

Konfigurative Prozessmodellierung der hybriden Leistungserstellung in Unternehmensnetzwerken des Maschinen- und Anlagenbaus

Daniel Beverungen¹, Uwe Kaiser², Ralf Knackstedt¹, Robin Krings², Armin Stein¹

¹Westfälische Wilhelms-Universität Münster
European Research Center for Information Systems (ERCIS)
Leonardo Campus 3
48149 Münster
daniel.beverungen@ercis.uni-muenster.de
ralf.knackstedt@ercis.uni-muenster.de
armin.stein@ercis.uni-muenster.de

²Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl für Produktionssysteme (LPS)
Universitätsstraße 150
44780 Bochum
kaiser@lps.rub.de
krings@lps.rub.de

Abstract: Die im Maschinen- und Anlagenbau zunehmend verbreitete Erstellung hybrider Leistungsbündel aus Sachgütern und Dienstleistungen wird häufig in Netzwerken aus Kunden und Lieferanten entlang der Wertschöpfungskette ausgeführt. Je nach Ausrichtung des Geschäftsmodells und der Rollenverteilung innerhalb des Netzwerks ändern sich die Prozesse der beteiligten Wertschöpfungspartner. Der vorliegende Beitrag analysiert die sich hieraus ergebenden Anforderungen an Prozessmodelle für die hybride Wertschöpfung aus der Perspektive zweier Wertschöpfungsnetzwerke im Maschinen- und Anlagenbau. Als ein Lösungsansatz werden konfigurierbare Prozessmodelle identifiziert. Für den unternehmensübergreifenden Prozess der Störfallbeseitigung wurde ein Prozessmodell konstruiert, das als Ausgangslösung toolgestützt an die Erfordernisse speziell ausgeprägter Netzwerke angepasst werden kann.

1 Hybride Wertschöpfung in Unternehmensnetzwerken des Maschinen- und Anlagenbaus

Im Maschinen- und Anlagenbau ist die Bedeutung hybrider Leistungsbündel aus Sach- und Dienstleistungen in den letzten Jahren immer mehr gestiegen [SB03; Ra06; La06; St07]. Verantwortlich hierfür sind insbesondere sinkende Margen im Produktgeschäft. Während im deutschen Maschinenbau das Maschinengeschäft durchschnittlich eine Umsatzrendite von 2,3% erzielt, werden im Bereich der Dienstleistungen mehr als 10% Umsatzrendite erreicht, wobei der Anteil bei einzelnen Dienstleistungen durchaus noch

höher sein kann. Die durch Dienstleistungen zu erzielenden Margen bewegen sich dabei durchschnittlich im Umfeld von 8-18% [Me03].

Hybride Leistungsbündel stellen Kopplungen von Sach- und Dienstleistungsanteilen dar. Im Gegensatz zur verbreiteten klassischen Betrachtung als getrennte Leistungsbestandteile zeichnet sich ein hybrides Leistungsbündel durch eine integrierende und sich gegenseitig determinierende Planung, Entwicklung, Erbringung und Nutzung beider Leistungsbestandteile aus. Um neue, kombinierte Leistungsergebnisse erzielen zu können, wird dabei häufig die Möglichkeit zur partiellen Substitution der jeweiligen Sach- bzw. Dienstleistungsbestandteile vermutet [MK06].

Der Umfang der industriellen Dienstleistungen [Ga98], die in einem hybriden Leistungsbündel zusammen mit der Sachleistung erbracht werden, ist von der Ausgestaltung der Beziehung zwischen Anbieternetzwerk und Kunde in einem Geschäftsmodell abhängig. Grundsätzlich unterscheidet man funktions- (klassische), verfügbarkeits- (Performance Contracting) und ergebnisorientierte (Betreibermodelle) Geschäftsmodelle [MKK06], wobei die Art und Anzahl der Dienstleistungsbestandteile in allen Phasen des Sachleistungslebenszyklus variiert. In der weiteren Betrachtung wird hier beispielhaft die Sachleistung als ein Investitionsgut zur Produktion dargestellt, die im Folgenden als „Anlage“ bezeichnet wird. Beispielhafte Dienstleistungen der Anlaufphase, die dem Betrieb der Anlage vorgelagert ist, sind z.B. Beratungs- sowie Planungs- oder Simulationsleistungen und dienen der Herstellung eines betriebsfähigen Zustandes. In der Betriebsphase des Produktes zielen die Dienstleistungsbestandteile des Leistungsbündels auf den Betrieb der Anlage (Bedienung durch ausgebildetes Personal, Anpassung von CNC Programmen, Entsorgung verbrauchter Materialien, etc.) sowie die Erhaltung der Betriebsfähigkeit der Anlage (Wartung, Instandhaltung) ab. Die Demontage sowie der Wiederverkauf bzw. die Entsorgung von Komponenten sind typische Dienstleistungen der Nachnutzungsphase einer Anlage. Die durch Dienstleistung zu realisierenden Nutzenpotenziale sind vielfältig [Qu88]. So tragen Dienstleistungen zu einer längeren und intensiveren Kundenbindung [SG05], einer höheren Leistungsfähigkeit des Produktes und einer flexibleren Anpassung des Produktes an Kundenbedürfnisse [Ho03] bei.

