
Verwaltungsschale für den Leitungssatz

AP5.4 „Integration der Verwaltungsschalen“



1	Inhalt und Vorgehen	3
2	Erstellung und Verknüpfung exemplarischer Verwaltungsschalen	3
3	Definition und Umsetzung der Use Cases	3
3.1	Use Case 1: Rückverfolgbarkeit im Fehlerfall	4
3.2	Use Case 2: Synchronisierung von Verwaltungsschalen	5
3.3	Use Case 3: Sachnummern-Mapping	5
3.4	Use Case 4: Fähigkeitenabgleich	6

1 Inhalt und Vorgehen

Dieses Dokument diskutiert die Integration der Verwaltungsschalen über die verschiedenen Aspekte des PPR-Dreiecks (Produkt-Prozess-Ressource) mit dem Ziel, eine durchgehende Erkundbarkeit der Verbundstruktur zu erreichen. Hierzu werden vier verschiedene Use Cases definiert und deren Umsetzbarkeit auf Basis der miteinander verknüpften Verwaltungsschalen analysiert.

2 Erstellung und Verknüpfung exemplarischer Verwaltungsschalen

Als Kooperation der Teilprojekte 2, 3 und 5 sowie des Architekturteams wurden für alle betrachteten Aspekte aus den Bereichen Produkt, Prozess und Ressource exemplarische Verwaltungsschalen für das im Rahmen des PPR-Workshop definierte Beispielprodukt angelegt und gemäß der entwickelten Konzepte miteinander verknüpft. Ein Ausschnitt aus den resultierenden Verwaltungsschalen zeigt Abbildung 1. An dieser Stelle soll dabei nicht näher auf Spezialthemen aus den einzelnen Teilprojekten bzw. Themenbereichen eingegangen werden, da diese jeweils im Rahmen der zugehörigen Arbeitspakete beschrieben sind. Stattdessen sollen im Folgenden exemplarische Use Cases sowie deren Umsetzung diskutiert werden, die die sich aus der verknüpften Verbundstruktur ergebenden Mehrwerte aufzeigen.

