf die Virtuelle Repräsentation und Fachliche Funktionalität zugegriffen werden kann. Der Komponenten-Manager kann also z. B. eine Service-orientierte-Architektur (SOA) anbinden oder die Verwaltungsschale in ein Repository abbilden.

I4.0-Komponente als Kombination ein oder mehrerer Gegenstände mit einer Verwaltungsschale



3 In den bisherigen Dokumenten wird der Komponenten-Manager als Resource-Manager bezeichnet; dieser soll in Zukunft aber als Komponenten-Manager bezeichnet werden.

2.3 Auswertung ausführlicher Anwendungsszenarien

Die Struktur der Verwaltungsschale soll geeignet sein, die entsprechenden Anwendungsfälle der Industrie 4.0 in geeigneter Weise zu unterstützen. Notwendige Daten, Funktionen und mögliche Security-Anforderungen müssen identifiziert werden, unnötiger Mehraufwand an Definitionen sollte vermieden werden. Anwendungsszenarien werden beispielsweise durch den ZVEI ausgearbeitet; weitere Anwendungsfälle wurden beispielsweise bereits durch die „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“ (Acatech) definiert⁴.

2.3.1 Anwendungsszenarien aus der ZVEI SG „Strategie & Use-Cases“

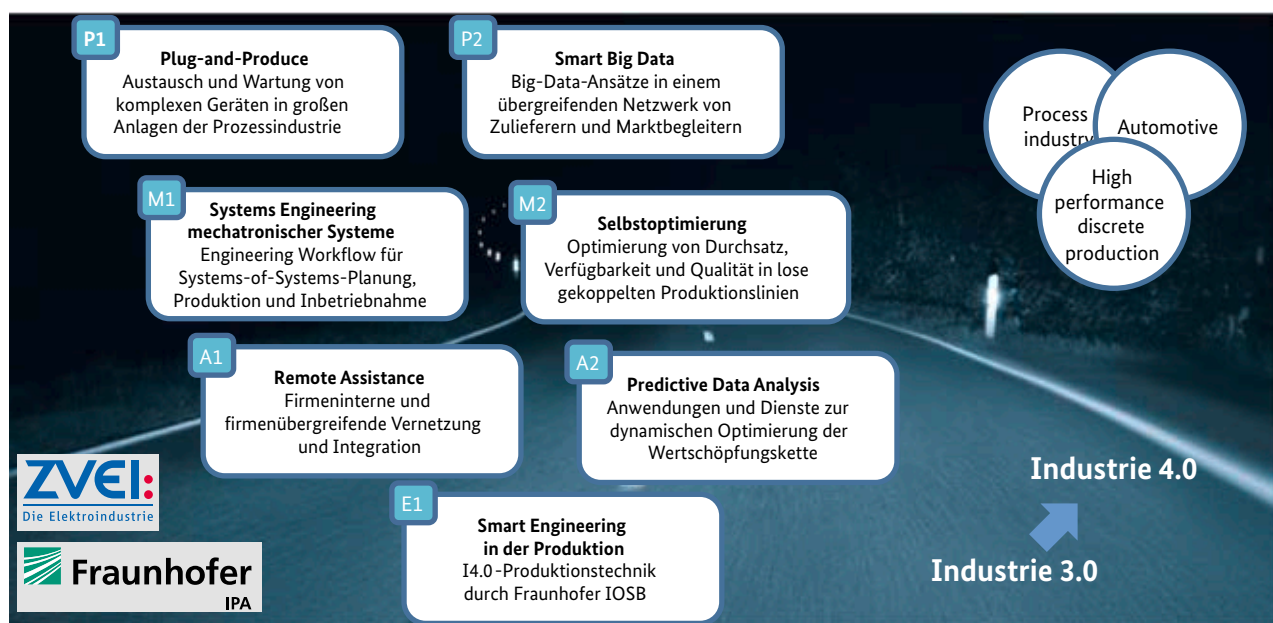
Das Bild unten zeigt die Anwendungsszenarien, wie sie durch den Führungskreis Industrie 4.0 (SG Strategie und Use-Cases) des ZVEI ausgewählt wurden. Die Beschreibung und Vernetzung weiterer Anwendungsszenarien werden von der Plattform Industrie 4.0 und ihrer AG2 koordiniert. Die Anwendungsszenarien des ZVEI beschreiben detailliert

spezifische beispielhafte Anwendungen von Industrie 4.0 in unterschiedlichen Industrien (Fertigungsindustrie, Prozessindustrie, hybride Fertigung). Für jedes der Anwendungsszenarien werden derzeit (August 2015) mehrere Use-Cases in standardisierter Form identifiziert und beschrieben.

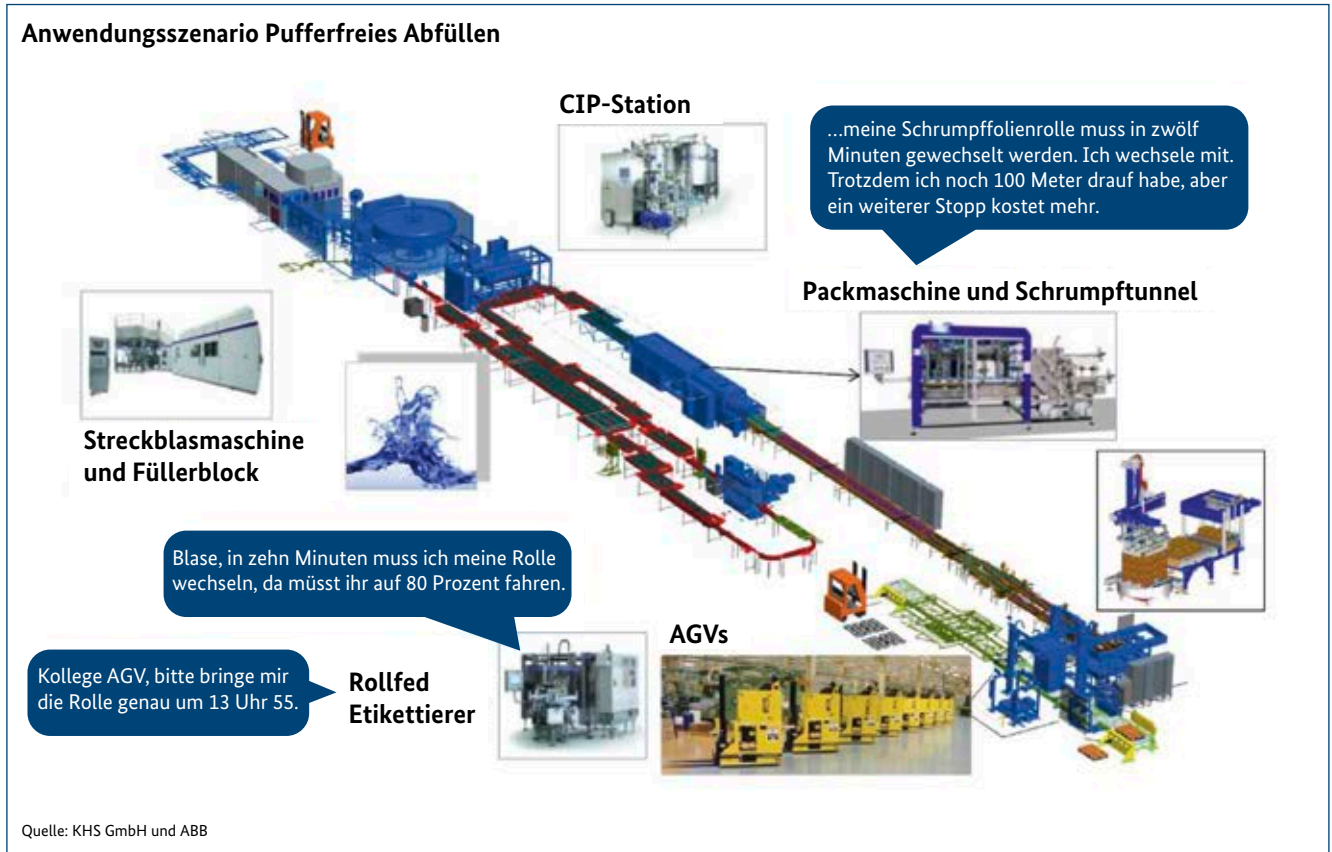
2.3.2 Anwendungsszenario „Selbstoptimierung“

Der Anwendungsfall „Selbstoptimierung“ (auch „Pufferfreies Abfüllen durch M2M-Kommunikation“ genannt, vgl. Plattform I4.0 AG1/AG2) bietet eine Lösung des Problems falsch ausgerichteter Fertigungsstationen in Abfüllanlagen, um die Produktionsflexibilität und -effizienz zu erhöhen. Die Produktion in bestehenden Abfüllanlagen wird in vielen Fällen von einem Produktionsleitsystem gesteuert, das den Produktionsablauf zwischen den einzelnen Stationen optimiert. Betroffene Stationen sind z. B. die Streckblasmaschine, der Etikettierer, der Füllerblock, die CIP-Station, die Packmaschine und die Palettierstationen (vgl. Abbildung Anwendungsszenario Pufferfreies Abfüllen). Die Güter werden mittels Förderbändern und/oder fahrerlosen Transportfahrzeugen zwischen den Stationen befördert.

Anwendungsszenarien des Führungskreises Industrie 4.0 des ZVEI



Quelle: Festo AG & Co. KG



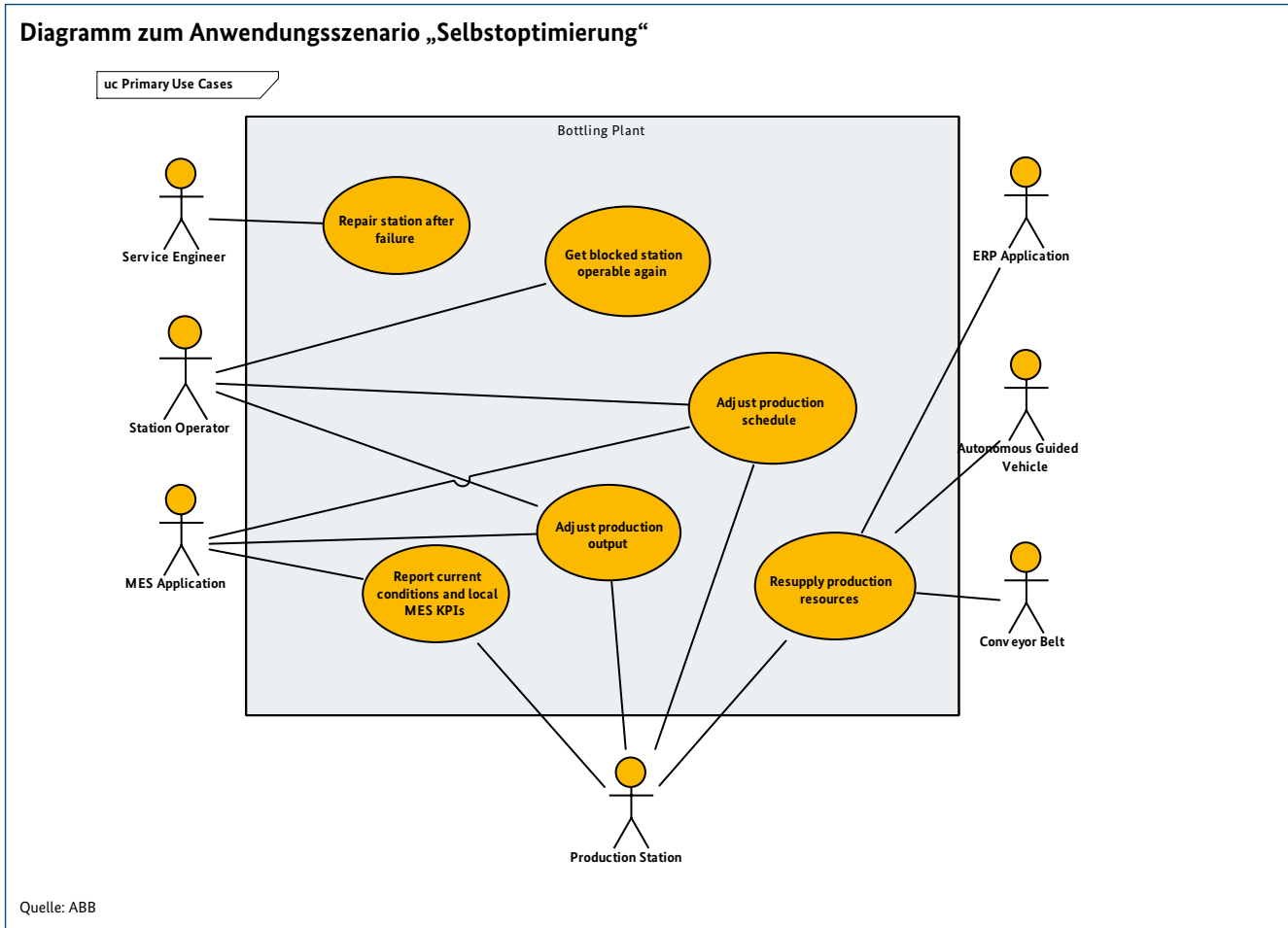
Während die zentrale Planung in der Theorie einen ganzheitlichen optimalen Produktionsplan ermöglicht, hat sich dieser Ansatz in bestimmten Störfällen und bei kleinen Chargen, die eine Neukonfiguration erfordern, als unflexibel erwiesen. Wenn z. B. eine Flasche in einer der Fertigungsstationen stecken bleibt und im Grunde zum Stillstand der ganzen Fertigungslinie führt, kommt es gegenwärtig nicht zu einer automatischen Reaktion der anderen Fertigungsstationen, indem beispielsweise ihre Ausgangsmenge zur Vermeidung längerer Pufferzeiten zwischen den Stationen zurückgefahren wird oder indem anstehende Wartungsarbeiten vorzeitig während der Standzeit durchgeführt werden. Gegenwärtig muss der an der Fertigungsstation tätige Mitarbeiter die Störung beheben und die Fertigungsstationen manuell neu konfigurieren.

Das pufferfreie Abfüllen soll durch die Verlagerung von mehr Daten vom Produktionsleitsystem zu den Fertigungsstationen und durch ein höheres Maß der Kommunikation zwischen den Fertigungsstationen erreicht werden. Jede Station überwacht ihren eigenen Status und es werden bestimmte Leistungskennzahlen des Produktionsleitsystems (MES KPIs), z. B. die Auslastungsquote, an den Anlagenverbund gesendet. Andere Fertigungsstationen können diese Statusinforma-

tionen empfangen und vor Ort Rückschlüsse daraus ziehen, um ihre eigene Funktionsweise zu optimieren. Wenn z. B. ein Alarm von einer nachfolgenden Fertigungsstation innerhalb der Fertigungslinie ausgelöst wird, kann die Produktion in der jeweiligen Fertigungsstufe zur Vermeidung großer Ausgangspuffer verlangsamt werden. Die Fertigungsstationen sollen mehr über den eigenen Zustand wissen und aus ihrer Funktionsweise in der Vergangenheit lernen. Eine Fertigungsstation kann beispielsweise vorhersagen, wann ihre Fertigungsmittel (z. B. das Etikettenpapier oder das Rohmaterial für die Flaschenherstellung) ausgehen werden, und diese selbstständig bei anderen Stationen oder Transportfahrzeugen anfordern. Wenn es gerade mit dem Produktionsplan vereinbar ist, kann sie anstehende Instandhaltungsmaßnahmen, die einen Maschinenstillstand erfordern, vorziehen.

Das Anwendungsszenario muss noch durch Assistenzsysteme für die Service-Mitarbeiter ergänzt werden. Es kann um zusätzliche Sicherheits- und Schutzfunktionen erweitert werden, die auf dem Informationsaustausch zwischen den Fertigungsstationen basieren. Der Nachschub kann automatisch über ein an das Internet angeschlossenes ERP-System angefordert werden.

Diagramm zum Anwendungsszenario „Selbstoptimierung“



Wenn die Fertigungsstationen verschiedener Hersteller miteinander nahtlos kommunizieren sollen, ist der Einsatz von standardisierten und sicheren Kommunikationsprotokollen, Informationsmodellen und funktionalen Spezifikationen für die Implementierung dieses Anwendungsszenarios unerlässlich. Die gängigen Standards sind OPC UA, ISA-95/88, OMAC PackML, Weihenstephan Standards und die MES KPIs nach ISO 22400. Es ist jedoch nicht bekannt, ob diese Standards ausreichen, um das Anwendungsszenario herstellerunabhängig zu implementieren.

Um die Implementierung dieses Anwendungsszenarios zu unterstützen, sollte die Verwaltungsschale der Industrie 4.0-Komponente in der Lage sein, die (Sicherheits)informationen zu unterstützen und die Leistungen aus den oben genannten Standards zu erbringen.

2.3.3 Konsequenzen für die Struktur der Verwaltungsschale

In der Gesamtbetrachtung der Anwendungsfälle des ZVEI aus obigen Abschnitten kann für die Struktur der Verwaltungsschale vorgegeben werden:

Vorgaben für die Struktur der Verwaltungsschale

Industrien	Fertigungsindustrie, Prozessindustrie, hybride Fertigung
Wertschöpfungsketten	Logistik, Einkauf, Produktion, Warenausgang, Service
Wertschöpfungs-Netzwerke	Mehrere Partner, übergreifend
Security	Ja, grundsätzlich CIA, Confidentiality, Integrity, Availability durch die Sicherstellung der Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit von gespeicherten und übertragenen Informationen Bei Verwendung von Daten über Unternehmensgrenzen hinweg (z. B. über Cloud): Pseudonymisierung/ Anonymisierung für personenbezogene Daten notwendig, firmenübergreifendes Identitäts- und Rechtemanagement Ja, u. a. die Sicherstellung von Vertraulichkeit, Integrität der Daten und Funktionen wie auch die Erhaltung der Verfügbarkeit der Fachlichen Funktionalität und der Funktionen der zugrundeliegenden Assets
Safety	Ja
RAMI 4.0: Layer	Alle
RAMI 4.0: IEC 62890	Anforderungen, Konzept, Konstruktion, Inbetriebnahme, Betrieb, Umbau
RAMI 4.0: Hierarchy Level	Überspannt alle definierten Hierarchielevels des RAMI-Modells

2.4 Digitale Fabrik

Die Norm der Digitalen Fabrik, IEC 62832 CD2 Teil 1, definiert ein Rahmenwerk abstrakter Definitionen für:

- Assets von automatisierten Systemen
- Strukturelle und Verhaltens-Beziehungen
- Eigenschafts- (Merkmals-) Management
- Hierarchische Beziehungen
- Technische Aspekte

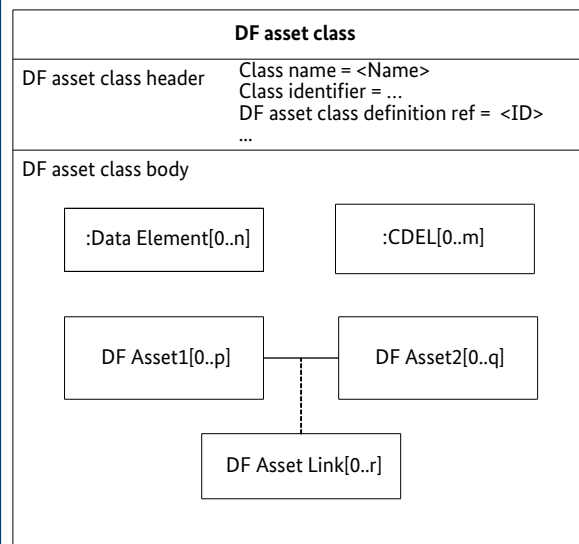
Damit hat diese vorgeschlagene Norm einen ähnlichen Betrachtungsgegenstand wie das RAMI 4.0-Modell und die I4.0-Komponente. Die IEC 62832 dient damit als eine Vorlage für die Strukturierung der Verwaltungsschale.