Die Erbringung des hybriden Leistungsbündels findet in der Regel nicht alleine beim Anlagenhersteller statt, sondern beschreibt zumeist einen Netzwerkprozess, der die komplette Wertschöpfungskette vom Lieferanten des Anlagenherstellers bis zum Betreiber der Anlage umfasst. Ergänzt wird dieses Netzwerk durch externe Dritte, die sich auf die Erbringung besonderer Dienstleistungen spezialisiert haben. Dabei können sich die Leistungsbestandteile, die ein Unternehmen in zwei Netzwerken mit gleichem Geschäftsmodell und ähnlicher Charakteristik bezüglich Sachleistung und Zusammensetzung der Wertschöpfungskette zu erbringen hat, vollständig unterscheiden. Um die Zusammenarbeit im Netzwerk dennoch effizient gestalten zu können, ist die geschäftsmodellspezifische Integration der Geschäftsprozesse der beteiligten Unternehmen notwendig. Die Zusammenstellung von materiellen und immateriellen Komponenten in Leistungsbündeln erfordert eine genaue Kenntnis der zur hybriden Wertschöpfung erforderlichen Geschäftsprozesse, auch und vor allem über Unternehmensgrenzen hinweg.

Zur Förderung einer gemeinsamen Leistungserstellung können Prozessmodelle dienen, in denen die Geschäftsprozesse formalisiert und eindeutig beschrieben sind. Ein Überblick über bestehende Referenzmodelle zeigt, dass bisher kaum Ausgangslösungen für die geschäftsmodellspezifische Konzeption hybrider Wertschöpfungsprozesse vorliegen (Abschnitt 2). Ziel dieses Beitrags ist es daher, speziell für den Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus einen Ansatz zur Entwicklung geeigneter Prozessmodelle zu aufzuzeigen. Hierfür werden zunächst auf der Basis von zwei Netzwerken spezielle Anforderungen an die Prozessmodellierung erhoben (Abschnitt 3). Im Anschluss wird ein konfigurierbares Prozessmodell für den Wertschöpfungsprozess „Störfallbeseitigung“ einer Anlage vorgestellt, das den identifizierten Anforderungen gerecht wird (Abschnitt 4). Die Schlussbemerkungen ziehen ein Fazit und geben einen Ausblick auf weiterführende Forschungsarbeiten (Abschnitt 5).

2 Bestehende Referenzmodelle für die hybride Wertschöpfung

Um den derzeitigen Stand der Referenzmodellierung im Umfeld industrieller Dienstleistungen erfassen zu können, wurden Referenzmodelle zur Beschreibung von Produktion und Dienstleistungen zusammengestellt und analysiert [BBK08].

Für den Bereich der Produktion konnten 13 Referenzmodelle identifiziert werden. Diese sind dabei teilweise domänenunspezifisch (z.B. SCOR, Y-CIM Model), teilweise decken sie sehr spezielle Bereiche der Produktion ab (z.B. die Herstellung von Transportbandsystemen). Da Produktionsprozesse untereinander viele Gemeinsamkeiten aufweisen, ist die Wiederverwendbarkeit der Referenzmodelle im Produktionsbereich vergleichsweise hoch.

Im Dienstleistungsbereich konnten 15 Referenzmodelle identifiziert werden. Als Folge der Heterogenität des Dienstleistungssektors und der kundenindividuellen Dienstleistungserstellung decken diese sehr unterschiedliche Fachbereiche (z. B. Bankdienstleistungen und IT-Infrastrukturdienstleistungen) ab und unterscheiden sich entsprechend sehr stark voneinander und beinhalten die Mitwirkung verschiedener Stakeholder.