AAS	"DRX00014"	[www.oem.com/ids/aas/5210_0010_1010_3775] of [www.oem.com/ids/asset/9010_0010_1010_650]
AAS	"DRX00019"	[www.oem.com/ids/aas/8320_0010_1010_7490] of [www.oem.com/ids/asset/7400_0010_1010_582]
AAS	"Draexlmaier_200616545"	[www.draexlmaier.com/ids/aas/6210_0010_1010_5990] of [www.draexlmaier.com/ids/asset/6210_0010_1010_5990]
AAS	"Draexlmaier_200023941"	[www.draexlmaier.com/ids/aas/5010_0010_1010_1505] of [www.draexlmaier.com/ids/asset/5010_0010_1010_1505]
AAS	"Draexlmaier_200024015"	[www.draexlmaier.com/ids/aas/7110_0010_1010_5537] of [www.draexlmaier.com/ids/asset/7110_0010_1010_5537]
AAS	"Draexlmaier_200028148"	[www.draexlmaier.com/ids/aas/4500_0010_1010_7281] of [www.draexlmaier.com/ids/asset/4500_0010_1010_7281]
AAS	"Draexlmaier_200002382"	[www.draexlmaier.com/ids/aas/3400_0010_1010_9246] of [www.draexlmaier.com/ids/asset/3400_0010_1010_9246]
AAS	"Draexlmaier_200002479"	[www.draexlmaier.com/ids/aas/2310_0010_1010_5788] of [www.draexlmaier.com/ids/asset/2310_0010_1010_5788]
AAS	"Draexlmaier_200002428"	[www.draexlmaier.com/ids/aas/0020_0010_1010_5025] of [www.draexlmaier.com/ids/asset/0020_0010_1010_5025]
AAS	"Draexlmaier_200002439"	[www.draexlmaier.com/ids/aas/5500_0010_1010_9005] of [www.draexlmaier.com/ids/asset/5500_0010_1010_9005]
AAS	"Draexlmaier_200018565"	[www.draexlmaier.com/ids/aas/9093_3151_2132_7387] of [www.draexlmaier.com/ids/asset/9093_3151_2132_7387]
AAS	"Draexlmaier_200017542"	[www.draexlmaier.com/ids/aas/7140_3131_2132_6087] of [www.draexlmaier.com/ids/asset/7140_3131_2132_6087]
AAS	"Draexlmaier_201098090"	[www.draexlmaier.com/ids/aas/1110_0010_1010_9517] of [www.draexlmaier.com/ids/asset/1110_0010_1010_9517]
AAS	"Draexlmaier_Leitungssatz_Typ"	[www.draexlmaier.com/ids/aas/5130_0010_1010_9756] of [www.draexlmaier.com/ids/asset/5130_0010_1010_9756]
AAS	"Draexlmaier_200018565_Geschnitten"	[www.draexlmaier.com/ids/sm/8094_3131_2132_0663] of [www.draexlmaier.com/ids/asset/8094_3131_2132_0663]
Asset	AssetInformation	www.draexlmaier.com/ids/asset/4130_0010_1010_3671
SM	"ProductSpecification"	[www.draexlmaier.com/ids/submodel/1300_0010_1010_2428]
SM	"LS_Product_BOM"	[www.draexlmaier.com/ids/submodel/5310_0010_1010_6706]
SM	"LS_Manufacturing_BOM"	[www.draexlmaier.com/ids/submodel/8510_0010_1010_1387]
SM	"BillOfProcess"	[www.draexlmaier.com/ids/sm/6470_8092_6032_0890]
SM	"RequiredCapabilities"	[www.draexlmaier.com/ids/sm/2135_1132_8032_2655]
AAS	"Komax_Sigma_688_Type"	[https://example.com/ids/sm/1314_7041_2132_0558] of [www.komaxgroup.com/ids/asset/1314_7041_2132_0558]

Abbildung 1: Ausschnitt der erstellten Verwaltungsschalen

3 Definition und Umsetzung der Use Cases

Zum Aufzeigen der sich aus der verknüpften Verbundstruktur von Verwaltungsschalen ergebenden Mehrwerte wurden im Rahmen von AP5.4 die folgenden vier Use Cases definiert:

1. Rückverfolgbarkeit im Fehlerfall
2. Synchronisierung von Verwaltungsschalen
3. Sachnummern-Mapping
4. Fähigkeitenabgleich

Im Folgenden sollen diese vier Use Cases, deren Umsetzung sowie der sich ergebende Mehrwert genauer beschrieben werden.

3.1 Use Case 1: Rückverfolgbarkeit im Fehlerfall

Bei der Rückverfolgbarkeit im Fehlerfall geht es darum, bei Auftreten eines Fehlers dessen Ursachen ermitteln zu können und entsprechende Auswirkungen gering zu halten bzw. gezielt zu korrigieren. Dadurch können beispielsweise Rückrufe verringert werden, wodurch dieser Use Case eine enorme wirtschaftliche Relevanz besitzt.

Eine typische Ausprägung sieht dabei wie folgt aus: Bei einem ausgelieferten Fahrzeug bzw. dem enthaltenen Leitungssatz wird ein Mangel festgestellt – bspw. eine fehlerhafte Crimpverbindung. Mögliche Fehlerursachen können hierbei eine fehlerhafte Charge einer Komponente (z.B. eines Kontaktteils) oder ein fehlerhaft ausgeführter Prozess der entsprechenden Crimp-Maschine sein. Im Folgenden geht es nun darum, die Ursache der fehlerhaften Verbindung zu ermitteln und – falls ähnliche Fehler in anderen ausgelieferten Leitungssätzen nicht ausgeschlossen werden können – die betroffenen Fahrzeuge zurückzurufen und zu kontrollieren bzw. zu reparieren. Durch eine fehlende oder mangelhafte Rückverfolgbarkeit können in diesem Fall sehr hohe Kosten entstehen, da im Zweifelsfall sehr viele Fahrzeuge zurückgerufen werden müssen. Je besser die Rückverfolgbarkeit, desto besser lässt sich der Kreis der potenziell betroffenen Fahrzeuge einschränken, die zurückgerufen werden müssen. Im Folgenden soll allgemein beschrieben werden, wie eine Rückverfolgbarkeit für das beschriebene Szenario realisiert werden kann. Eine detailliertere Beschreibung zur konkreten Umsetzung anhand zweier weiterer Use Cases wurde in der AG „Rückverfolgbarkeit“ des Architekturteams entwickelt und ist im entsprechenden Dokument zu finden.