Anforderung: Die Definitionen der I4.0-Komponente sollen nicht im Widerspruch stehen mit den Definitionen der IEC 62832.

Als Asset wird ein physisches oder logisches Objekt begriffen, welches durch eine Organisation besessen oder verwaltet wird und welches für die Organisation einen tatsächlichen oder wahrgenommenen Wert besitzt. Die Norm betrachtet vor allem die Nutzungsphase von solchen Assets und der damit verbundenen Fabrikanlagen, also deren Design, Aufbau, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung. Zur Identifikation von Konzepten nutzt die Norm Identifikatoren nach ISO 29002-5. Die betrachteten Assets können auch über andere Identifikatoren (z. B. URI) identifiziert werden.

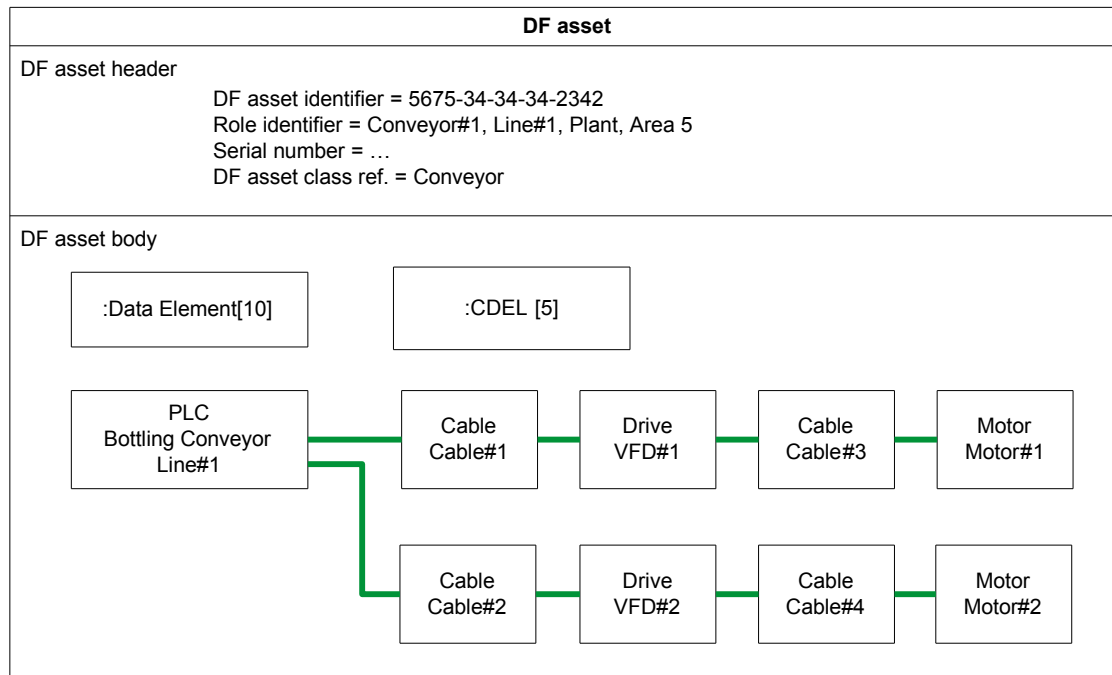
Assets („PS Asset“, reale oder logische Gegenstände) werden durch Assets-Beschreibungen („DF-Asset“, Virtuelle Repräsentation) beschrieben. Klassen von Assets werden durch sog. Asset-Klassen modelliert und stehen damit jeweils für ein oder mehrere Assets, welche den gleichen Satz von Eigenschaften teilen. Die Eigenschaften der Assets werden durch Datenelemente beschrieben. Wenn die beschriebenen Assets eine modulare Struktur haben, können die entsprechenden Asset-Beschreibungen (Asset-Klassen) ebenfalls eine modulare Struktur beschreiben. In diesem Fall beschreibt die Asset-Klasse die Module als Assets und stellt die Verbindungen zwischen den Assets dar.

Struktur des Assets in der Digitalen Fabrik (DF)



Quelle: IEC 62832

Beschreibung eines DF Assets, das sich gegen mehrere Gegenstände richtet



Quelle: IEC 62832

Wesentlich ist die Unterteilung der Beschreibung in „Header“ und „Body“. Der „Header“ trägt Informationen zur Identifikation und Bezeichnung des konkreten Assets in der jeweiligen Fabrik und gibt Aspekte zur Verwaltung des Assets vor. Der „Body“ trägt Daten zur Beschreibung der Eigenschaften der Asset-Klasse mit ihrer Ausprägung (d. h. Datenelement-Werte) für das konkrete Asset. Für die Spezifikation von Datenelementen verweist die Digitale Fabrik auf die IEC 61360 Merkmale (siehe oben).

2.5 Schachtelbarkeit

Die Version 1 der I4.0-Komponente legt eine logische Schachtelbarkeit im Sinne einer möglichen Modularisierung fest. Die Digitale Fabrik verfolgt ein ähnliches Konzept. Auf diese Weise können Maschinen, Arbeitsstationen,

Linien, Produktionssysteme und ganze Fabriken bzw. prozesstechnische Anlagen als eine gestaffelte Anordnung von I4.0-Komponenten bzw. „DF Assets“ begriffen werden. Beachte: Die Schachtelbarkeit der I4.0-Komponente ist eine Eigenschaft, die vom Anwendungsfall abhängt (→ 2.3).

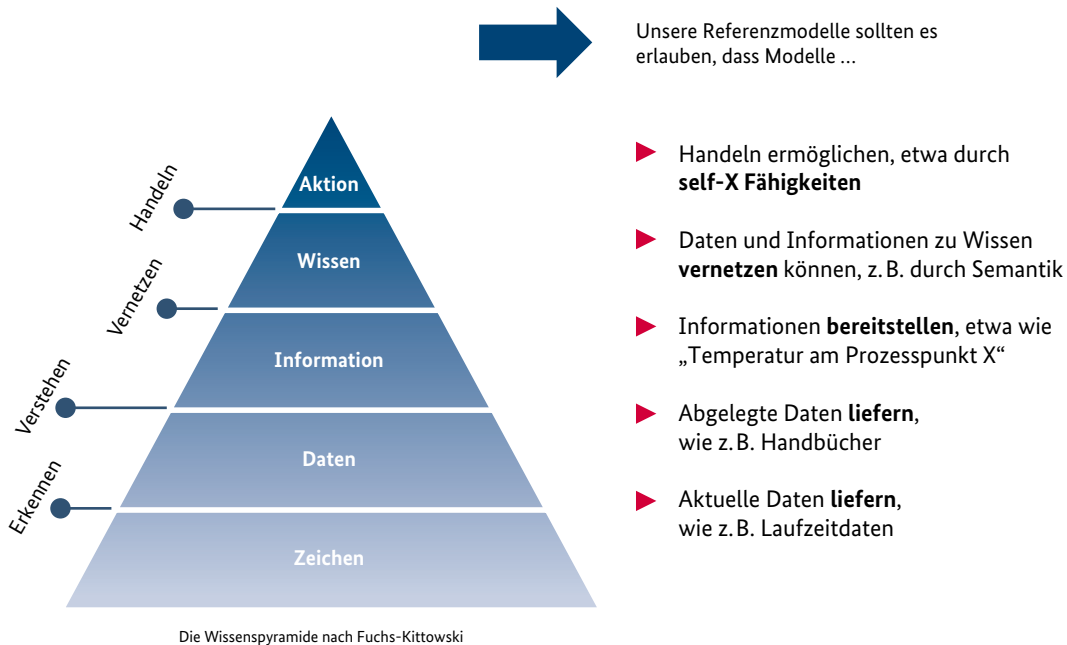
2.6 Semantische Netzwerke

Entsprechend der Umsetzungsstrategie⁵ muss sich die I4.0-Komponente auch den Herausforderungen an eine semantische Vernetzung von Informationen stellen⁶. Die sogenannte Wissenspyramide ordnet entsprechende Begriffe ein. Letztendlich ist es wichtig, Informationen übergreifend zu Wissen ordnen zu können. Das Bild verdeutlicht dies an einigen ausgewählten Beispielen:

⁵ „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0“ der Plattform vom April 2014, Seite 37, 51 oder andere

⁶ <http://www.bmwi.de/DE/Service/Veranstaltungen/dokumentationen,did=677026.html>

Die Wissenspyramide setzt Daten, Information und Wissen miteinander in Bezug



Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

2.7 IEC 61360 Merkmale

Im Rahmen der Digitalen Fabrik sowie im Rahmen vieler Standardisierungen der Fabrik- und Prozessautomatisierung stehen Merkmale und Merkmalsleisten. Merkmale und ihre elektronischen Datenverzeichnisse dienen zur⁷

- eindeutigen Identifikation von Hierarchien, Klassen und Eigenschaften und ihrer Relationen,
- führen eine gemeinsame, verbreitete Terminologie ein und
- führen verschiedene Attribute (SI-Einheit, Erklärung, Datentyp) zu einer technischen Repräsentation einer Eigenschaft zusammen

und können somit als Grundbausteine bzw. Wörter einer gemeinsamen Sprache zwischen den verschiedenen Entitäten der Industrie 4.0 betrachtet werden.

2.7.1 Merkmale

Die Norm IEC 61360 spezifiziert verschiedene grundsätzliche Konzepte, z. B. Dictionaries, Item-Klassen, Datenelementtypen und Wertelisten. Diese können als grundlegende Informationseinheiten aufgefasst werden, „deren Identifikation, Beschreibung und Wertdarstellung festgelegt sind“⁸.

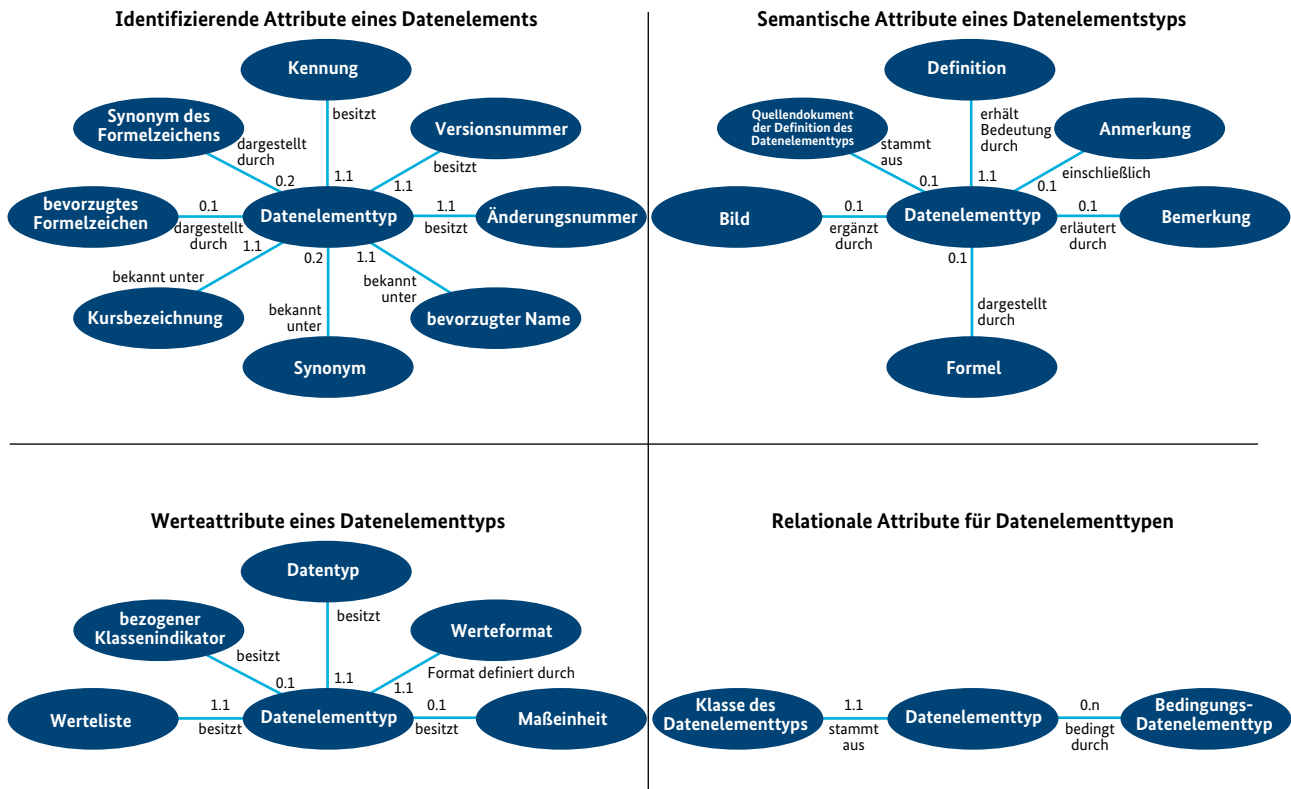
Datenelementtypen werden auch als Merkmale (engl. properties) bezeichnet. Das Informationsmodell teilt die Attribute eines Datenelementtyps in vier Hauptgruppen auf:

- identifizierende Attribute,
- semantische Attribute,
- Werteattribute und
- relationale Attribute von Datenelementtypen für die Beziehungen zwischen den Entitäten.

⁷ <http://std.iec.ch/iec61360>

⁸ DIN EN 61360-1

Ausschnitte der Definitionen der IEC 61360



Quelle: IEC 61360

Die Beschaffenheit der einzelnen Hauptgruppen wird durch die graphischen Erläuterungen aus der Norm illustriert. Dabei ist zum jetzigen Stand noch nicht für die I4.0-Komponente definiert, welche Attribute notwendigerweise abgebildet werden müssen.

Basierend auf dieser Merkmalsdefinition können Dictionaries (Domänen-Ontologien) zur Beschreibung von Betriebsmitteln erstellt werden. Dabei werden Klassen von Betriebsmitteln definiert, welche jeweils durch einen definierten Satz von Merkmalen beschrieben werden. Es gibt verschiedene Organisationen, die solche Ontologien pflegen, z. B. eCl@ss e.V.⁹ (als Beispiel für ein Industriekonsortium) und IEC¹⁰ (als Beispiel für eine Standard-Organisation). Die verschiedenen Organisationen können unterschiedliche Ansätze zur Strukturierung der Ontologien (z. B. als informale oder formale Hierarchien) nutzen. Anhand der

Konzept-Identifikatoren (nach IEC 29002-5) ist es möglich zu erkennen, durch welche Organisation eine Klasse oder ein Merkmal definiert wurde.

Basierend auf den Dictionaries können Hersteller von Betriebsmitteln jeweils Bibliotheken mit Beschreibungen von angebotenen Produkten (d. h. elektronische Kataloge mit DF-Asset-Klassen) bereitstellen. Dabei ist es prinzipiell auch möglich, Merkmale zu verwenden, die von verschiedenen Organisationen definiert wurden.

2.7.2 Container für Merkmale

Die o. g. Norm spezifiziert einzelne Datenelementtypen. Für eine gemeinsame Modellbildung und lebenslange Pflege der Merkmale bzgl. der Daten und Definitionen von

9 <http://www.eclass.eu>, Basic-Ontologie: <http://www.eclasscontent.com>

10 <http://www.iec.org>, Ontologie: <http://std.iec.ch/iec61360>

„Typen“ und „Instanzen“ von Gegenständen bedarf es einer IT-technischen Umsetzung dieser Modelle in sogenannten „Containern“, welche Teilmodelle von Merkmalsmengen zusammenfassen. Existierende Implementierungen sind z. B. BMEcat¹¹, OpenTRANS¹² oder die XML-Schemata des eCl@ss-Vereins. Diese stellen Dateiformate dar; eine aktive Implementierung auf Basis von Programmierschnittstellen ist direkt nicht gegeben.

2.7.3 Abbildung in semantische Technologien

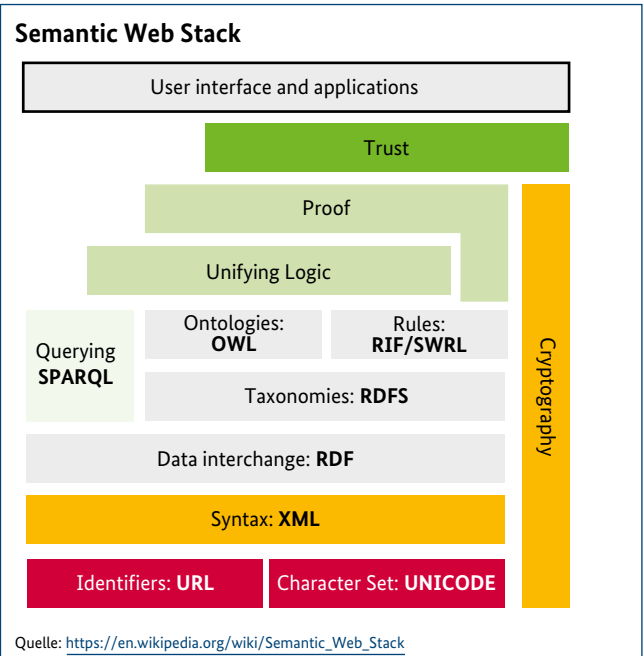
Für die Umsetzung des globalen Vorhabens „Semantic Web“ hat die internationale IT-Gemeinde, auch das World Wide Web Consortium (W3C), eine ganze Reihe aufeinander aufbauender Standards und Technologien geschaffen. Diese sind im sogenannten „Semantic Web Stack“ organisiert¹³:

Einige dieser Begriffe sollen kurz erläutert werden:

URIs dienen als weltweit eindeutige Identifikatoren von Konzepten. Sie sind in ihrer speziellen Ausprägungsform URL, z. B. <http://www.zvei.org/Themen/Industrie40/Seiten/default.aspx>, allgemein bekannt. Dabei bezeichnet „<http://>“ das sogenannte URI-Schema, quasi die Natur der Ressource, „www.zvei.org“ die allgemeine Domäne, welche von einer anerkannten Autorität¹⁴ weltweit eindeutig vergeben wird, und „[Themen/Industrie40/Seiten/default.aspx](http://www.zvei.org/Themen/Industrie40/Seiten/default.aspx)“ den Teil der Ressource/Pfad, welcher innerhalb der Domäne von einer Organisation selbstständig verwaltet werden kann. Das Konzept der URIs erklärt also, wie mit geringem Aufwand weltweit eindeutige Identifikatoren erzeugt werden können, welche außerdem auch noch IT-Dienste¹⁵ bereitstellen können.