Lediglich drei der identifizierten Referenzmodelle beziehen sich sowohl auf Aspekte der Produktion als auch des Dienstleistungsbereiches, wobei auffällt, dass diese Modelle auf sehr spezielle Teilgebiete (Qualitätsmanagement, Facility Management) ausgerichtet sind. Der Erklärungsbeitrag zum Fachgebiet hybrider Leistungsbündel, die eine integrierte Sicht auf die Verknüpfung von Produkt und Dienstleistung entlang des Produktlebenszyklus (z. B. durch die Einbeziehung von Beratungsdienstleistungen, Recyclingdienstleistungen, Training, usw.) bereitstellen, bleibt somit sehr begrenzt. Entsprechend lässt sich feststellen, dass bisher keine hinreichende Referenzmodellunterstützung in diesem Bereich vorhanden ist. Somit bleiben Produzenten und Dienstleister – besonders im interorganisationalen Kontext in Wertschöpfungsnetzwerken – ohne ausreichende methodische Unterstützung. So wird Abstimmungsproblemen und Ineffizienzen bei Verständnis, Design und Durchführung entsprechender Kooperationen nicht systematisch begegnet.

3 Anforderungen an Prozessmodelle für die hybride Wertschöpfung im Anlagenbau

Um die Anforderungen an Prozess(referenz)modelle für die hybride Wertschöpfung zu identifizieren, werden zwei Unternehmensnetzwerke des Maschinen- und Anlagenbaus untersucht, die sich jeweils aus einem Systemlieferanten (*supplier*), einem Anlagenhersteller (Original Equipment Manufacturer, *OEM*) und dem Nutzer der Anlage (*user*) zusammensetzen. Beiden Netzwerken gemeinsam ist das Bestreben, die hybride Wertschöpfung zu forcieren, um die jeweiligen Erfolgsziele zu erreichen.

Das erste Netzwerk behandelt ein hochverkettetes Presswerk, bei dem der Ausfall einer Presse den kompletten Stillstand der Anlage bedeutet. Bei Anlagen dieser Größe ist der Informationsaustausch zwischen *user* und *OEM* sehr ausgeprägt, die Kooperation wird als langfristige Partnerschaft gesehen und auftretende Probleme werden kooperativ gelöst.

Auch im zweiten Netzwerk besteht eine enge Zusammenarbeit zwischen *user* und *OEM*. Durch persönliche Bekanntschaften werden Informationen stellenweise unpräzise ausgetauscht, jedoch durch den persönlichen Kontakt dennoch verstanden. Ist der entsprechende Ansprechpartner jedoch verhindert, hat seine Vertretung häufig Probleme, die teilweise unvollständigen Informationen lösungsorientiert zu deuten. Dieses Problem tritt nicht nur unternehmensübergreifend, sondern genauso innerhalb eines Unternehmens auf.

Die *supplier* werden in beiden vorliegenden Geschäftsmodellen hauptsächlich bei der Ersatzteilversorgung einbezogen. Ein auch außerhalb der dargestellten Netzwerke häufig festzustellendes Problem ist die Trägheit der Informationskette, so dass vom letzten Glied der Nachschubkette die Lieferung des benötigten Ersatzteils innerhalb weniger Stunden gefordert wird, nachdem in den fordernden Unternehmen der Prozess durch mangelhafte Informationsgewinnung und -weitergabe sowie durch Schnittstellenverluste bereits Tage vergangen sind.

In beiden Netzwerken sollen daher Referenzprozesse zur schnelleren Abwicklung von unternehmensübergreifenden Tätigkeiten genutzt werden, damit messbare und kostenrelevante Kenngrößen wie bspw. die Verfügbarkeit der Anlagen gesteigert werden können. Eines der am stärksten priorisierten Ziele und eine der größten Herausforderungen im Maschinen- und Anlagenbau generell stellt der Erhalt bzw. die Steigerung der Verfügbarkeit der Anlage in ihrem Lebenszyklus dar [FNR06]. Dieser Prozess ist aus Sicht aller drei Beteiligten von hoher Bedeutung: Für den Anlagennutzer ist die permanente Verfügbarkeit der Anlage geschäftskritisch. Aus diesem Grund wurde von beiden Netzwerken die „Störfallbeseitigung“ als Musterprozess ausgewählt. Wesentliche Anforderungen, die sich für die angestrebte Nutzung der Referenzmodellierung ergeben, werden im Folgenden anhand dieses Musterprozesses identifiziert und analysiert.