Im oben geschilderten Beispiel ist dazu die folgende „Spur“ durch das Netzwerk verknüpfter Verwaltungsschalen zu verfolgen: Zunächst ist anhand der Serien- bzw. Fahrzeugidentifikationsnummer (FIN) die zu der Produktinstanz gehörige Verwaltungsschale des Leitungssatzes zu ermitteln. In dieser Verwaltungsschale befindet sich wie in TP 2 definiert die Produktspezifikation in Form von Zeichnungen sowie eines formalen Modells (VEC bzw. KBL). Abbildung 2 zeigt exemplarisch eine solche Zeichnung eines Leitungssatzes. Anhand dieser Informationen kann dann die fehlerhafte Verbindung bzw. die betroffenen Komponenten-Vorkommen eindeutig identifiziert werden. In Abbildung 2 könnte bspw. die Crimp-Verbindung am Kontaktteil fehlerhaft sein, welches in Kammer 1 des Gehäuses „A2*1-B“ gesteckt wird.

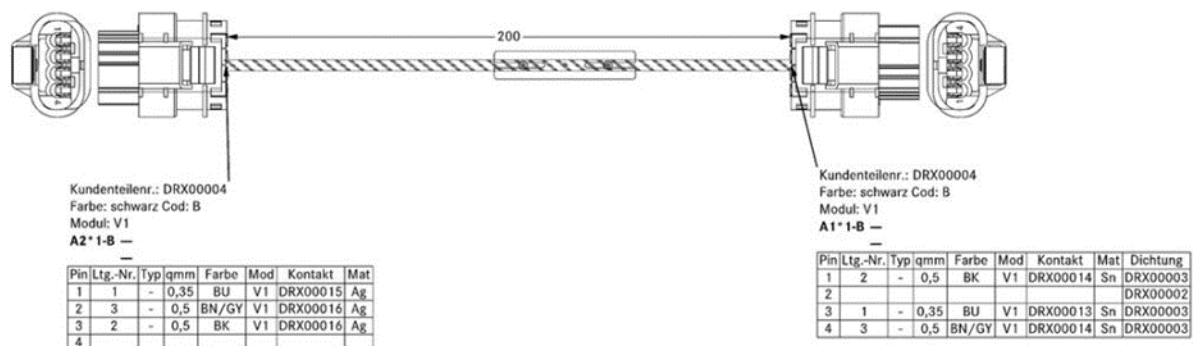


Abbildung 2: Exemplarische Zeichnung eines Leitungssatzes inkl. Komponentenbezeichnungen

Durch die im Rahmen der AG „Verlinkung“ im Architekturteam geschaffenen Strukturen kann anschließend genau dieses Komponenten-Vorkommen bis hin zur Verwaltungsschale des Halbfabrikats verfolgt werden, im Rahmen dessen Herstellungsprozesses die entsprechende Verbindung hergestellt wurde. In dieser Verwaltungsschale finden sich wie in TP 3 definiert die Liste der bei der Herstellung des Halbfabrikats durchgeführten Prozesse sowie die im Rahmen der Prozesse verwendeten Materialien.