XML dient als Syntax für eine datentechnische Repräsentation, also ein Format, wie Zeichen aus einem definierten Zeichensatz, z. B. UNICODE, zu validen datentechnischen Einheiten geformt werden können.

RDF, das „Resource Description Framework“, dient der Formulierung logischer Aussagen zwischen beliebigen Ressourcen. Es bricht dabei jede logische Aussage in ein



oder mehrere „Tripel“ herunter, welche der Form „Subjekt – Prädikat – Objekt“ entsprechen, die IT-technisch dann jeweils als URI ausgeführt sind¹⁶.

Mit RDF können also Aussagen über Individuen getroffen werden. Die folgende Abbildung illustriert dies beispielhaft:

Beispielhafte semantische Aussagen über ein Individuum NBB1-3M22-E2

Subjekt	Prädikat	Objekt
NBB1-3M22-E2	isA	proximity sensor (AAA110)
NBB1-3M22-E2	isProducedBy	Pepperl und Fuchs
NBB1-3M22-E2	hasOutputCurrent	0.1 A
NBB1-3M22-E2	hasOutputDiameter	3 mm

11 <http://www.bmecat.org/>

12 <http://www.opentrans.de/>

13 https://en.wikipedia.org/wiki/Semantic_Web_Stack

14 z. B. Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)

15 z. B. via REST-Schnittstelle, https://de.wikipedia.org/wiki/Representational_State_Transfer

16 https://de.wikipedia.org/wiki/Resource_Description_Framework

RDFS, das „Resource Description Framework Schema“, gibt als Taxonomie Definitionen vor, wie für eine gewisse Wissensdomäne logische Aussagen mittels RDF formuliert werden sollen und dürfen. Es bildet damit Zusammenhänge und Strukturen von Wissen ab und erlaubt zusammen mit RDF schon die Formulierung einfacher Ontologien. Mit RDFS ist es also möglich, Aussagen über Klassen (Mengen von Individuen) zu treffen.

OWL, die „Web Ontology Language“, hebt diese Definitionen auf die nächste Stufe und erlaubt die Formulierung komplexerer Zusammenhänge, Strukturen und Einschränkung für die Formulierung komplexerer Ontologien.

SPARQL, die „SPARQL Protocol And RDF Query Language“, definiert eine Sprache zur Abfrage von Inhalten aus Ontologien, z. B. im RDF-Format. So kann zum Beispiel eine Abfrage auf mögliche Näherungssensoren und ihre Ausgangsströme, die einem Größenbereich genügen, wie folgt lauten¹⁷:

Beispielhafte SPARQL-Abfrage

```
PREFIX abc: <http://example.com/exampleOntology#>
SELECT ?current ?company
Where {
  ?x a abc:ProximitySensor .
  ?x abc:hasOutputDiameter ?y .
  ?x abc:isProducedBy ?company .
  ?x abc:hasOutputCurrent ?current .
  FILTER ( ?y < 4 )
}
```

Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

Zusammen bilden diese Standards und Technologien einen IT-technischen Werkzeugkasten, für den es bereits viele verschiedene Implementierungen und eingeführte Prozesse zur Wissensgenerierung gibt¹⁸. Auch ist eine Abbildung von IEC 61360 Merkmalen in RDF trivial und beidseitig abbildbar:

Beispielhaftes Mapping eines IEC 61360 Merkmals in semantische Aussagen

Merkmal „AAE867“ im IEC 61360 Common Data Dictionary

Subjekt	Prädikat	Objekt
AAE867	hasPreferredName	output current
AAE867	hasSymbol	lopen
AAE867	hasPrimaryUnit	A
AAE867	hasDefinition	maximum dc output current of a semiconductor inductive proximity sensor at specified supply voltage
AAE867	hasDataType	LEVEL(MAX) OF REAL_MESURE_TYPE
AAE867	hasFormat	NR2 S..3.3

2.8 Betrachtung verschiedener Mengen von Merkmalen

Für die Diskussion der Struktur der Verwaltungsschale ist es maßgeblich, welche Mengen von Merkmalen abgebildet werden müssen, aus welchen Quellen diese stammen (auch organisatorisch) und wie eine Vernetzung zwischen ihnen erreicht werden kann. Die folgenden Abschnitte zeigen einige grundlegende Betrachtungen auf.

2.8.1 Viele Betrachtungsgegenstände prägen heute schon Merkmale

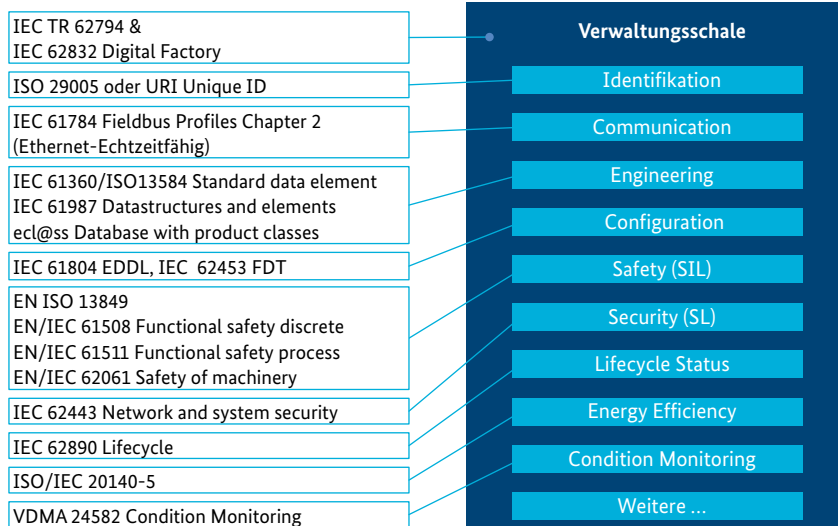
Viele heutige internationale Normen und Standards geben Klassen und Eigenschaftsdefinitionen und sogar -werte vor, welche in Merkmalen abgebildet werden können und welche für eine zukünftige Verwaltungsschale von I4.0-Komponenten maßgeblich sind. Das folgende Bild zeigt einige Beispiele:

¹⁷ ähnlich: <https://de.wikipedia.org/wiki/SPARQL>

¹⁸ z. B. <http://www.w3.org/wiki/SPARQLImplementations>, <http://lod-cloud.net/>, <http://schema.org/>

Beispiele, welche Normen und Standards Merkmale für verschiedene Teilmodelle der Verwaltungsschale bereitstellen können

Beispiele für Inhalte der Verwaltungsschale



Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

Viele der oben aufgezeigten Normen und Standards (Domänen) werden auch in Zukunft unabhängig zu Industrie 4.0-Definitionen weiterentwickelt werden. Auch wird der Gegenstand einer I4.0-Komponente die Verortung im RAMI 4.0-Modell bestimmen und damit auch, welche Normen und Standards in einer spezifischen Verwaltungsschale abgebildet werden müssen. Daher gilt:

Anforderung: Die Verwaltungsschale soll Merkmale aus unterschiedlichen Domänen in zueinander abgegrenzten Teilmodellen aufnehmen können, welche unabhängig voneinander versioniert und gepflegt werden können.

Anforderungen an die Security können dabei ein abgestuftes Sicherheitsmodell für Merkmale, auch in unterschiedlichen Teilmodellen, notwendig machen.

2.8.2 Bewältigung verschiedener Mengen von Merkmalen

Entsprechend dem RAMI 4.0-Modell, den vier Hauptaspekten von Industrie 4.0¹⁹ und der geforderten Eignung für verschiedenste Anwendungsszenarien (→ 2.3) sollte eine

Verwaltungsschale Daten und Funktionen für unterschiedliche Gewerke, unterschiedliche Lebenszyklusphasen und unterschiedliche Anwendungs- und Analyseszenarien bereithalten können. Dementsprechend umfangreich dürfte das Mengengerüst an zu unterstützenden Merkmalen ausfallen.

Verschiedene Mengen von Merkmals-Definitionen



Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

Ohne Beschränkung der Allgemeinheit lassen sich verschiedene Merkmalsmengen unterscheiden:

Harte Standards: Für die Absicherung von Kernaufgaben einer Domäne wurden in der Vergangenheit und werden auch in Zukunft sogenannte „harte Standards“ geprägt, welche Verbindlichkeit für eine jeweils kleine Menge von Merkmalen vorgeben, die existieren müssen, um notwendigen Ansprüchen an die Domäne zu genügen. Dies können Merkmale sein, die die Interoperabilität von Komponenten sicherstellen (z. B. DIN ISO 15552 oder IEC 61987-13:2012) oder die Kennzahlen für eine spezielle Komponente beschreiben (z. B. nach DIN ISO 61551-3). Ihrer Natur nach definieren diese Standards nur eine verhältnismäßig kleine Menge an Merkmalen; der Prozess ihrer Definition benötigt eine verhältnismäßig lange Laufzeit.

Konsensuale oder kalte Standards: Für eine kontinuierliche Steigerung der Interoperabilität, z. B. für die Beschaffungsphase, verabreden Hersteller und Organisationen häufig übergreifend Datenformate (z. B. STEP) und Merkmalsmengen (z. B. eCl@ss). Diese können schneller etabliert werden als durch harte Standards und umfangreicher in der Ausgestaltung sein. Häufig werden optionale oder alternative Angaben zu einem Betrachtungsgegenstand erlaubt. Diese Optionalität muss daher von den verarbeitenden Systemen berücksichtigt werden.

Freie Merkmalsmengen werden etwa durch unterschiedlichste Datenformate oder interne oder Firmenstandards gebildet. Diese Merkmalsmengen können schnell und aufwandsarm gebildet werden und können auch dazu dienen, die Spezifitäten einzelner Gegenstände und die USPs einzelner Hersteller geeignet abzubilden. Sie bilden die weitestgehend größte Menge an Merkmalen, können aber meist nicht herstellerübergreifend genutzt werden. Die Digitale Fabrik (→ 2.4) sieht ebenfalls freie Merkmalsmengen vor.

Keine dieser Merkmalsmengen kann a priori für die Verwaltungsschale ausgeschlossen werden; es muss vielmehr angenommen werden:

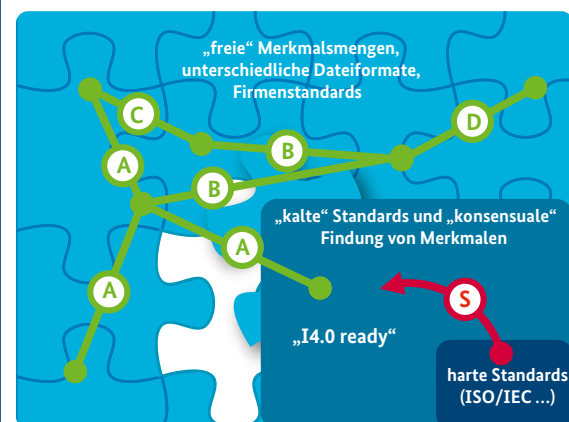
Anforderung: Die Verwaltungsschale soll Merkmale aus unterschiedlichsten Merkmalsmengen und Domänen aufnehmen und voneinander differenzieren können.

Anforderung: Für die Findung relevanter Merkmalsmengen sollen im Rahmen von Industrie 4.0 unterschiedliche Vorgehensmodelle gefunden werden, welche den Ansprüchen harter Standards, konsensual verabreiteter Standards und freier Merkmalsmengen jeweils gerecht werden.

2.8.3 Abbildung zwischen Merkmalsmengen verschiedener Domänen

Der Ansatz der Standardisierung durch Industrie 4.0 bietet die Möglichkeit, neue Entwicklungen und technische Systeme branchen- und sektorübergreifend zu nutzen. Wertschöpfungsnetzwerke sollen zwischen unterschiedlichsten Partnern gebildet werden und auch neue Partnerschaften ermöglichen. Dies setzt zum einen voraus, dass die Verwaltungsschale unterschiedlichen Branchen und Sektoren strukturell gerecht werden kann. Zum anderen müssen in solchen neuen Partnerschaften Merkmale, welche in einer (Wissens-) Domäne ausgeprägt wurden, auf eine andere Domäne abgeprägt werden können. Dieser Ansatz eröffnet die Möglichkeit, dass die bestehenden Merkmalsmengen auch unterschiedlicher Domänen direkt genutzt werden können. Zur Gewährleistung der Interoperabilität müssen dann durch eine Abbildung („Mapping“) die Merkmale ineinander abgebildet werden können:

Mögliches „Mapping“ zwischen verschiedenen Merkmalsmengen



Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

Das links stehende Bild zeigt beispielhaft, wie unterschiedlichste Domänen durch ein Netzwerk von Abbildungen (A), (B), (C), (D) miteinander verbunden werden. Sie bilden dann einen Graph von (Wissens-) Domänen, der bei geeigneten Abbildungen stark zusammenhängend sein kann, also zu jedem notwendigen Merkmal einer Domäne eine gerichtete Abbildung in ein Merkmal einer beliebigen anderen Domäne realisiert.

Anforderung: Die Verwaltungsschale soll so gestaltet sein, dass ein internes oder externes System oder Organisation eine geeignete Abbildung zwischen unterschiedlichen Merkmalsmengen und Domänen realisieren kann.

Idealerweise wird auch gefordert:

Weitergehende Anforderung: Geeignete Abbildungen zwischen unterschiedlichen Merkmalsmengen und Domänen sollen so gestaltet sein, dass ein sinnerhaltender, stark zusammenhängender Graph von Abbildungen realisiert werden kann, welche verteilt definiert werden können.

Das oben gezeigte Bild legt außerdem nahe, dass die Definitionen von harten Standards in die Menge von konsensual gefundenen Merkmalen abgebildet werden sollten, idealerweise durch eine 1:1-Abbildung.

Anforderung: Es sollen Voraussetzungen gefunden werden, die Merkmalsmengen harter Standards (IEC/ISO) in geeigneter Weise in die Menge konsensual gefundenen Merkmale abzubilden (S).

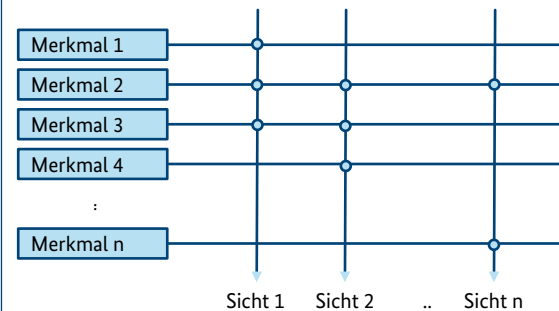
3. Struktur der Verwaltungsschale

In diesem Abschnitt soll eine Struktur der Verwaltungsschale entworfen werden, welche den Anforderungen von Industrie 4.0 im Allgemeinen und den bereits getätigten Definitionen der verschiedenen Arbeitskreise gerecht wird. Sie soll aufbauen auf etablierte Konzepte sowohl in den Automatisierungs- wie auch den IT-Technologien und für zukünftige Entwicklungen bezüglich der relevanten I4.0-Aspekte (Horizontale Integration, Vertikale Integration, Durchgängiges Engineering und Interaktion mit dem Menschen) gewappnet sein.

3.1 Sichten

Entsprechend den obigen Ausführungen soll die Verwaltungsschale Daten und Funktionen zu den verschiedensten Anwendungsszenarien aufnehmen können (→ 2.3, 2.8.2) und den verschiedensten Systemen und Lebenszyklusphasen der Fabrik zur Verfügung stellen können²⁰. Dabei ist nicht jedes Merkmal (und damit auch Daten oder Funktionen) für jedes System und jede Lebenszyklusphase relevant. Daher wird festgelegt, dass jedes Merkmal einer oder mehreren sogenannten Sichten²¹ zugeordnet werden soll:

Sichten, die aus verschiedenen Merkmalen gebildet werden



Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

Diese Zuordnung muss für jedes Merkmal geleistet werden und kann nur in den wenigsten Fällen automatisiert bestimmt werden. Weiterhin machen Sichten nur dann Sinn, wenn die abrufenden Systeme und Lebenszyklusphasen eine spezifische Erwartungshaltung an die durch die Sichten gelieferten Informationsmengen haben; die Sichten müssen daher a priori bekannt und durch ein „Best Practice“ hinreichend genau definiert sein. Aus diesem Grund legt dieses Dokument **Basis-Sichten** a priori fest. Die folgende Tabelle nennt die Basis-Sichten und schlägt jeweils zutreffende Beispiele vor.

Definierte Basis-Sichten für die Verwaltungsschale

Basis-Sicht	Best Practice/Beispiele
Geschäftlich	Daten und Funktionen werden hinterlegt, welche die geschäftliche Eignung und Leistung einer Komponente zu den Lebenszyklusphasen Beschaffung, Konstruktion, Betrieb und Verwertung erlauben. Beispiele: Preise, Lieferbedingungen, Bestellcodes.
Konstruktiv	Hält Merkmale, die für den konstruktiven Einsatz der Komponente relevant sind, also für die Auswahl und Strukturbildung. Enthält eine Struktur-Klassifikation nach EN 81346. Enthält zahlreiche Merkmale zu physischen Dimensionen und zu Eingangs-, Verarbeitungs- und Ausgangsgrößen der Komponente. Enthält eine modulare Sicht auf Teil-Komponenten bzw. eine Geräte-Struktur. Erlaubt eine Automatisierungssicht mit Ein- und Ausgängen verschiedener Signaltypen.
Leistung	Beschreibt Leistungs- und Verhaltensmerkmale, um eine summarische Beurteilung und Virtuelle Inbetriebnahme (V-IBN) eines Gesamtsystems zuzulassen.
Funktional	Macht Aussagen zur Funktion nach EN 81346 und zur Funktion der Teil-Komponenten. Hier erfolgt auch eine Verortung der Einzel-funktionen der Fachlichen Funktionalität, also z.B. sog. „Skills“, Auslegungs-, Inbetriebnahme-, Berechnungs- oder Diagnosefunktionen der Komponente.
Örtlich	Macht Aussagen zu Positionen und örtlichen Zusammenhängen der Komponente oder ihrer Teile oder Ein- und Ausgänge ²² .
Security	Kann ein Merkmal als Security-relevant kennzeichnen. Dieses Merkmal sollte bei einer Betrachtung der Security berücksichtigt werden.
Netzwerksicht	Macht Aussagen zu der elektrischen, fluidischen, Materialfluss-technischen, logischen Vernetzung der Komponente.
Lebenszyklus	Hält Daten zum aktuellen Zustand und der historischen Verwendung im Lebenszyklus der Komponente. Beispiele: Zuordnung zur Produktion, Wartungsprotokolle, vergangene Verwendungszwecke.
Mensch	Aus allen Sichten sollen Merkmale, Daten und Funktionen so aufbereitet werden, dass der Mensch einzelne Elemente verstehen, Zusammenhänge begreifen und Kausalketten beherrschen kann.

²⁰ vergleiche auch Version 1 der I4.0-Komponente

²¹ Die Digitale Fabrik nennt diese Sichten „ViewElements“ und die Merkmale „standardized data elements“.

²² SG Modelle und Standards, vom 8. und 25. Juni 2015

Bei Bedarf kann die Verwaltungsschale noch Zusatzsichten bereitstellen. Diese Sichten können beispielsweise entsprechend den Eigenschaftslisten (list of properties, LOP) auf IEC 61987-10 definiert werden.

Entsprechend der obigen Darstellungen gilt:

Anforderung: Die Struktur der Verwaltungsschale soll immer oben genannte Basis-Sichten unterstützen.

Anforderung: Die Struktur der Verwaltungsschale soll weitere Sichten auf die enthaltenen Daten und Funktionen unterstützen.

3.2 Anforderungen an die Verwaltungsschale

Basierend auf den obigen Darstellungen (Abschnitte 2.1 bis 3.1) werden damit wichtige Anforderungen an die Gesamtheit der Struktur der Verwaltungsschale möglich²³. Diese sind damit gültig unbenommen der inhaltlichen Anforderungen an die Verwaltungsschale, die an anderer Stelle und differenziert zu leisten sind.

Diese Anforderungen sollen einzeln erläutert werden:

Zu (a) Die Verwaltungsschale besteht aus Body und Header

Zu (b) Der Body enthält Informationen zum jeweiligen Ding

Zu (c) Der Header enthält Informationen über die Verwendung des Gegenstands

Nach Abschnitt 2.4 sollen die Definitionen der Verwaltungsschale zur Digitalen Fabrik passen. Daher übernimmt die Verwaltungsschale die Strukturierung in „Header“ und „Body“. Der „Header“ trägt Informationen zur Identifikation und Bezeichnung der konkreten Gegenstände in der jeweiligen Fabrik und verweist gegebenenfalls auf ausgewählte Fähigkeiten der Gegenstände und Sichten. Im „Body“ werden die eigentlichen Informationen zu den Gegenständen abgelegt, welche nicht direkt abhängig sind von den fabrikspezifischen²⁴ Festlegungen zur Verwendung. Damit wird der „Body“ zum eigentlichen Informationsträger. Die Ausführungen zur Struktur der Verwaltungsschale, wenn nicht anders definiert, richten sich gegen den „Body“.

Anforderungen an die Verwaltungsschale:

- | | |
|---|---|
| (a) Die Verwaltungsschale besteht aus Body und Header | (h) Die Verwaltungsschale besitzt eine eindeutige ID |
| (b) Der Body enthält Informationen zum jeweiligen Ding | (i) Der Gegenstand besitzt eine eindeutige ID |
| (c) Der Header enthält Informationen über die Verwendung des Gegenstands | (j) Auch eine Fabrik ist ein Gegenstand, sie besitzt eine Verwaltungsschale und ist per ID ansprechbar |
| (d) Sie besitzt als zentrales Element Manifest und Komponenten-Manager | (k) Typen und Instanzen müssen als solche gekennzeichnet sein |
| (e) Die Informationen der Verwaltungsschale sind mittels serviceorientierter Architektur zugreifbar (API) | (l) Die Verwaltungsschale kann Referenzen auf andere Verwaltungsschalen oder I4.0-Informationen enthalten |
| (f) Sie repräsentiert Informationen zu Anwendungsaspekten | (m) Zusätzliche Merkmale, z.B. herstellereigenspezifische, müssen möglich sein |
| (g) Strukturierung nach Sichten (nach MES ISO/IEC 81346, Digitale Fabrik BCFLP, ...) | (n) Ein verlässliches Minimum an Merkmalen für jede Verwaltungsschale muss definiert sein |

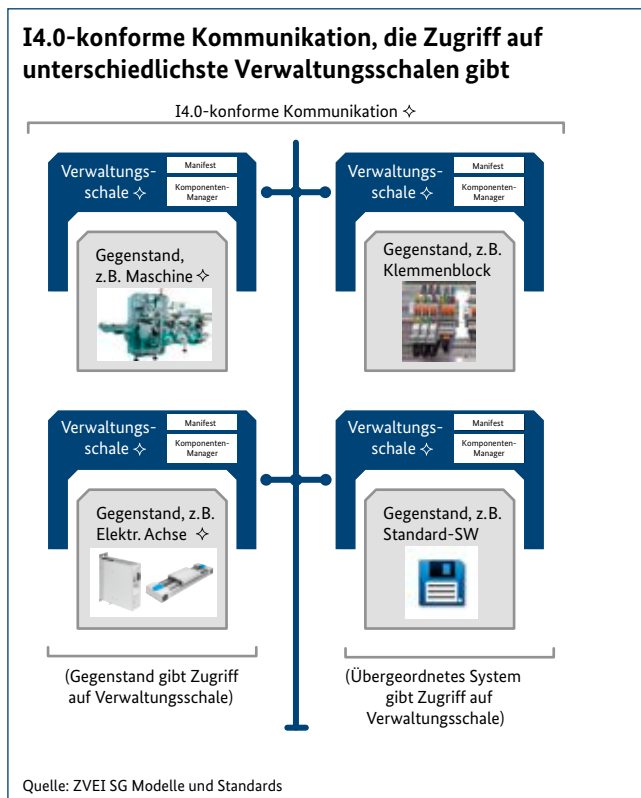
²³ SG Modelle und Standards, vom 8. und 25. Juni 2015

²⁴ Damit sind auch Einrichtungen der prozesstechnischen Industrie gemeint (→ 1.2).

Zu (d) Sie besitzt als zentrales Element Manifest und Komponenten-Manager

Zu (e) Die Informationen der Verwaltungsschale sind mittels serviceorientierter Architektur zugreifbar (API)

Wie schon in der Version 1 der I4.0-Komponente beschrieben, soll die Verwaltungsschale ein sogenanntes Manifest und einen Komponenten-Manager besitzen. Das Manifest fungiert als eindeutig aufzufindendes Inhaltsverzeichnis zu allen Informationen, Daten und Funktionen der Verwaltungsschale. Der Komponenten-Manager bildet unmittelbar oder mittelbar²⁵ einen erweiterten Dienst²⁶, welcher sowohl die lebenslange Pflege der enthaltenen Informationen als auch leistungsfähige Abfragemöglichkeiten realisieren soll. Die Möglichkeiten dieses Dienstes sollen durch die I4.0-konform ausgeprägte serviceorientierte Architektur allen Teilnehmern einer I4.0-konformen Kommunikation prinzipiell²⁷ zur Verfügung stehen, unter Berücksichtigung entsprechender Security-Anforderungen.



Zu (f) Sie repräsentiert Informationen zu Anwendungsaspekten

Zu (g) Strukturierung nach Sichten (nach MES ISO/IEC 81346, Digitale Fabrik BCFLP, ...)

Die Anwendungsszenarien (→ 2.3) und die entsprechend a priori definierten Sichten (→ 3.1) sollen beachtet werden.

Zu (h) Die Verwaltungsschale besitzt eine eindeutige ID

Zu (i) Der Gegenstand besitzt eine eindeutige ID

Diese Anforderung sagt aus, dass sowohl die einzelnen Verwaltungsschalen als auch die damit assoziierten Gegenstände eine eindeutige ID im Sinne der passiven Kommunikation der VDI/VDE GMA FA 7.21 besitzen. Damit soll sichergestellt werden, dass die Verbindung zwischen Gegenständen und Verwaltungsschalen nicht abreißt, auch wenn sie in digitalen Repositories oder sogar Wertschöpfungspartner-übergreifend gespeichert werden.

Zu (j) Auch eine Fabrik ist ein Gegenstand, sie besitzt eine Verwaltungsschale und ist per ID ansprechbar

Das Konzept der Schachtelbarkeit (→ 2.5) soll anwendbar sein.

Zu (k) Typen und Instanzen müssen als solche gekennzeichnet sein

Verwaltungsschalen können zu Typen und Instanzen von Gegenständen ausgeprägt werden (→ 2.1). Diese müssen unterschieden werden können. Im Idealfall wird auch zwischen Komponentenhersteller und -verwender eine Datenbeziehung etabliert, die es erlaubt, Fortentwicklungen zu einem Typ von Gegenstand bei Bedarf an den Verwender zu bringen und umgekehrt Feedback durch die Verwendung an den Hersteller zu übermitteln (→ 2.2).

25 Es ist denkbar, dass der Komponenten-Manager durch einen zentralen Dienst abgebildet wird, etwa wenn die I4.0-Komponente in einem Repository gehalten wird.

26 Hier wird Dienst als technischer IT-Dienst verstanden, im Gegensatz zu den Funktionen der Fachlichen Funktionalität.

27 Selbstverständlich müssen Zugriffsrechte und Data security beachtet werden.

Zu (l) Die Verwaltungsschale kann Referenzen auf andere Verwaltungsschalen oder I4.0-Informationen enthalten

Für die Vernetzung von Informationen zu Wissen (→ 2.6) ist es wichtig, dass diese auch übergreifend stattfinden kann. So kann eine Komponente zum Beispiel die Abhängigkeiten von anderen Komponenten modellieren oder einen Schaltplan halten, der auf andere Komponenten verweist.

Zu (m) Zusätzliche Merkmale, z. B. herstellerspezifische, müssen möglich sein

Die I4.0-Komponente kann den zukünftigen Anforderungen nur gerecht werden, wenn zusätzlich zu den von der Normierung vorgegebenen Informationsinhalten schnell auch freie Merkmale verabredet und verarbeitet werden können (→ 2.8.2). Daher soll die Verwaltungsschale diese freien und proprietären Informationsinhalte und, dazu zugeordnet, notwendige Kollaborationsprozesse (etwa im Sinne von schema.org) unterstützen.

Zu (n) Ein verlässliches Minimum an Merkmalen für jede Verwaltungsschale muss definiert sein

Andere I4.0-Komponenten und weitere Systeme sollen auf die Merkmale, Daten und Funktionen der Verwaltungsschale zugreifen und diese nutzen können. Dieser Nutzen wird erhöht und gesichert, wenn gewisse Basismerkmale für viele Assets immer zur Verfügung stehen. Daher sollen Basismerkmale definiert werden, welche für gewisse Klassen von Assets verlässlich zur Verfügung stehen und mit sinnvollen Werten belegt sind.

3.3 Klassen von Merkmalen

Aus den beiden Anforderungen (m), (n) ergeben sich damit 4 Klassen von Merkmalen:

Verschiedene Klassen von Merkmalen

Basismerkmale	Merkmale, die für alle Verwaltungsschalen verpflichtend und standardisiert sind.
Pflichtmerkmale	Merkmale, die verpflichtend und standardisiert sind für Teilmodelle von Verwaltungsschalen (→ 2.8.1).
Optionale Merkmale	Merkmale, die standardisiert, aber nicht verpflichtend sind für Teilmodelle von Verwaltungsschalen.
Freie Merkmale	Merkmale, die nicht standardisiert und nicht verpflichtend sind für Teilmodelle von Verwaltungsschalen, z. B. herstellerspezifische Merkmale.

3.4 Anforderungen an einzelne Informationselemente

Nachdem der obige Abschnitt die Anforderungen an die Gesamtheit der Struktur der Verwaltungsschale dargelegt hat, soll der folgende Abschnitt Anforderungen an einzelne Merkmale und auch Daten und Funktionen innerhalb der Verwaltungsschale näher beleuchten (vgl. → 3.1).

Ohne Beschränkung der Allgemeinheit wird das Konzept etabliert, dass das Manifest der Verwaltungsschale (→ 3.2 (d)) Informationselemente in Form von **Merkmalen** (→ 2.7.1) verwaltet und dass die Schale selber, wie schon definiert, weiterhin Datenobjekte und Fachliche Funktionalität aufnehmen kann.

Anforderungen an einzelne Merkmale, Daten und Funktionen:

- | | |
|---|---|
| (o) Die Merkmale und sonstigen Informationselemente in der Verwaltungsschale müssen tauglich für Typen und Instanzen sein | (r) Merkmale müssen auf Daten und Funktionen (mindestens innerhalb) der Verwaltungsschale referenzieren können |
| (p) Eine Fähigkeit für hierarchische und abzählbare Strukturierung der Merkmale muss gegeben sein | (s) Merkmale müssen Aspekte der Informationssicherheit („Information security“) durch eine abgestufte Gewährleistung ²⁸ der Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit, Sichtbarkeit und Authentizität berücksichtigen |
| (q) Merkmale müssen auf andere Merkmale, auch in anderen Verwaltungsschalen, referenzieren können | |

28 Diese Security-Einstufung kann den Zustand „Keine Security“ im Sinne der abgestuften Security enthalten. Dies muss jedoch bewusst entschieden und festgehalten werden.

Diese Anforderungen sollen einzeln erläutert werden:

Zu (o) Die Merkmale und sonstigen Informationselemente in der Verwaltungsschale müssen tauglich für Typen und Instanzen sein

Ebenso wie die Verwaltungsschale in ihrer Gesamtheit müssen auch die einzelnen Merkmale und weiteren Daten und Funktionen die Unterscheidung in Typen und Instanzen von Verwaltungsschalen zu den jeweiligen Gegenständen beherrschen. Dies kann im Einzelfall auch bedeuten, dass einzelne Merkmale einer Instanz darüber Buch führen, ob sie für diese Instanz hinzugefügt, geändert oder gelöscht worden sind oder ob eine angestrebte Informationsgleichheit mit den Daten der Typ-Verwaltungsschale gewährleistet werden soll (→ 2.1 und 3.2 (k)).

Zu (p) Eine Fähigkeit für hierarchische und abzählbare Strukturierung der Merkmale muss gegeben sein

Die Menge an zu organisierenden Merkmalen ist nicht klein (→ 2.8.2) und wird über die Entwicklung von Industrie 4.0 voraussichtlich stetig zunehmen. Daher sollen Mittel bereitstehen, diese Mengengerüste für Mensch und Maschine beherrschbar zu halten. Somit wird gefordert, dass Merkmale hierarchisch strukturiert werden können. Ebenso kann ein Merkmal manchmal mehrere gleichrangige Alternativen oder Detailinformationen beinhalten, wie z. B. eine Aufzählung von Sprachen oder Zertifikaten. Hierfür sollen abzählbare Strukturen, z. B. Felder, möglich sein. Diese Anforderung wird durch die Konstruktive Sicht mit modularer Modellbildung, die Automatisierungsstrukturen abbilden muss, bestätigt (→ 3.1).

Zu (q) Merkmale müssen auf andere Merkmale, auch in anderen Verwaltungsschalen, referenzieren können

Ebenso wie für die Verwaltungsschale in ihrer Gesamtheit müssen auch die einzelnen Merkmale auf I4.0-konforme Entitäten und Informationen außerhalb der eigenen Verwaltungsschale referenzieren können. So wird eine Vernetzung von Informationen zu Wissen möglich (→ 2.6). Auch können so unterschiedliche Wissensdomänen (also z. B. Merkmale aus unterschiedlichen Standards) miteinander verknüpft werden.

Im Speziellen werden so Sichten möglich (→ 3.1), indem eine Sicht/Informationsmenge hierarchisch gebildet wird (→ (p)) und die anderen Sichten durch Referenzieren auf diese verknüpfen²⁹.

Diese Anforderung soll auch die Verknüpfung mittels benannter Beziehungen, wie bei semantischen Technologien erforderlich, möglich machen (→ 2.7.3 RDF/Tripel).

Zu (r) Merkmale müssen auf Daten und Funktionen (mindestens innerhalb) der Verwaltungsschale referenzieren können

Das Manifest dient als eindeutig aufzufindendes Inhaltsverzeichnis zu allen Informationen, Daten und Funktionen innerhalb der Verwaltungsschale. Merkmale bieten sich als gleichartig zu behandelnde und bereits standardisierte (→ 2.7.1) Elemente für das Manifest an. Daten und Funktionen andererseits können sehr vielartig, vielgestaltig und vielschichtig sein. Daher wird festgelegt, dass Merkmale als Teil des Manifests auf Daten und Funktionen innerhalb der Verwaltungsschale referenzieren können sollen.

Auf diese Weise können einheitlich aufzufindende Merkmale als Ankerpunkt für unterschiedlichste Datenmengen dienen. Auf die gleiche Weise kann eine Auffindbarkeit, Beschreibung und ein Zugriff auf die Funktionen der Fachlichen Funktionalität gewährleistet werden.

Zu (s) Merkmale müssen Aspekte der Informationssicherheit („Information security“) durch eine abgestufte Gewährleistung der Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit, Sichtbarkeit und Authentizität berücksichtigen

Merkmale, Daten und Funktionen werden auch Informationen tragen, auf welche nicht jeder Partner innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerks oder sogar innerhalb einer Organisationseinheit zugreifen soll oder deren Integrität sowie Verfügbarkeit gewahrt werden soll. Daher soll die Struktur der Verwaltungsschale von Beginn an Aspekten wie Zugriffsschutz, Sichtbarkeit, Identitäts- und Rechtmanagement, Vertraulichkeit und Integrität Rechnung tragen können. Wenn die getätigte Risikobeurteilung es erlaubt, kann auch ein Zustand „Keine Security“ realisiert werden.