An dieser Stelle kann nun die eigentliche Fehlersuche bzw. die Ermittlung der Auswirkungen beginnen. So können bspw. die als Teil der ausgeführten Prozesse gespeicherten Parameter (bspw. Crimp-Kraft-Verläufe) analysiert werden. Durch die konsistente Verknüpfung der Verwaltungsschalen für den Produktionsprozess kann anschließend unter anderem auch ermittelt werden, welche Halbfabrikate noch als Teil der gleichen Charge (Lot bzw. Batch) produziert wurden. Da jede Verwaltungsschale für einen Produktionsprozess außerdem auch eindeutig die genutzte(n) Chargen von Ausgangsmaterialien ausweist, kann durch eine Rückwärtssuche im Folgenden ermittelt werden, welche anderen Halbfabrikate ebenfalls Vorkommen einer möglicherweise fehlerhaften Charge enthalten.

Auf Basis einer solchen Menge potenziell ebenfalls betroffener Halbfabrikate kann anschließend durch ähnliche Mechanismen wie oben beschrieben zunächst auf die betroffenen Leitungssätze sowie auf die genaue Position der verbauten möglicherweise fehlerhaften Halbfabrikate in diesen Leitungssätzen geschlossen werden. Auf Basis dieser Informationen können durch die Seriennummer der Leitungssätze zunächst die betroffenen Fahrzeuge ermittelt und zurückgerufen sowie die potenziell fehlerhaften Crimp-Verbindungen gezielt überprüft werden.

3.2 Use Case 2: Synchronisierung von Verwaltungsschalen

Im Rahmen der AG „Modularisierung“ des Architekturteams wurde bereits beschrieben, dass jeder Partner der Wertschöpfungskette die für ihn relevanten Daten normalerweise in einem eigenen Server/Repository aufbewahren will, damit eine durchgängige Datenverfügbarkeit gewährleistet ist. Dies führt zu vielfältigen Dopplungen von Daten, die für mehrere Partner der Wertschöpfungskette relevant sind.

Wie im Rahmen von TP 2 beschrieben, existiert darüber hinaus in aller Regel nicht die „eine Wahrheit“ (Single Source of Truth) für Informationen bspw. zu einer Komponente oder einer Produktspezifikation für einen Leitungssatz. Stattdessen haben verschiedene Partner der Wertschöpfungskette eine teilweise unterschiedliche – unter Umständen sogar widersprüchliche – Datenbasis.

Für Komponenten können dies bspw. unterschiedliche Grenzwerte sein, im Rahmen derer die Komponente verwendet werden darf: So schreibt bspw. der Komponentenhersteller (Tier 2) bestimmte Grenzwerte vor, die von unterschiedlichen OEMs ggf. weiter eingeschränkt werden. Ein weiteres Beispiel ist eine Produktspezifikation, für die grundsätzlich unterschiedliche Daten bei OEM und Konfektionär (Tier 1) existieren, weil der Konfektionär in aller Regel noch zusätzliche Teile ergänzt, die lediglich für die Produktion bzw. Montage relevant sind (bspw. Klebebänder).

In solch einem heterogenen Umfeld ist die (semi-)automatische Synchronisierung bzw. Änderung von Daten essenziell. Nur so kann gewährleistet werden, dass Änderungen von Datenständen anderen Partnern bekannt gemacht und von diesen – unter Umständen nach einer manuellen Überprüfung oder Anpassung – übernommen werden können. Dadurch wird die Gefahr nicht-konsistenter Daten reduziert und die gemeinsame Wertschöpfung erleichtert

Heutzutage erfolgt eine solche Synchronisierung in aller Regel manuell. So werden Änderungen bspw. per E-Mail kommuniziert. Durch den Verbund verknüpfter Verwaltungsschalen ergibt sich nun die Möglichkeit, Änderungen automatisiert zu kommunizieren und falls notwendig zu übernehmen. Dazu wurde im Rahmen der AG „Synchronisierung“ des Architekturteams ein auf dem Publish-Subscribe-Modell basierendes Konzept entwickelt, um Änderungen an bestimmten Verwaltungsschalen bzw. Teilmodellen zu „abonnieren“. Eine entsprechende Änderungsnachricht kann dann automatisiert ausgewertet werden und die entsprechende Änderung automatisch oder bspw. nach einer manuellen Prüfung übernommen werden.