29 Dies wird so etwa bei OPC UA Device Integration, Part 100, gehandhabt.

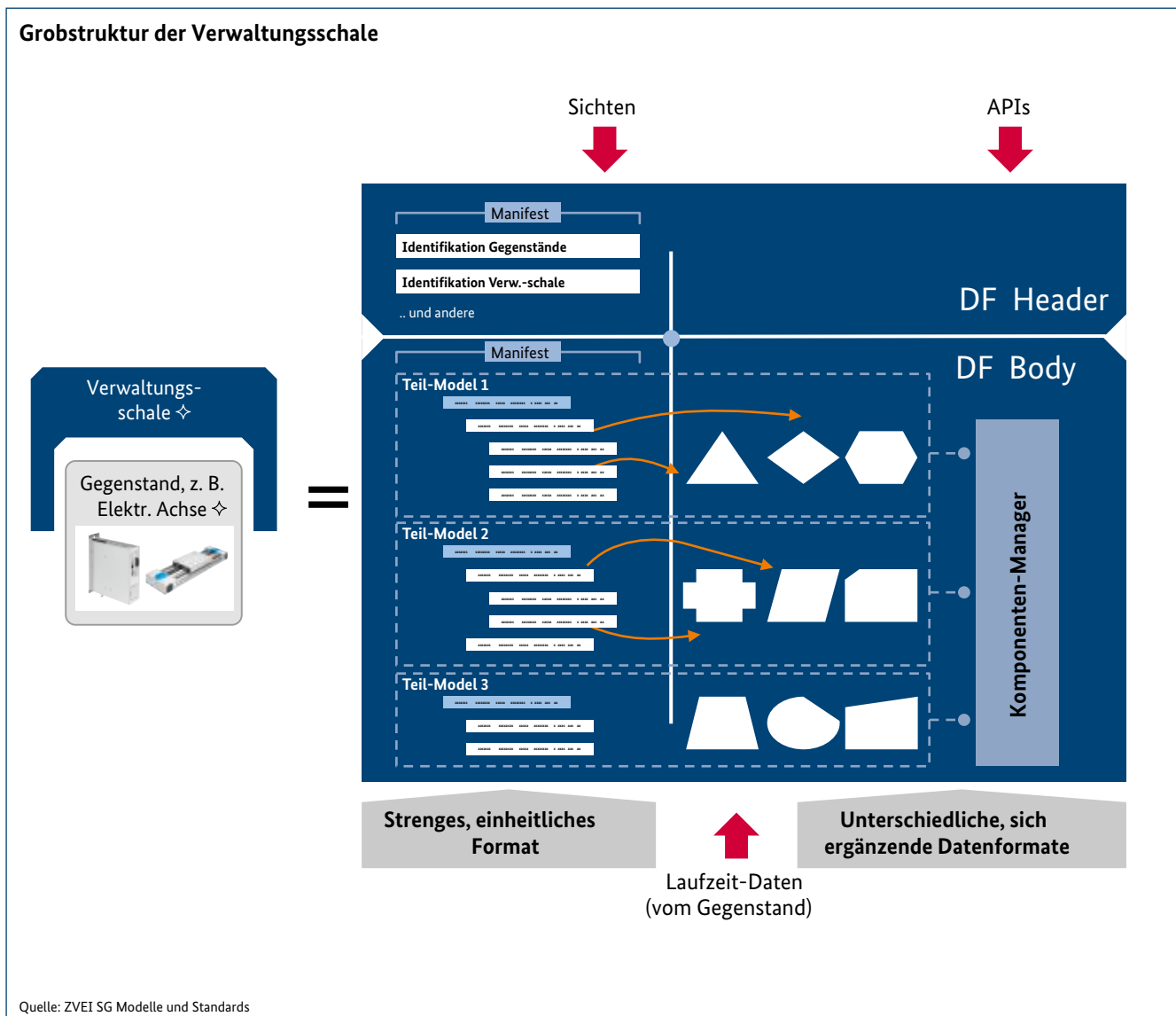
Eine detaillierte Ausdifferenzierung dieser Aspekte durch Profile und Sichten soll später vorgenommen werden können.

3.5 Grobstruktur der Verwaltungsschale

Mit Hilfe der Anforderungen, speziell aus den Abschnitten 3.2 und 3.4, lässt sich eine Grobstruktur für die Verwaltungsschale entwerfen. Die folgende Abbildung soll noch keine IT-feste Spezifikation darstellen, sondern dient der Erläuterung wichtiger Konzepte. Eine IT-feste Spezifikation ist ebenso nötig, kann aber in einem direkt anschließenden Schritt und an anderer Stelle erbracht werden³⁰.

Mit diesem Entwurf unterscheidet die Verwaltungsschale, wie ein „DF Asset“ der Digitalen Fabrik, zwischen „Header“ und „Body“. Im „Header“ sorgt eine Liste von Merkmalen für eine Identifikation und Bezeichnung der konkreten Gegenstände und der Verwaltungsschale im jeweiligen Kontext und verweist gegebenenfalls auf ausgewählte Fähigkeiten der Gegenstände und Sichten.

Die Angaben des Headers (inklusive der Identifikation von Verwaltungsschale und Gegenständen) sind als Merkmale im Sinne von Anforderung (s) (→ 3.4) abzusichern.



30 evtl. durch die Zusammenarbeit mit VDI/VDE GMA FA 7.21

Im „Body“ findet sich der **Komponenten-Manager**, welcher einzelne **Teilmodelle** innerhalb der Verwaltungsschale verwaltet. Jedes Teilmodell verfügt über hierarchisch organisierte **Merkmale**, welche auf individuelle **Daten und Funktionen** (weiße geometrische Elemente) referenzieren. Nicht dargestellt, aber möglich, sind das gegenseitige Referenzieren und das Bilden von Sichten.

Die Gesamtheit der Merkmale aller Teilmodelle bildet somit das **Manifest** der Verwaltungsschale, welches damit als eindeutig aufzufindendes Inhaltsverzeichnis aller Daten und Funktionen dienen kann. Auf diese Weise wird es möglich, dass die jeweiligen Merkmalsstrukturen in einem strengen, **einheitlichen Format** (aufbauend auf IEC 61360, → 2.7.1) vorliegen, während für die unterschiedlichen Daten und Funktionen unterschiedliche, sich ergänzende **Datenformate und Zugriffsmethoden** möglich sind.

Nach außen hin kann die Verwaltungsschale gegebenenfalls **Laufzeit-Daten** (vom Gegenstand) aufnehmen und abbilden, z. B. die Ist-Position und Ist-Ströme bei einem Servoverstärker. Die Informationsmengen sollen nach außen mittels Sichten dargestellt werden können (→ 3.1). Ein I4.0-konformes, serviceorientiertes **API** (application programmers interface) soll die **Dienste** des Ressourcen-Managers nach außen zur Verfügung stellen. Teil dieser Dienste ist die lebenslange **Pflege der Merkmale, Daten und Funktionen** innerhalb der Verwaltungsschale, die **Adressierung und Identifikation von Verwaltungsschalen und Gegenständen** (→ 3.2 (h), (i)) und eine **leistungsfähige Suche** nach Merkmalen und referenzierten Daten und Funktionen. Diese Suche soll mehr als nur das Durchstöbern (engl. „to browse“) von Merkmalen ermöglichen, sondern Sichten-Unterstützung, tolerante Suchen, Synonym-Suchen und Ähnlichkeitsbeziehungen unterstützen. Eine Unterstützung von SPARQL ist denkbar (→ 2.7.3).

3.6 Gegenstandsstruktur

Für die Ausprägung von Verwaltungsschalen ist es relevant, für welche Gegenstände³¹ diese Ausprägung geschehen kann:

- So kann auch eine bereitgestellte **Software** ein wichtiges Asset eines Produktionssystems und damit einen Gegenstand darstellen.
- Ein **Gegenstand kann mehrere Verwaltungsschalen** haben, welche in unterschiedlichen Referenzrahmen, also RAMI 4.0-Modellen, relevant sind. So kann beispielsweise der Hersteller eines Servoverstärkers für seine internen Zwecke eine Verwaltungsschale unter „Type/Development“ (→ 2.1) vorhalten und dort seine internen Entwicklungsdaten ablegen. Für die Zwecke seiner Kunden kann dieser beispielhafte Hersteller eine externe Verwaltungsschale der Baureihe unter „Type/Usage“ bereitstellen. Und letztendlich kann beispielsweise für jede ausgelieferte Instanz der jeweilige Verwender eine Verwaltungsschale unter „Instance/Usage“ ableiten und weiterpflegen.

Das obere Beispiel motiviert auch eine Anforderung nach einem automatischen Bezug bzw. Abgleich von einzelnen Anteilen von Verwaltungsschalen untereinander, um beispielsweise eine Aktualisierung einer Verwaltungsschale eines „Type“ in eine „Instance“ übernehmen zu können (siehe auch → Anforderung (l)).

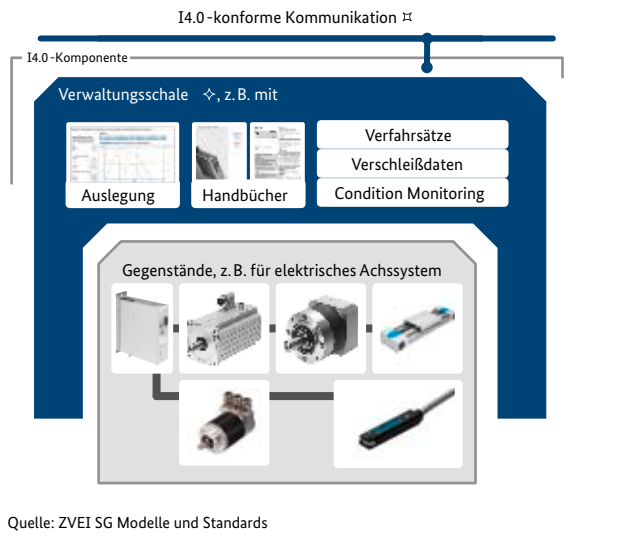
Anforderung: Verschiedene Verwaltungsschalen zu einem Gegenstand müssen sich aufeinander beziehen können. Im Besonderen sollen Anteile einer Verwaltungsschale die Rolle einer „Kopie“ der entsprechenden Anteile aus einer anderen Verwaltungsschale spielen können.

- **Ein oder mehrere Gegenstände können in einer Verwaltungsschale** abgebildet werden, beispielsweise wenn mechanische Achse, Motor, Servoverstärker und weitere Gegenstände eine „kapselfähige“ I4.0-Komponente bilden³².

31 siehe die erste Version der Industrie 4.0-Komponente in der „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0“ der Plattform vom April 2014

32 siehe ebenfalls die „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0“ der Plattform vom April 2014, Abschnitt „Kapselfähigkeit“

Abbildung von mehreren Gegenständen, am Beispiel eines elektrischen Achssystems, in die Verwaltungsschale



Das obige Beispiel motiviert auch eine Situation, bei der die Verwaltungsschalen mehrerer Einzelgegenstände, die beispielsweise ein Hersteller einzeln in Verkehr bringt, in eine Verwaltungsschale zusammengefasst werden, wenn dieser beispielhafte Hersteller auch ein ganzes Achssystem verkauft. Daher gilt, auch mit den Vorgaben der Digitalen Fabrik (→ 2.4):

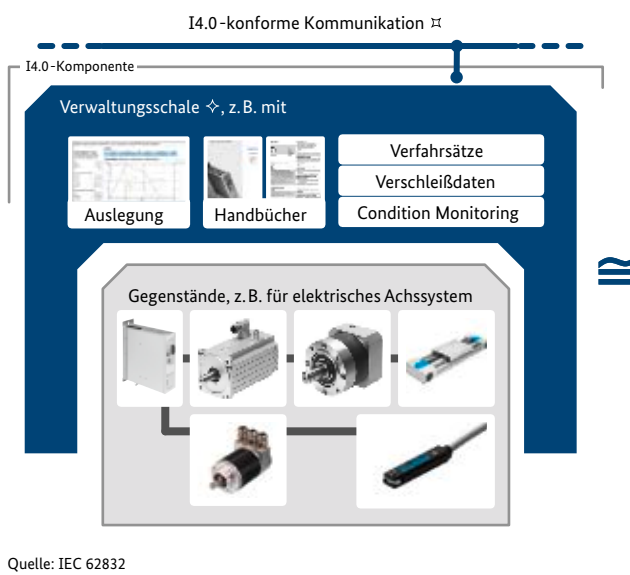
Anforderung: Einzelne Verwaltungsschalen sollen sich unter Erhaltung ihrer Struktur zu einer gesamthaften Verwaltungsschale zusammenfassen lassen.

3.7 Kompatibilität mit der digitalen Fabrik

Die Arbeiten in der IEC haben zum Ziel, einen Standard (genannt „Digitale Fabrik“) für elektronische, maschinenlesbare Repräsentationen von Produktionssystemen zu erstellen, die in allen Lebenszyklusphasen der Produktionssysteme genutzt werden können. Es soll dabei der Austausch von Informationen zwischen den verschiedenen Beteiligten im Entwurf, Bau und im Betrieb eines Produktionssystemes unterstützt werden. Ein wesentlicher Fokus liegt dabei auf der semantischen Eindeutigkeit der Informationen, weswegen sich der Standard „Digitale Fabrik“ auf Merkmalsbeschreibungen der Elemente des Produktionssystemes stützt. Die Verwendung von Merkmalsbeschreibungen für die Komponenten und Komponentenverbindungen ermöglicht eine automatisierte Verarbeitung der Beschreibung des Produktionssystemes – z. B. bei der Validierung des Anlagenentwurfs. Der Standard „Digitale Fabrik“ geht dabei davon aus, dass die Daten zur Beschreibung des Produktionssystemes zentral verwaltet werden.

Ein Ziel von Industrie 4.0 ist die automatisierte Konfiguration eines Produktionssystemes entsprechend variierender

Ähnlichkeiten in den Strukturen der Verwaltungsschale und der Digitalen Fabrik, am Beispiel eines elektrischen Achssystems



IEC CD 62832

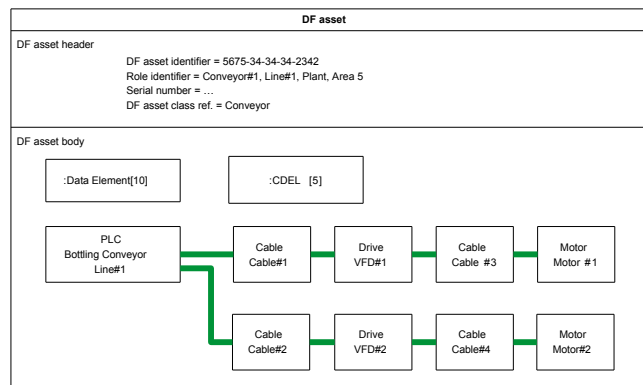


Figure 9 – Example of composite DF asset body

Produktionsaufträge. Dieses Ziel kann nur basierend auf einer maschinenverarbeitbaren Beschreibung des Produktionssystems und der zu produzierenden Produkte erreicht werden. Deswegen baut das Informationsmodell für Industrie 4.0 auf dem Standard „Digitale Fabrik“ auf und erweitert ihn um weitere notwendige Informationen. Um die notwendige Flexibilität für die automatisierte Konfiguration eines Produktionssystems zu erreichen, werden die Produktionselemente nicht nur durch passive Datenelemente repräsentiert, sondern durch eigenständige I4.0-Komponenten, welche nicht nur zentral verwaltet werden, sondern welche als verteiltes Repository verstanden werden können. Die Datenelemente der Digitalen Fabrik (dort als DF Asset bezeichnet) bilden dabei die Grundlage für die Verwaltungsschalen der entsprechenden I4.0-Komponenten.

3.8 Identifikatoren

3.8.1 Ausgangssituation

Verschiedene Anforderungen (→ 3.2 (h), (i)) setzen die Verfügbarkeit und Eindeutigkeit von Identifikatoren (IDs) voraus (vgl. auch → 2.1). Ebenso müssen Merkmale und Klassenbeziehungen eindeutig identifiziert werden können. Ein weiterer Bezug ist auch die mindestens passive Kommunikationsfähigkeit von Entitäten (Gegenständen), welche durch VDI/VDE GMA FA 7.21 definiert wird:

Einheit mit passiver Kommunikationsfähigkeit

Eine physische Einheit ist eine Einheit mit passiver Kommunikationsfähigkeit, wenn sie einen Informationsträger besitzt, der über Systemschnittstellen ausgelesen werden kann. Der Informationsträger selbst ist passiv, erlaubt jedoch das Auslesen seiner Daten und so z. B. die Identifikation des Gegenstands (RFID, Strichcode usw.).

Die Diskussion verschiedener Aspekte der Leistungserbringung (Produktion, Logistik, Betrieb) verschiedener Branchen und verschiedener Regionen legt nahe, dass eine ausschließliche Festlegung auf eine Art der Identifikation, welche auch weltweite Eindeutigkeit bieten muss, schwierig zu leisten ist. Vielmehr sollen Identifikatoren gefunden werden, welche mittelbar eine Zuordnung weiterer Identifikatoren leisten können (Dereferenzierung), und die es daher erlauben, die Zahl von für Industrie 4.0 akzeptierten Varianten klein zu halten.

Anforderung: Ein Identifikator muss mittels einer endlichen Zahl von akzeptierten Varianten die eindeutige Identifikation von Gegenständen, Verwaltungsschalen, Merkmalen und Klassenbeziehungen realisieren und nach Möglichkeit weltweite Eindeutigkeit bieten.

Anforderung: Ein Identifikator muss nach Möglichkeit die Zuordnung weiterer Identifikatoren, aber anderer Varianten, die sich auf das gleiche Objekt beziehen, erlauben.

3.8.2 Festlegung von Identifikatoren

Daher werden folgende, internationalen und frei verfügbaren Standards entsprechende, Varianten von Identifikatoren festgelegt (siehe Seite 32):

Dabei gelten als **globale Identifikatoren** solche, welche die Interaktion der Verwaltungsschale oder ihrer Elemente mit den Verwaltungsschalen anderer Partner der Wertschöpfungsnetzwerke zulassen. Für diese Identifikatoren werden eine weltweite Eindeutigkeit gefordert und als Varianten ISO 29002-5 oder URI vorgegeben:

Identifikation über ISO 29002-5

Die Norm ISO 29002-5 legt ein Identifikationsschema für weltweit eindeutige Identifikatoren fest. Diese sind vor allem für Normen, Standards und konsensual verabredete Merkmalsmengen und Klassen sehr gut geeignet.

Um andere Identifikatoren zuzuordnen, müssten die IT-Dienste einer zentralen Registrierungsstelle bemüht werden.

Identifikation über URIs

Die IT-Technologien haben ebenfalls einen weltweiten Standard für Identifikatoren erarbeitet und verabschiedet (W3C). Wie in Abschnitt 2.7.3 dargestellt, kann über URI-Schema, Domäne und Pfad eine typensichere, weltweit eindeutig und verteilt zu erzeugende Menge an Identifikatoren realisiert werden.

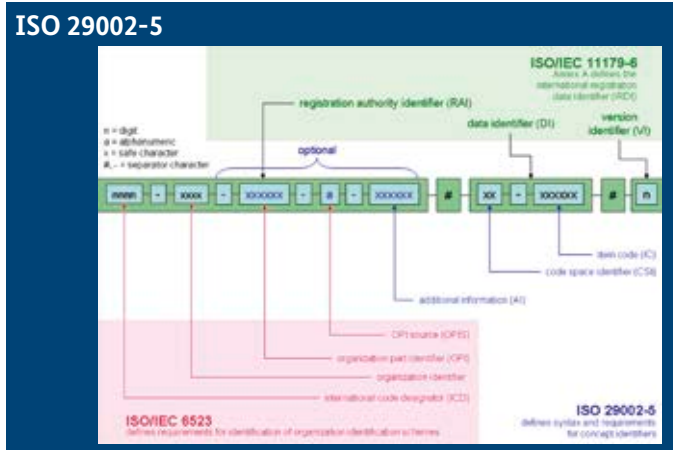
Als **interne Identifikatoren** gelten solche, die nicht für andere Partner der Wertschöpfungsnetzwerke zugreifbar sein müssen. Dies können beispielsweise Identifikatoren herstellerinterner Datenelemente sein. Für diese Identifikatoren können auch weitere Varianten dienen.

Festlegung von globalen Identifikatoren und weiteren internen Identifikatoren für Industrie 4.0

ID

Globale
Identifikatoren

Interne
Identifikatoren



URI (Uniform Resource Identifier)

→ www.festo.com/ids/87364387363

GUID (Globally Unique Identifier)

→ 936DA01F-9ABD-4D9D-80C7-02AF85C822A8

Quelle: Siemens AG

3.8.3 Sichere Wertschöpfungsnetzwerke

Ausprägungen von Sicherheitsanforderungen können es erforderlich machen, dass Identitäten gesichert sind. Eine Übersicht sowie kurze Beschreibung von Identifikatoren, Identitäten, eindeutigen Identitäten und sicheren Identitäten, inklusive einer Matrixdarstellung, erfolgt durch den technischen Überblick der UAG Sichere Identitäten und ist nicht Bestandteil dieser Ausarbeitung.³³

3.8.4 Mittelbare Zuordnung weiterer Identifikatoren

Um den Bedarf an verschiedenen Identifikatoren für verschiedene Aspekte der Leistungserbringung (Produktion, Logistik, Betrieb) abdecken zu können (→ 3.8.1), ist es sinnvoll, in der Verwaltungsschale weitere Merkmale zu hinterlegen, welche mittelbare weitere Identifikatoren, wie z.B. eine GS1-Kennung, lokal vorhalten. Die I4.0-konforme Kommunikation würde sich daher gegen die oben festgelegten Varianten von Identifikatoren richten; mittels eines

API-Dienstes kann die Verwaltungsschale weitere mittelbare Identifikatoren aufsuchen:

Anforderung: Die Verwaltungsschale soll Merkmale aufweisen, welche für verwendete globale Identifikatoren (IDs) von Verwaltungsschale, Gegenständen und Merkmalen auch mittelbare weitere Identifikatoren, wie z. B. eine GS1-Kennung, lokal vorhalten können.

3.8.5 Best Practices für Identifikatoren für Gegenstände und Verwaltungsschalen

Identifikatoren können nach Abschnitt 3.8.1 für unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden. Geht es um die Identifikation von Gegenständen und Verwaltungsschalen, so gibt es zahlreiche Überschneidungen mit weiteren Bedarfsträgern der Leistungserbringung in Unternehmen. Der Anhang A gibt weitere Hinweise, wie diese Überschneidungen in der Umsetzung gelöst werden können.

4. Methodologie zur verteilten Formulierung von I4.0-Teilmodellen

In diesem Abschnitt werden mehrere Ansätze vorgestellt, die mittels eines geregelten Vorgehensmodells eine gute skalierende, parallele Entwicklung mehrerer I4.0-Teilmodelle zur gleichen Zeit erlauben. Eine weitgehende Überlappungsfreiheit der einzelnen Teilmodelle muss dabei gewährleistet werden. Die Anforderungen (q) und (r) aus Abschnitt 3.4 stellen dabei sicher, dass sich die Teilmodelle aufeinander beziehen oder aufeinander aufbauen können.

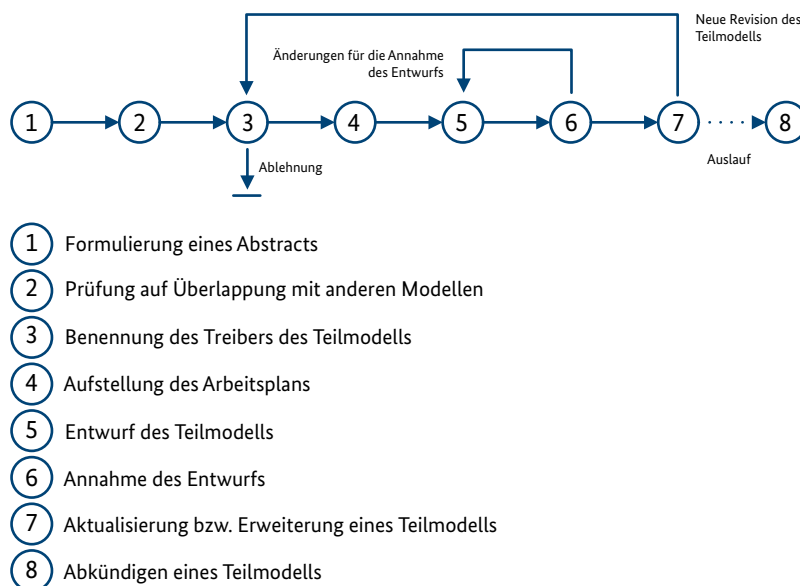
Als jeweiliger Aufgabenbereich der Teilmodelle wird dabei angesehen, die zu nutzenden Merkmale, Daten und Funktionen hinsichtlich eines wohldefinierten Zweckes zu beschreiben. Das zu nutzende geregelte Vorgehensmodell kann dabei entsprechend gewählt werden.

In jedem Fall muss eine Orchestrierung der inhaltlichen Erarbeitung der Teilmodelle passieren. Zunächst wird angenommen, dass die ZVEI/SG „Modelle und Standards“ diese Funktion einer „verantwortlichen Stelle“³⁴ übernimmt. Die „verantwortliche Stelle“ kann allerdings jederzeit auf eine andere Stelle übertragen werden.

4.1 Formulierung eines i4.0-Teilmodells auf der Basis eines existierenden Standards

Dieses Vorgehensmodell ist besonders dafür geeignet, die Merkmale bereits bestehender Standardisierungsvorhaben in Teilmodelle zu überführen. Es arbeitet auf der Basis verschiedener Schritte, welche von unterschiedlichen Parteien durchgeführt werden. Bei der Formulierung des Modells wurde auf eine Vereinbarkeit mit den IEC-Vorschlägen zur Formulierung von Entwürfen³⁵ geachtet.

Vorgehensmodell für die Formulierung eines Teilmodells, beispielsweise für existierende Standards



Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

Die Schritte im Einzelnen sind:

① Formulierung eines Abstracts

(a) Eine interessierte Partei schreibt ein Abstract bzgl. der Verabredung eines Teilmodells. Die Inhalte dieses Abstracts umfassen in allgemein verständlicher Form:

- Name des Vorhabens
- als Quelle zu nutzende Norm(en)
- Verortung im RAMI 4.0, im Besonderen: betroffene Lebenszyklusphasen, betroffene Hierarchien, mögliche Verbindungen zu anderen Modellen/ I4.0-Komponenten
- textuelle Beschreibung: Darstellung, für welche Art von I4.0-Komponenten das Teilmodell relevant ist (z. B. „Elektrische Servo-Achsen“)
- anzusprechende Standardisierungsgremien
- weiterhin zu beteiligende Partner wie Hersteller oder Verbände

(b) Die interessierte Partei reicht das Vorhaben bei der verantwortlichen Stelle ein.

② Prüfung auf „Überlappung“

(a) Die verantwortliche Stelle benennt eine Gruppe von Standardisierungsorganisationen & mit Standardisierung befassten Verbänden.

(b) Diese Gruppe prüft auf Basis der in (1) genannten Normen:

- ob ein anderes Teilmodell die gleichen oder eng verwandte Normen bearbeitet,
- ob die anzusprechenden Standardisierungsgremien korrekt und vollständig benannt sind,
- ob ein konkurrierendes/widersprechendes Teilmodell bereits erfasst ist (RAMI 4.0-Verortung heranziehen).

(c) Die oben genannte Gruppe macht Vorschläge, welche weiteren Stellen, Gruppen, Personen, Teilmodelle zu berücksichtigen sind.

③ Benennung des Treibers des Teilmodells

(a) Die interessierte Partei motiviert das Vorhaben gegenüber der verantwortlichen Stelle. Die verantwortliche Stelle prüft das Vorhaben auf Basis der Informationen aus (1) und (2). Im Falle eines konkurrierenden/widersprechenden Teilmodells führt die verantwortliche Stelle eine Klärung in Bezug auf die bereits existierenden Teilmodelle herbei.

(b) Die verantwortliche Stelle kann einen Vorschlag als nicht relevant für die Teilmodelle der Industrie 4.0-Komponente erklären.

(c) Im Falle einer positiven Entscheidung benennt die verantwortliche Stelle einen Verantwortlichen/ Treiber für die Erarbeitung des neuen Teilmodells.

(d) Die verantwortliche Stelle berücksichtigt die Vorschläge aus (2).

(e) Die verantwortliche Stelle kann einen Berater benennen, welcher dem Treiber bei der Durchführung der Erarbeitung des Teilmodells assistiert. Dieser Berater sollte ausgezeichnete Kenntnisse über RAMI 4.0, I4.0-Komponenten und bestehende Teilmodelle besitzen.

(f) Das Ergebnis der Diskussion wird öffentlich gemacht.

④ Aufstellung des Arbeitsplans

(a) Der Treiber und der Berater sprechen die in (1) und (3) benannten Standardisierungsgremien und weitere Gruppen, Stellen und Personen an und formen eine Arbeitsgruppe. Die Gruppe kann auch eine Teilmenge eines Standardisierungsgremiums sein.

(b) Sie verabreden gemeinsam einen Arbeitsplan, der dokumentiert wird. Der Arbeitsplan hat einen abstimmungsfähigen Entwurf einer Revision des betreffenden Teilmodells zum Ziel.

(c) Arbeitstreffen können beliebig gestaltet werden und können auch im Rahmen bestehender Treffen durchgeführt werden.

⑤ Entwurf des Teilmodells

- (a) Die in (4) genannten Parteien führen die Arbeitstreffen durch. Der Berater hat beratende Funktion.
- (b) Wenn notwendig, gleichen Treiber und/oder Berater Inhalte mit der verantwortlichen Stelle ab.
- (c) Das Teilmodell detailliert über Merkmale, ihre Strukturen und die darüber vernetzten Daten- und Funktionsobjekte.
- (d) Die Merkmale und deren Strukturen sind entsprechend den Vorgaben der Industrie 4.0-Referenzarchitektur auszuführen.
- (e) Weichen Daten- und Funktionsobjekte in ihren Formaten und Ausführungen von den in der Industrie 4.0-Referenzarchitektur benannten Vorzugsformaten ab, ist dies zu begründen.
- (f) Der Entwurf regelt auch, welche Merkmale, Daten und Funktionen immer bereitzustellen sind (Pflichtmerkmale) und welche dieser Merkmale, Daten und Funktionen optional oder alternativ zu verwenden sind (→ 3.3).
- (g) Für eine solche optionale/alternative Verwendung sind „Best Practices“ zu beschreiben.
- (h) Der Entwurf kann auch Merkmale vorschlagen, die für alle Verwaltungsschalen verpflichtend und standardisiert sind (Basismerkmale, → 3.3). Eine Umsetzung dieser Merkmale bleibt der verantwortlichen Stelle vorbehalten.
- (i) Der Entwurf sollte auch bereits Hinweise und Empfehlungen hinsichtlich des Schutzes der Merkmale, Daten und Funktionen im Sinne der Informationssicherheit („Data security“) geben.
- (j) Für eine Abstimmung über eine entsprechende Revision sollen in beispielhafter Weise die späteren Verwender des betreffenden Teilmodells, also z. B. Inverkehrbringer von Komponenten und Software als auch z. B. produzierende Unternehmen aus repräsentativen Branchen, entsprechend berücksichtigt werden.

- (k) Eine Abstimmung erfolgt, wenn nicht durch die Standardisierungsgremien anders geregelt, mit einfacher Mehrheit.

⑥ Annahme des Entwurfs

- (a) Die vorgeschlagene Revision des Teilmodells wird der verantwortlichen Stelle zur Prüfung vorgelegt.
- (b) Die verantwortliche Stelle ist dafür verantwortlich, dass die Definitionen des Teilmodells
 - Definitionen anderer Teilmodelle oder anderer Teile der aktuellen Industrie 4.0-Referenzarchitektur nicht widersprechen, und
 - hinsichtlich Namensgebung, Identifikatoren usw. anderen Teilmodellen adäquat gestaltet und hinreichend angeglichen sind.
- (c) Änderungen des Entwurfs können auf Wunsch des Treibers oder Beraters erneut der Arbeitsgruppe für Änderungen und zur anschließenden Abstimmung vorgelegt werden.
- (d) Im Falle einer positiven Prüfung nimmt die verantwortliche Stelle den Entwurf an, vergibt eine Revisionsnummer für dieses Teilmodell und sorgt für die Veröffentlichung der Inhalte.
- (e) Die verantwortliche Stelle kann die (5) vorgeschlagenen Basismerkmale annehmen und in geeigneter Art und Weise umsetzen³⁶.

⑦ Aktualisierung bzw. Erweiterung eines Teilmodells

- (a) Der Treiber, der Betreuer oder die jeweiligen Vertreter der in (1) und (3) benannten Standardisierungsgremien prüfen in regelmäßigem Abstand von mindestens zwei Jahren, ob ein bestehendes Teilmodell aktualisiert bzw. erweitert werden sollte.
- (b) Die verantwortliche Stelle kann ebenso eine Aktualisierung oder Erweiterung initiieren.

36 beispielsweise ein Teilmodell und darin definierte Basismerkmale standardisiert und verpflichtend machen, Basismerkmale in ein Teilmodell integrieren oder gesondert in der Referenzarchitektur Industrie 4.0 berücksichtigen

- (c) In beiden Fällen sollte das Abstract aus (1) aktualisiert werden.
- (d) Anschließend werden die Schritte (3) bis (6) erneut durchlaufen.

⑧ Abkündigen eines Teilmodells

- (a) Ein Auslaufen eines Teilmodells ist zunächst nicht vorgesehen, da diese in den Verwaltungsschalen über die Lebenszeit der Assets erhalten bleiben.
- (b) Eine Prüfung/Initiative nach (7) kann dazu führen, dass eine Flagge „Abgekündigt“ für dieses Teilmodell gesetzt wird.

4.2 Agiler Ansatz zur Identifikation neuer Inhalte

Detailliert strukturierte Vorgehensmodelle stellen eine gewisse Qualität der produzierten Modelle sicher. Allerdings führen sie zu schwergewichtigen Prozessen, die sehr ressourcenintensiv werden können. Eine produktiv einsetzbare erste Version eines Teilmodells benötigt eine relativ lange Zeit. Agile Ansätze hingegen stellen sicher, dass sehr schnell erste nutzbare Versionen verfügbar sind, welche kontinuierlich weiterentwickelt werden. In weniger kritischen Systemen, die mit Zwischenlösungen von Teilmodellen betrieben werden können, ist es daher naheliegend, agile Ansätze der Modellentwicklung anzuwenden

(1) Vorschlag eines Teilmodells, welches agil entwickelt werden soll

- (a) Wenn durch einen beliebigen Bedarfsträger der Bedarf für die Entwicklung eines Teilmodells für eine Teildomäne durch die Anwendung eines agilen Ansatzes festgestellt wird, wird diese Domäne kurz vorgestellt und beschrieben, damit es mit den bereits laufenden Aktivitäten synchronisiert werden kann

(2) Prüfung und Absegnung durch die verantwortliche Stelle

- (a) Die verantwortliche Stelle überprüft die Eignung der vorgeschlagenen Teildomäne hinsichtlich der Anwendbarkeit eines agilen Ansatzes zur Entwicklung.
- (b) Falls der Vorschlag angenommen wird, setzt die verantwortliche Stelle die notwendige Entwicklungsumgebung auf und gewährt den interessierten Teilnehmern Zugriffsrechte. Dabei wird ein Kernteam definiert, welches für die Festlegung der zukünftigen Releases verantwortlich ist. Weiterhin werden die Entwickler in die vier Rollen (1) Domänenexperte, (2) Knowledge Engineer, (3) Anwendungsentwickler und (4) Wissenschaftler unterteilt (siehe Anhang B).
- (c) Im Kern dieser Entwicklungsumgebung steht eine verteilte Versionskontrolle wie z. B. „Git“ (siehe Anhang B), mit deren Hilfe jeder autorisierte Nutzer Änderungen an dem Teilmodell durchführen kann.