3.3 Use Case 3: Sachnummern-Mapping

Für eine Komponente – bspw. einen bestimmten Crimp-Kontakt – existieren in aller Regel mehrere Teile- bzw. Sachnummern: So gibt es für eine Komponente oftmals mehrere Lieferanten (Tier 2), die jeweils eine eigene Teilenummer vergeben. Darüber hinaus hat auch jeder OEM sowie jeder Konfektionär (Tier 1) eine eigene Sachnummer, unter der er die Komponente in seinem ERP-System führt. Eine Herausforderung bei der Leitungssatz-Entwicklung ist daher das sogenannte „Sachnummern-Mapping“: So erstellt bspw. der OEM eine Produktspezifikation für einen Leitungssatz und verwendet dabei seine internen Sachnummern für die verwendeten Komponenten. Anschließend wird ein Konfektionär mit der Produktion des Leitungssatzes beauftragt. Daraufhin muss dieser zunächst für jede OEM-Sachnummer seine entsprechende eigene Sachnummer ermitteln und diese in der Produktspezifikation ersetzen. Bei der anschließenden Ermittlung möglicher Lieferanten müssen wiederum für die internen Sachnummern des Konfektionärs die entsprechenden Sachnummer möglicher Zulieferer ermittelt werden.

Derzeit sind solche „Mapping-Tabellen“ in aller Regel informell auf sog. „Zeichnungen“ der verschiedenen OEMs spezifiziert wie in Abbildung 3 dargestellt. Diese informellen Informationen müssen dann in einem aufwändigen Prozess häufig noch von Hand in die ERP-Systeme der verschiedenen Konfektionäre eingepflegt werden.

Im Rahmen von TP5.2 wurde daher ein Mechanismus beschrieben, wie man diese bisher informell im Rahmen von Zeichnungen ausgetauschten Informationen formal und explizit im Rahmen der entsprechenden Verwaltungsschalen abbilden kann, um somit den Prozess des Sachnummern-

Mappings zu erleichtern. Dazu können in einer Verwaltungsschale bspw. einer Komponente neben der eigenen auch noch eine beliebige Anzahl „externer“ Sachnummern hinterlegt werden, wodurch der Prozess des Sachnummern-Mappings automatisiert werden kann.

	1	2	3	4	5	6	7	
Teile-Nr.	N 107 766 01			N 107 766 02				
mm²	1.0							
Oberflaeche	Sn							
Typ	FLR			ELA				
Code	KOSTAL	AMP/TE	Yazaki	APTIV	KOSTAL	AMP/TE	Yazaki	
Werkstoff Grundkoerper	1	4	2	3	1	4	2	
Werkstoff Kontaktlamelle	(14) 1	3	-	2	1	3	-	
Werkstoff Ueberfeder	-	-	1	-	-	-	1	
Einzelleiterabdichtung (ELA) nach TAB	-	(30) -	-	-	(30) -	TAB.003.656.H, TAB.003.656.F Bl.1 (27)		
Nr.	3 21 40 73403 3 3 21 40 73403 0 (A)	7-1452659-1	(28) 7296-0020-02	35508842	3 21 40 73413 3 3 21 40 73413 0 (A)	7-1452671-1	7296-0021-02 (28)	35555156
Steckhaefigkeit / Mating cycle frequency	20	20	20	20	20	20	20	
Oberflaeche im Bereich der Kontaktlamellen/Kontaktfeder	1-3 µm verzinkt	1-3 µm feuerverzinkt SnAg	1-3 µm feuerverzinkt	1,2-3,5µm feuerverzinkt	1-3 µm verzinkt	1-3 µm feuerverzinkt SnAg	1-3 µm feuerverzinkt	1,2-3,5µm feuerverzinkt
Oberflaeche im Drachtimpbereich	0,8-3 µm feuerverzinkt	1-3 µm feuerverzinkt	1-3 µm feuerverzinkt	1,2-3,5µm feuerverzinkt	0,8-3 µm feuerverzinkt	1-3 µm feuerverzinkt	1-3 µm feuerverzinkt	1,2-3,5µm feuerverzinkt