(3) Agile Entwicklung

- (a) Bevor die Entwicklung beginnt, können die autorisierten Entwickler u. U. eine Aufteilung der Entwicklung auf unterschiedliche Stränge (Branches) definieren. Diese können auch auf Basis der unterschiedlichen Entwicklerrollen durchgeführt werden.
- (b) Während der Entwicklung kann jeder autorisierte Nutzer die aktuelle Version des Teilmodells beziehen, diese ändern und als neue Version in das Versionierungssystem hochladen.
- (c) Falls die Änderungen nur als Vorschlag zu verstehen sind, können die Entwickler zusätzliche neue Entwicklungsstränge anlegen, auf denen sie arbeiten. Das Zusammenführen der Stränge ist Aufgabe des Kernteams.
- (d) Die Domänenexperten sind für die inhaltliche Korrektheit der Teilmodelle verantwortlich, während die Knowledge Engineers für die Qualität der Teilmodelle aus der Modellierungssicht verantwortlich sind. Vor allem die Entwickler dieser beiden Rollen haben für die kontinuierliche Weiterentwicklung zu sorgen.

(4) Annahme des Entwurfs

- (a) Das Kernteam der Entwickler kann zu jedem Zeitpunkt der Entwicklung sogenannte Release-Versionen definieren, welche eine gewisse Qualität und Stabilität aufweisen.
- (b) Bevor dieses als solche veröffentlicht werden, werden sie der verantwortlichen Stelle vorgelegt. Die verantwortliche Stelle entscheidet, ob die vorgeschlagene Version tatsächlich als Release-Version akzeptiert und veröffentlicht wird.

Literatur Anhang

Literatur

Technischer Überblick: Sichere Identitäten,
Publikation der Plattform Industrie 4.0, April 2016

Anhang A: Best Practices für Identifikatoren für Gegenstände und Verwaltungsschalen

1. Einleitung

Die Identifikation ist eines der zentralen Themen für Industrie 4.0. Dabei geht es in diesem Anhang um die eindeutige Bezeichnung und Erkennung von Gegenständen, Assets und Objekten einschließlich Software, Dokumente, Menschen etc. Die Identifikation muss weltweit eindeutig möglich sein.

Dieses Kapitel beschreibt die Identifikation allgemein, die Voraussetzungen und Grundsätze und stellt einige Beispiele für eine Umsetzung vor.

2. Wer braucht eine Identifikation?

Die Identifikation ist für unterschiedliche Prozesse innerhalb der Industrie 4.0 notwendig. Sie wird in verschiedenen Prozessen benötigt, aber die verschiedenen Prozesse erfordern unterschiedliche Umsetzungen in der Praxis:

2.1 Technischer Prozess

Für die eindeutige Zuordnung von Objekten in Industrie 4.0 benötigt jedes Objekt, das sich am Industrie 4.0-Verbund beteiligt, eine eindeutige Identifikation.

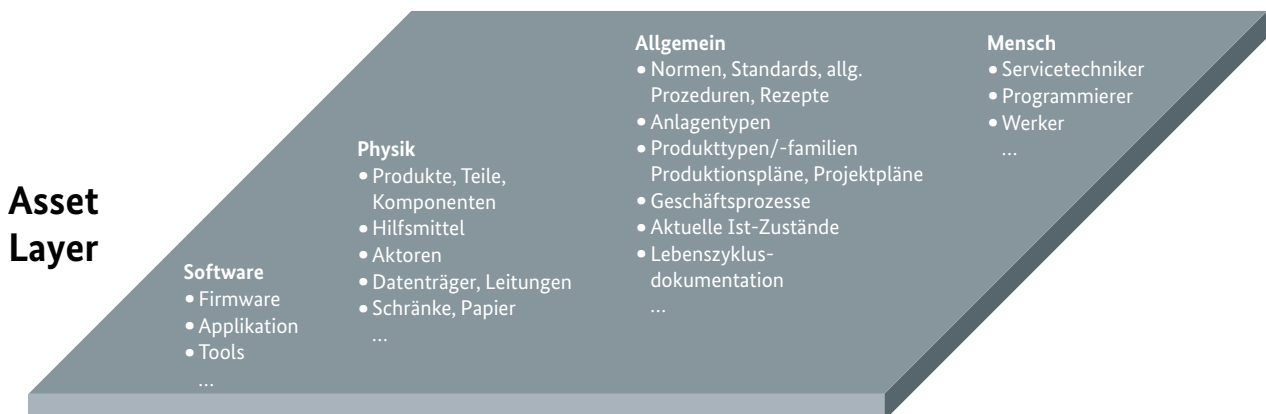
Dabei sind alle Objekte oder auch Assets betroffen, wie sie in dem Asset Layer des RAMI 4.0 definiert sind.

Eindeutig erkennbar oder identifizierbar müssen aber auch alle Daten bzw. Merkmale im Information Layer sein. Dazu kommt die eindeutige Identifikation der Funktionen und Softwareanteile.

2.2 Logistik

Weiterhin kommt der Identifikation im gesamten Warenverkehr eine wichtige Rolle zu. Betroffen ist die gesamte Logistikkette wie z. B. Produkte, aber auch Verpackungen, Transportfahrzeuge, Behälter, Lagerhaltung etc. Betroffen sind auch Zulieferteile, die nicht selbst verkauft werden, sondern in ein Produkt oder System einfließen. Mehrere Identifikationen werden in einem Gerät oder System zusammengeführt und das Gerät/System erhält ebenfalls eine Identifikation. Den Zusammenhang der einzelnen Teile und damit auch der Identifikationen stellen die Hersteller sicher.

Mögliche Objekte auf dem Asset Layer des RAMI 4.0



Identifikation im Lichte unterschiedlicher industrieller Prozesse

	Produktion	Logistik	Sales, Marketing, Service
Ziel	Einfache, schnelle und fehlerfreie Identifikation in der Fertigung	Einfache, schnelle und fehlerfreie Identifikation im Warenstrom	Kundenzugang/-bindung, Zusatzleistungen: z. B. Autotuning, Inbetriebnahme etc.
Kunde	Interne Prozesse	Interne Prozesse, Lieferanten und Kundenprozesse	Interessent/Kunde
Technik	Steuerungseinbindung Industrielle Lesesysteme	Backend-Systeme (ERP) Industrielle Lesesysteme	Standard Smartphone lesbar Ohne Firmen-App
Inhalte	Materialnummer, Seriennummer	Materialnummer, Seriennummer, Menge und Zusätze	Kataloginformationen, Ersatzteile, Hotline, Vertriebskontakt, CAD etc.
Sonstiges	Sichere Kennzeichnung Kann am Produkt oder Werkstückträger sein	Sichere genormte Kennzeichnung Möglichst viele Produkte Zusätze wie Behälter, Verpackungen etc.	Zugängliche Kennzeichnung Ausgesuchte Produkte Schnell und einfach
Marktüblich	Barcode, Data Matrix, RFID, QR-Code	Barcode, Data Matrix, RFID, QR-Code	QR-Code, Data Matrix

2.3 Vertrieb, After Sales, Marketing

Kunden und Interessenten benötigen einen einfachen und schnellen Zugriff auf Informationen zum Produkt. Dies können Informationen zum Produkt sein, aber auch zur Unterstützung (Inbetriebnahme) oder zum Service (z. B. Ersatzteile, Servicetechniker, Fernwartung etc.).

Auch für diese Prozesse ist ebenfalls eine weltweit eindeutige Identifikation notwendig.

3. Grundsätze

- So wenig wie möglich Zeichen in die Identifikation; Merkmale, Eigenschaften und weitere Daten können unter der Identifikation abgerufen werden
- ID so kurz wie möglich, um auch kleine Teile, die wenig Platz für einen Code bieten, zu kennzeichnen
- Das Objekt soll weltweit über eine Identifikation (ID), einen ID String identifizierbar sein
- Der ID String besteht aus ASCII-Zeichen, es sollen nur wenige Sonderzeichen verwendet werden (siehe unten, „Verwendung von Zeichen“)
- Die ID ist immer weltweit eindeutig („meine ID gibt es nur genau 1x, ich bin ein Individuum“)
- Überschneidungsfrei zu anderen Anwendern, d. h. Mitführen des Herstellers/der Firma

- Firmen sorgen intern für Überschneidungsfreiheit ihrer IDs
- Werden Codes verwendet, muss auch die ausgebende Stelle des Codes mit aufgeführt sein
- Technische Daten, Merkmale, Eigenschaften etc. sind keine Bestandteile der ID
- Die ID kann sprechende Bestandteile wie Materialnummer, Produktname und Typ enthalten
- ID ist unabhängig von der technischen Umsetzung, sie soll mindestens mit Quick Response Code (QR-Code), Data Matrix Code (DMC), Near Field Communication (NFC) und RFID (Radio-Frequency Identification) umsetzbar sein. Zukünftig kann es weitere technische Umsetzungen geben.

4. Informationen für die Identifikation

In der Industrie werden verschiedene Klassifizierungs- und Kennzeichnungssysteme verwendet, um Teile, Produkte, Menschen, Software, aber auch Dienstleistungen eindeutig zu kennzeichnen und damit auch technisch bearbeitbar zu machen.

Organisation (Firmenname, Hersteller)

Jede Organisation oder Firma sorgt intern für eine überschneidungsfreie Ausgabe von Identifikationen. Wird die Identifikation zusammen mit der Firma/Organisation

genannt, kann eine eindeutige Identifikation erfolgen. Voraussetzung ist, dass auch der Organisationsname oder Firmenname weltweit eindeutig ist.

Produktname

Produktnamen sind herstellerübergreifend meist identisch und kennzeichnen eine gleiche Klasse oder Kategorie von Produkten, z.B. Servomotor, Steuerung, Drucksensor. Zusätzlich führen die Hersteller eigene zusätzliche Kurzzeichen, die den Produktnamen noch etwas genauer spezifizieren. Sie gehören zum Produktnamen (z.B. Servomotor MKS140).

Produkt/Material (Typ)

Ein Produkt ist ein durch Produktion entstandener gebrauchsfähiger bzw. verkaufsfähiger Gegenstand. Übergeordnete Produktkategorien sind Dienstleistungen (z.B. Entwicklung), Software (z.B. Rechnerprogramm), Hardware (z.B. Ventil) oder verfahrenstechnische Produkte (z.B. Schmiermittel).

Über den Produktnamen und seine Kurzzeichen hinaus erhält jede mögliche Ausführung (z.B. mit Optionen) eine genaue Produkt- bzw. Materialbezeichnung. Es handelt sich hierbei immer noch um einen Typ, dessen Ausführung aber genau festgelegt ist. Gekennzeichnet wird er über eine eindeutige Materialnummer.

Seriennummer (Instanz)

Die Seriennummer ist eine eindeutige Kombination von ASCII-Buchstaben, Zahlen und/oder Zeichen, die vom Hersteller ausgewählt wird und dazu vorgesehen ist, ein Produkt von anderen Produkten mit der gleichen Produktbezeichnung zu unterscheiden (Kennzeichnung von Instanzen des gleichen Typs). Eine Seriennummer wird bei einem Hersteller immer nur ein einziges Mal vergeben und ist damit eindeutig.

Beispiele:

Soll eine einzelne Instanz angesprochen werden, so ist zumindest die Nennung von Organisation/Hersteller und Seriennummer notwendig (z.B. ein bestimmter Servomotor, ein bestimmter Frequenzumrichter, ein bestimmter Sensor).

Bei vielen Assets wird keine Seriennummer vergeben, z.B. bei Schrauben, Kabeln etc. Hier ist die Nennung von Hersteller und Produktnummer für eine eindeutige Identifikation ausreichend.

Hinweise zur Verwendung von Zeichen

1) Erlaubte Zeichen

Numerisch: 0...9 und alphanumerisch: Buchstaben A...Z und a...z

(keine nationalen Sonderzeichen, z. B. ä, â, ...)

Zusätzliche Zeichen sollten vermieden werden: Leerzeichen ! # \$ % & „ () * + - _ ~ . , / ; : = ? @ []

Bestimmte Zeichen kennzeichnen und trennen die einzelnen Segmente einer URL und ermöglichen deren Verarbeitung:

- Fragezeichen (?) leitet die spezifischen Pfadangaben (Query String) der URL ein
- Et-Zeichen (&) steht als Trennzeichen für den Parameter (Datenfeld)
- Gleichheitszeichen (=) steht zwischen dem Namen eines Parameters (= Datenfeld) und seinem Wert (= Dateninhalt)

Hinweis: Daher müssen diese Zeichen bei Verwendung vorher encodiert werden (siehe auch RFC 3986).

2) Stringlängen

Einige Geräte, aber auch Softwarepakete ermöglichen eine Übertragung einer fast unendlichen Menge an Zeichen. Einige sind bei der Durchleitung aber auf 245 Zeichen beschränkt. Um eine sichere Übermittlung zu gewährleisten, sollten daher maximal 245 encodierte Zeichen in einem String übertragen werden.

ID Umsetzung

Beispielwerte:

Organisation mit ausgebender Stelle	7777777 (GS1) 123456789 (DUNS) http://Firmaxy.com (DNS)
Produktname	Servomotor_MKS140
Materialnummer	1122334455
Seriennummer	667788990012345

1) Beispielhafte Umsetzung mit URL

Die jeweilige Firma ist verantwortlich, dass unter der Webadresse auch Informationen zum Produkt abrufbar sind.

Beispiel: Zugriff auf eine eindeutige Seriennummer im Servicefall

<http://Firmaxy.com/667788990012345>
<http://Firmaxy.com/ID/667788990012345>
<http://Firmaxy.com?s=667788990012345>

Beispiel: Zugriff auf Entwicklungsunterlagen eines Produkts/Materials

http://Firmaxy.com/Servomotor_MKS140/1122334455
<http://Firmaxy.com/1122334455>
<http://Firmaxy.com?m=1122334455>

2) Beispielhafte Umsetzung mit ISO

Das ISO/IEC-Schema lässt gewisse Freiheitsgrade bei der Auswahl des Code-Schemas

Ausgebende Stelle	z. B. UN für Dun & Bradstreet
Application Family	
Identifizier (AFI)	Objektklasse, A1 für Produkt Kennzeichnung
Data Identifizier	Struktur des ID String, 25S oder 37S empfohlen

a) Beispiel mit ausgebender Stelle = UN, AFI = A1,
Data identifier = 25S als RFID-Code ausgeführt

RFID, URI:

urn:iso:id:obj:25SUN123456789Servomotor_
MKS1401122334455667788990012345

b) Beispiel mit ausgebender Stelle = UN, AFI = A1, Data
identifier = 37S als RFID-Code ausgeführt

RFID, URI:

urn:iso:id:obj:37SUN.123456789.Servomotor_MKS1401
122334455+667788990012345

5. Technische Umsetzung

Die technische Umsetzung eines Codes kann sehr unterschiedlich erfolgen. Im Folgenden finden Sie praktische Umsetzungsbeispiele von in der Plattform Industrie 4.0 beteiligten Unternehmen:

Firma A:



<http://dc-qr.com?m=R911345469&t=HMU05.1N-F0140-0350-N-A4-D7-N1N-NNNN&s=7260403890047>

Firma B:



Anbei ein Beispiel, wie heute von einem QR-Code auf einem Artikel zu den Daten im eShop eine Verlinkung vorgenommen werden kann.

Die 7-stellige Artikelnummer wird bei der Artikelanlage im Stammdatensatz vergeben. Im PLM-System wird diese Artikelnummer um eine Revisionsnummer der Produktunterlage ergänzt.

In Bezug auf Industrie 4.0 würden wir uns eine Verständigung auf ein Verfahren (Global Unique ID) wünschen.

www.phoenixcontact.net/product/2832632

Firma C:



Version 1 – URL+“Enter“+SerienNr.

<http://shop.murrelektronik.de/en/7000-14041-0000000>

(Enter)

123456789123456789



Version 2 - URL+“Enter“+SerienNr.

<http://me23.me/7000-14041-0000000/123456789123456789>

Version2 (24px=1,4cm)



Aktuell (22px=1,3cm)

Firma D:

<http://go2se.com/Referenz> auf ein Objekt/Diverse Unterteilung von Daten und Anfragen per „/“ und entsprechenden Keywordkürzeln für ein Objekt

Eine Industrie 4.0-Komponente kann daher einfach gelinkt werden wie unsere Produkte mittels REF = ID oder sn = ID

Bsp. <http://go2se.com/ref=TM241CE24T>

<http://go2se.com/ref=TSCEGWB13FA0>

Oder als Teil der Daten eines Objektes (wobei „data=“ auch durch andere Kürzel bei uns ersetzt werden kann).

(fiktiver Link) [http://go2se.com/sn=TM241CE24T/Data=\(I4.0ID\)](http://go2se.com/sn=TM241CE24T/Data=(I4.0ID))

Firma E:



Ventilinsel VTUG

<http://pk.festo.com/3s7pl9xL2QK>

Proportional – Druckregelventil – VPPM



<http://pk.festo.com/3S7PL9JS583>

Druckaufbau- und Entlüftungsventil MS6-SV



<http://pk.festo.com/3S7PL810PFQ>

Anhang B: Leichtgewichtiger Ansatz zur Standardisierung von Vokabularen für semantische Interoperabilität

Dr. Gökhan Coskun, Prof. Sören Auer, Fraunhofer IAIS

1. Einleitung

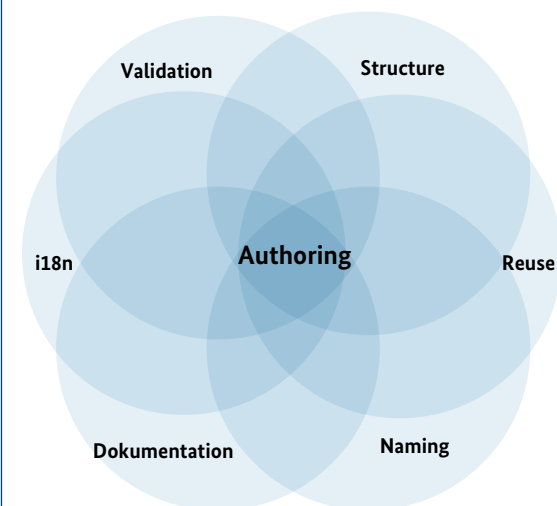
Die Definition von Vokabularen und Softwarearchitekturen als Standards zur Realisierung von Daten- und Systemintegration ist ein gängiger Ansatz, die Heterogenität von komplexen Systemen zu adressieren. Dabei ist der traditionelle Ansatz, einen Standard zu definieren, ein langwieriger und aufwendiger Prozess. Inspiriert durch das dynamische, vielfältige und offene Web wird im vorliegenden Dokument ein leichtgewichtiger und kollaborativer Ansatz zur Entwicklung von Vokabularen definiert. Dieser soll dazu dienen, die aktuell angewendeten Standardisierungsprozesse mit einem neueren agileren Ansatz zu komplementieren. Das vorrangige Ziel dabei ist es, das Bewusstsein der Standardisierungsgremien für die pragmatischen, leichtgewichtigen und agilen Prozesse des Webs zu verstärken sowie die relevanten Erfahrungen und Erkenntnisse dieser Domäne in den Arbeitsablauf zur Definition von Standards zu integrieren.

2. Anforderungen der kollaborativen Vokabularentwicklung

In verteilten und heterogenen Softwaresystemen werden gemeinsame Datenformate und Vokabulare – meist auch Metadaten genannt – als ein gemeinsames Verständnis der Domäne verstanden. Sie werden dazu verwendet, den Datenaustausch zwischen den Systemen zu ermöglichen. D.h. die internen Daten der Systeme werden vor dem Austausch in die Repräsentation mittels dieser Vokabulare überführt und anschließend versendet. Der Empfänger kann diese seinerseits in die eigene interne Darstellung übersetzen. Aufgrund dieser engen Kopplung der Austauschformate mit den internen Repräsentationen hat man das Problem der Vokabularentwicklung meist als einen Teil der Softwareentwicklung betrachtet und als eigenständiges Problem ignoriert. Erst durch das zunehmende Bedürfnis, Daten stärker zu integrieren, um einerseits mehr Nutzen aus ihnen zu ziehen und andererseits die Anwender durch integrierte Systeme besser zu unterstützen, wurde dem Problem der Vokabularentwicklung mehr Aufmerksamkeit zuteil. Dieses Bedürfnis wurde nicht zuletzt durch den Erfolg des Webs, die unzähligen erfolgreichen Mesh-Ups im

Web und die Vision des semantischen Webs bestärkt. Vor allem im Kontext des Semantic Web entstanden zunächst zahlreiche Methodiken zur Erstellung von ausdrucksstarken Ontologien mit Fokus auf Wissensrepräsentation im Sinne der künstlichen Intelligenz. Zwischenzeitlich gewinnen verstärkt pragmatischere Ansätze an Bedeutung, die die Vokabularentwicklung zwar als ein eigenständiges Problem ansehen, gleichzeitig aber auch existierende Techniken und Werkzeuge der agilen, pragmatischen und kollaborativen Softwareentwicklung einsetzen. Daraus ergibt sich in erster Linie die Herausforderung, diese Techniken und Werkzeuge so gut wie möglich den Anforderungen der Vokabularentwicklung anzupassen. Basierend auf der Erfahrung vergangener Arbeiten sowie der Analyse existierender Webvokabulare, wurden die folgenden sechs Aspekte (siehe Abbildung) als die wichtigsten Anforderungen der Vokabularentwicklung identifiziert.

Aspekte der Vokabularentwicklung

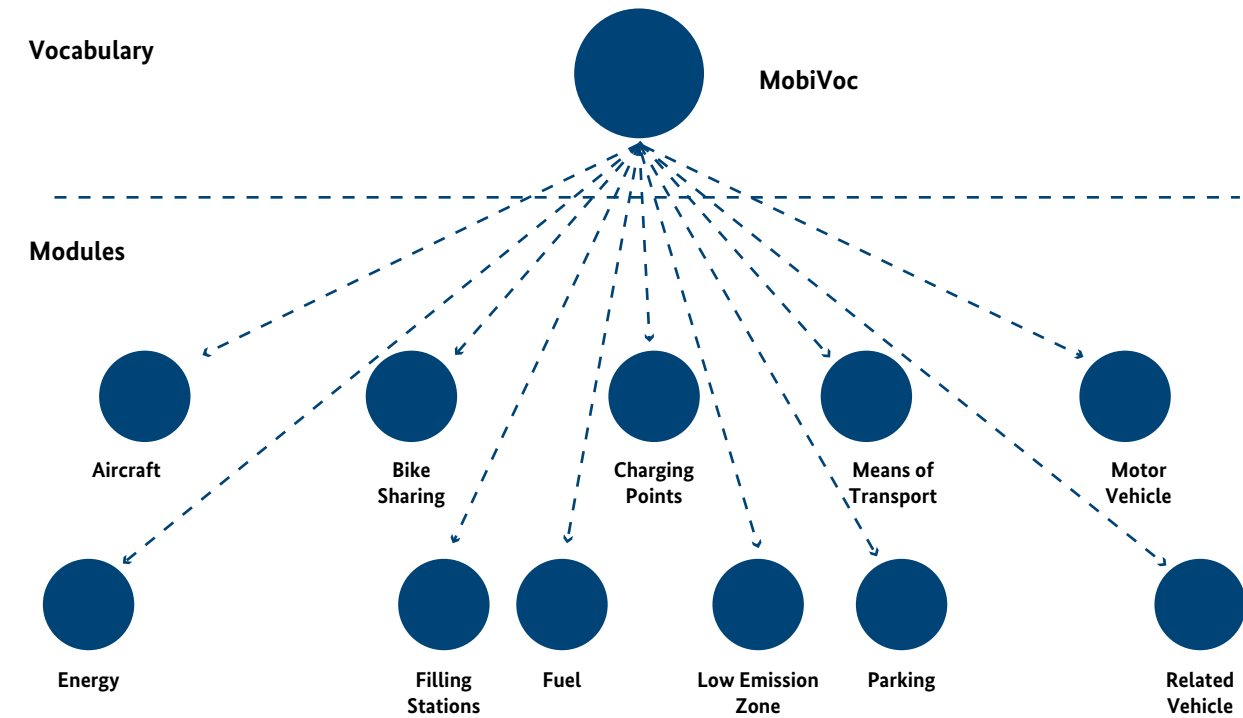


Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

Validierung

Die Validierung ist ein wichtiger Aspekt der Vokabularentwicklung. Hierbei wird die Korrektheit der Vokabulare in Bezug auf die Syntax, Vollständigkeit und Konsistenz sowie die Verfügbarkeit überprüft. Während des gesamten Lebenszyklus eines Vokabulars muss die Validität der Vokabularentwicklung gewährleistet sein. Daher ist eine kontinuierliche Validierung während des gesamten Entwicklungsprozesses notwendig.

Darstellung der Modularität des MobiVoc-Vokabulars



Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

Strukturierung

Die Größe und Komplexität von Vokabularen kann während der Entwicklung stets zunehmen, so dass diese nach einer gewissen Zeit sowohl die Weiterentwicklung als auch die Pflege und Wartung besonders erschweren. Um die Leichtgewichtigkeit und Agilität beizubehalten, muss eine geeignete Strukturierung, Partitionierung und Modularisierung stattfinden. Die Zuständigkeiten der Entwickler bzgl. der Teilvokabulare müssen explizit und eindeutig geklärt werden. Die Abbildung 2 illustriert anhand des MobiVoc³⁷ Vokabulars beispielhaft die Aufteilung in Teilvokabulare.

Wiederverwendung

Die Verfügbarkeit zahlreicher Vokabulare im Web – vor allem im Kontext der „Linking Open Data Cloud“-Bestrebungen – legt es nahe, vor der vollständigen Neuentwick-

lung nach zumindest teilweise wiederverwendbaren Komponenten zu suchen. Im Erfolgsfall erspart dies nicht nur Zeit, sondern stellt auch eine gewisse Qualität sicher, da man davon ausgehen kann, dass oft wiederverwendete Vokabulare auch häufigen Begutachtungen unterlagen und oft verbessert wurden.

Bezeichnung

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Vokabularentwicklung ist die Wahl der richtigen Bezeichner für die Begriffe. Eine konsistente und geeignete Bezeichnung beugt Konflikten vor, verbessert die Verständlichkeit und verstärkt somit die Wiederverwendbarkeit. Die Verwendung von Bezeichnungsschemata wie z. B. das CamelCase sind sehr zu empfehlen.

37 <http://www.mobivoc.org>

Dokumentation

Um den gesamten Entwicklungsprozess verfolgen zu können, als auch um den aktuellen Inhalt eines Vokabulars schnell und richtig verstehen zu können, ist die ausführliche Dokumentation essentiell. Die Entwickler müssen die Möglichkeit haben, ihre Modifikationen einfach und schnell dokumentieren zu können. Diese müssen verlässlich aufgezeichnet werden und in einer geeigneten Darstellung sowohl für die Mitglieder des Entwicklerteams als auch für potentielle Wiederverwender abrufbar sein.

Mehrsprachigkeit

In Anbetracht der Tatsache, dass Entwicklerteams zunehmend über die gesamte Welt verteilt sind und Softwaresysteme sprachunabhängig international eingesetzt werden, ist ein wichtiger Aspekt die Mehrsprachigkeit von Vokabularen. Es empfiehlt sich, die Vokabulare zumindest ins Englische zu übersetzen, um die Menge der potentiellen Wiederverwender und somit die Anzahl der integrierbaren Softwaresysteme zu erhöhen.

3. VoCol – Leichtgewichtige Entwicklung von Vokabularen

VoCol ist ein leichtgewichtiger Ansatz zur kollaborativen Vokabularentwicklung, welcher sich stark an bewährten Softwareentwicklungspraktiken und -umgebungen orientiert. Diese werden nur geringfügig angepasst, damit die beschriebenen Anforderungen erfüllt werden können. Im Kern der VoCol-Umgebung befindet sich das verteilte Versionierungssystem Git, welches sich nicht nur in Softwareentwicklungsprojekten zunehmender Beliebtheit erfreut, sondern bereits in der Entwicklung von Webvokabularen zum Einsatz kommt. Besonders erwähnenswert an dieser Stelle sind Schema.org³⁸, Description of a Project³⁹ (DOAP) und die Music Ontology⁴⁰. Außerdem werden Prinzipien sowie Rollen definiert.

38 <https://github.com/schemaorg/schemaorg>

39 <https://github.com/edumbill/doap>

40 <https://github.com/motools/musicontology>

3.1 Methodische Prinzipien

Im Gegensatz zu umfangreichen Methodiken, begnügt sich VoCol damit, Prinzipien für die Entwicklung zu definieren, deren Verfolgung vielversprechend für die Effizienz und die Effektivität des gesamten Entwicklungsprozesses sind.

- **Einfache und schnelle Editierbarkeit**
Der Zugang zum Entwicklungsprozess muss einfach und unkompliziert sein, so dass die Entwickler mit einfachen Werkzeugen wie dem Webbrowser mit entwickeln können. Jeder Interessierte sollte dabei die Möglichkeit haben, teilzunehmen und seinen Beitrag zu leisten.
- **Stetige Anpassung and sich verändernde Gegebenheiten**
Sowohl die Teile der Vokabulare als auch die Bestandteile der Entwicklungsumgebung sollten schnell und unkompliziert ersetzbar sein, damit die Möglichkeit besteht, sich den Veränderungen anzupassen. Die Teams sollten weitestgehend selbstständig und unabhängig agieren und auch starken Veränderungen gegenüber offen sein.
- **Nutzerzufriedenheit adressieren durch schnelle Auslieferung**
Unterschiedliche stabile Versionen sollten automatisch und schnell zur Verfügung gestellt werden. Dabei werden Vokabulare als sich fortlaufend ändernde Produkte angesehen und nicht als einmalige und abgeschlossene Entwicklungsaktivitäten. Außerdem müssen Nutzer die Möglichkeit haben, Feedback zu geben, welche im Entwicklungsprozess berücksichtigt werden.

3.2 Rollen

In VoCol werden die Entwickler in die folgenden vier verschiedenen Rollen unterteilt:

- **Domänenexperte**
Diese verfügen über sehr genaues Detailwissen über die Domäne, welche in dem Vokabular repräsentiert werden soll. Jedoch haben diese wenig oder keine Erfahrung in der Modellierung und der formalen Wissensrepräsentation.

● **Knowledge Engineer**

Diese Experten für Modellierung und Wissensrepräsentation stellen die Qualität der formalen Aspekte von Vokabularen sicher. Sie sind verantwortlich für die Anwendung der aktuell geltenden Best Practices.

● **Anwendungsentwickler**

Anwendungen für Endnutzer mit ausgereiften Benutzeroberflächen, welche auf den Vokabularen aufbauen und diese nutzen, werden von den Anwendungsentwicklern hergestellt.

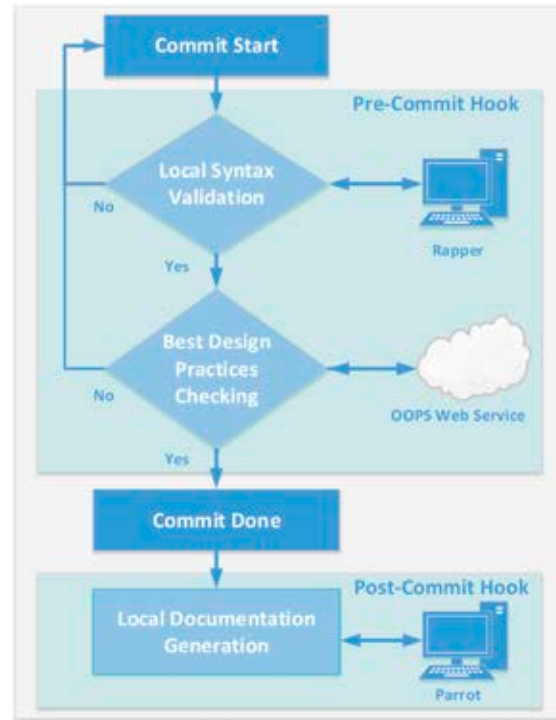
● **Wissenschaftler**

Die Wissenschaftler unterstützen den Entwicklungsprozess der Vokabulare aus wissenschaftlicher Sicht mit den aktuellsten Erkenntnissen aus der Forschung.

3.3 Git4Voc – Versionierung von Vokabularen mit Git

Wie bereits eingangs erwähnt, befindet sich das verteilte Versionierungssystem Git im Kern der VoCol-Entwicklungsumgebung. Der Grund hierfür ist, dass alle Entwicklungstätigkeiten hier zusammenlaufen und somit das Versionierungssystem über alle notwendigen Informationen verfügt. Dem Versionierungssystem ist genauestens bekannt, wer zu welchem Zeitpunkt welche Änderung durchgeführt hat, und es kann weitere notwendige Dienste wie die Validierung und die Generierung von Dokumentationen anstoßen.

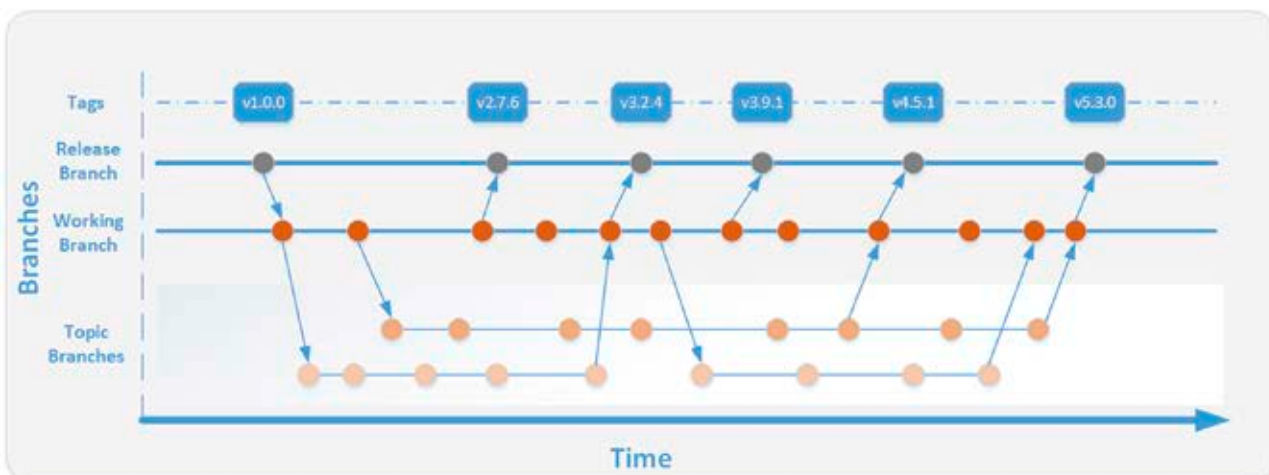
Anstoßung externer Dienste durch den Hooks-Mechanismus von Git



Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

Dabei sollten die verschiedenen sinnvollen Features wie Nutzerverwaltung und die Erstellung von Branches, Tags, Releases und Merges ausgiebig und geeignet verwendet werden.

Branches, Tags, Releases und Merges mit Git



Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

Darstellung eines Issues im Issue Tracker

[Energy.ttl] syntax error, unexpected string literal #31

Open np00 opened this issue on 6 Feb · 0 comments



np00 commented on 6 Feb

Owner

Original Line:

```
"charge column"@en ?
```

File: <https://github.com/mobivoc/mobivoc/blob/7e82b824b2b58a13a14e8974419ee3d91bb8dc6b/Energy.ttl#L6;>

Person(s) who edited the file: @clang

Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

Visualisierung des TTL Web-Editors

The screenshot shows a web browser window titled "Editing Turtle on Git" with the URL <https://rawgit.com/mobivoc/vocol/master/TurtleEditor/github-ttl-editor.html>. The interface includes a "Repository" field set to "mobivoc" and a "Filename" field set to "Parking.ttl". There are buttons for "Load File", "Save File", and "Check syntax". The "Content editor" displays the following Turtle code:

```

7 @prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
8 @prefix skos: <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#> .
9 @prefix gr: <http://purl.org/goodrelations/v1#> .
10 @prefix s: <http://schema.org/> .
11 # CLASSES
12 mv: ParkingFacility
13   a rdfs:Class ; owl:Class ;
14   rdfs:label "parking facility"@en , "Parkeinrichtung"@de .
15 mv: ParkingFacilityStatus
16   a rdfs:Class ; owl:Class .
17
18

```

A red box highlights line 12, with a tooltip indicating a "Syntax error: unexpected 'mv' on line 11, other parking facility with several park". Below the editor is a "Commit message" field containing the text "Some changes were made."

Quelle: ZVEI SG Modelle und Standards

Die Abbildung Seite 48, unten, visualisiert, wie die Entwicklung zwischen unterschiedlichen Entwicklungssträngen erfolgen könnte.

Zum Anstoßen von weiteren Diensten wird der Hooks-Mechanismus von Git verwendet. Die Abbildung Seite 48, oben, verdeutlicht, wie nach einem Commit externe Dienste

wie Validierung der Syntax als auch Qualitätskontrolle bzgl. der Anwendung von Best Practices angestoßen werden können. Außerdem können zusätzliche Funktionalitäten von gängigen Implementierungen von Git wie Issue Tracker (Abbildung oben) oder Web-Editoren (Abbildung unten) mit Syntaxüberprüfungsfunktionalitäten verwendet werden.