Abbildung 3: Exemplarische OEM-Komponentenspezifikation inkl. Sachnummern

3.4 Use Case 4: Fähigkeitenabgleich

Eine entscheidende Voraussetzung für die Produktion eines Leitungssatzes bzw. der enthaltenen Halbfabrikate ist die Ermittlung möglicher Ressourcen, auf denen die für die Produktion des Leitungssatzes/Halbfabrikats notwendigen Prozesse umgesetzt werden können. Grundlage dafür ist ein Fähigkeitenabgleich, der die zur Produktion eines Halbfabrikats benötigten Fähigkeiten mit den von Ressourcen angebotenen Fähigkeiten vergleicht und auf Basis dieses Vergleiches ein bestimmtes Subset an geeigneten Maschinen ermittelt.

Ein solcher Algorithmus zum Fähigkeitenabgleich wurde im Rahmen von TP5.5 entwickelt und basiert auf Informationen aus verschiedenen Verwaltungsschalen aus dem gesamten PPR-Kontext:

Ausgangspunkt ist dabei die Produktspezifikation eines Halbfabrikats bzw. eines Leitungssatzes, in der die eingesetzten Komponenten sowie die benötigten Verbindungen beschrieben sind. Auf dieser Basis können anschließend die zur Herstellung des Produkts benötigten Prozesse ermittelt und in Form der sog. „Bill of Process“ beschrieben werden (s. TP 3). Für eine durchgängige Verknüpfung verweisen dabei die Prozesse auf die verarbeiteten Komponenten, wie bereits in Abschnitt 3.1 beschrieben. Für jeden Prozess wird anschließend eine sog. „Required Capability“ beschrieben, die die zur Durchführung des Prozesses benötigte Fähigkeit beschreibt. Die entsprechenden Parameter (bspw. die Leitungslänge bei einem Schneidprozess) ergibt sich dabei aus dem Prozessmodell bzw. indirekt aus der Produktspezifikation.

Auf der anderen Seite stehen Ressourcen, die bestimmte Fähigkeiten anbieten und dabei bestimmte Randbedingungen für Parameter beschreiben (bspw. die maximal mögliche Länge bei einem Schneidprozess). Ein weiterer wichtiger Punkt ist die explizite Modellierung eventuell notwendiger Werkzeuge zur Durchführung eines Prozesses (z.B. eines Crimp-Applikators zum Herstellen einer Crimp-Verbindung durch eine Maschine). Hierdurch werden Ressourcen-Verwaltungsschalen im Rahmen einer Verbundkomponente miteinander verbunden.

Im Rahmen des Fähigkeitenabgleichs werden nun diese Informationen aus den Bereichen Produkt, Prozess und Ressource genutzt und automatisiert ausgewertet. Das Netzwerk verknüpfter Verwaltungsschalen kann dabei entweder im Rahmen einer Typ- oder einer Instanz-Abfrage ausgewertet werden: Bei einer Typ-Abfrage werden mögliche Maschinen inkl. evtl. zu montierender Werkzeuge ermittelt während bei einer Instanz-Abfrage die in einer Maschine montierten Werkzeuge ausgewertet werden.

Somit bietet der automatisierte Fähigkeitenabgleich das Potenzial für eine effiziente Produktionssteuerung auf Basis der im Rahmen von Verwaltungsschalen bereitgestellten Informationen, bei der bspw. auch weitere, evtl. in zusätzlichen Teilmodellen bereitgestellte Informationen wie Energieverbräuche oder Rüstzeiten mitberücksichtigt werden können.