Im Rahmen dieses Prozesses ist der *user* an einer sofortigen Reparatur der Anlage interessiert, wozu sich bevorzugt eine eigene Instandhaltungsabteilung eignet. Andererseits bindet dies Kapital, selbst wenn die Anlagen weitgehend fehlerfrei laufen. Der gleiche

Zielkonflikt besteht auch bei der Auswahl der Ersatzteile, die ein Anlagenbetreiber für solche Störfälle bereithält. Einerseits wird der Betreiber bestrebt sein, möglichst alle Teile der Anlage im Störfall sofort vor Ort zu haben, um die Ausfallzeiten der Anlage zu minimieren, andererseits verursacht diese Vorhaltung Lagerkosten. Selbst über ein Kon-signationslager können nicht alle Eventualitäten abgedeckt werden, da auch der Hersteller der Ersatzteile nicht bereit sein wird, eine komplette zweite Maschine auf eigene Kosten beim Kunden zu lagern.

In beiderlei Sichten ist ein Kompromiss notwendig, der die Interessen der am Netzwerk Beteiligten *OEMs*, *supplier* und *user* miteinander vereinbart. Durch die Komplexität der heutigen Strukturen bezüglich des Kunden-Lieferanten-Netzwerks und des Sachleistungsobjekts – der Anlage – ist diese Aufgabe allein durch rechnerunterstützte Methoden zu lösen.

Aus den gerade aufgezeigten, für die Praxis repräsentativen Szenarien leitet sich demnach der Bedarf nach einer zielgerichteten hybriden Wertschöpfung im Netzwerk ab, die sowohl die Sachleistungsbestandteile als auch die Dienstleistungsbestandteile des Leistungsbündels umfasst und optimal aufeinander abstimmt. Dazu sind zunächst die Anforderungen des Kunden zu analysieren. Nach dieser Analyse sind damit die Inhalte definiert, die die hybride Wertschöpfung im Laufe des Anlagenlebenszyklus leisten muss. Kriterien für die Auswahl des optimalen Erbringers sind Reaktionszeit, Kompetenz, Preis und Risiko. Insbesondere die Verfügbarkeit der zur Erbringung der Leistung erforderlichen Ressourcen stellt ein wichtiges Auswahlkriterium bei der Zusammensetzung des Netzwerks dar.

Auf die Details der Auswahlentscheidung kann hier nicht näher eingegangen werden. Die angeführten Überlegungen machen aber deutlich, dass sich jedes Geschäftsmodell, selbst bei einer identischen Anlage des *OEM*, stark unterscheiden kann. Die Variantenvielfalt in den Netzwerkprozessen erschwert die schnelle Bereitstellung von Prozessmodellen. Die verspätete oder unzureichende Bereitstellung von Prozessmodellen gefährdet aber den Erfolg des Netzwerks, da die Prozessmodelle eine wichtige Basis für durchzuführende Kalkulationen darstellen. Mittels Prozessmodellen lassen sich z. B. der Verbrauch von Kosten und Ressourcen besser prognostizieren. Indem die Kostenkalkulation auf Prozessmodelle abgestützt wird, kann das Risiko reduziert werden, relevante Kosten zu übersehen bzw. nicht ausreichend zu berücksichtigen.

Um eine geeignete Kalkulationsgrundlage bereitzustellen, muss daher eine Möglichkeit gefunden werden, allgemeingültige Referenzprozesse zur Verfügung zu stellen, die sich schnell auf das individuell am Kundenwunsch orientierte Geschäftsmodell mit den darin beteiligten Netzwerkpartnern reduzieren lassen [MK07]. Beispielsweise müssen abgeschlossene Prozessroutinen verkürzt werden, wenn die Netzwerkprozesse komplett im Inland stattfinden, da in diesem Fall einige Prozessschritte bezüglich Zollanmeldung etc. entfallen. Außerdem ist es wünschenswert, dass nur die eigenen Anteile des Prozesses für den jeweiligen Teilnehmer sichtbar sind.

4 Entwicklung eines konfigurierbaren Referenzmodells für die hybride Wertschöpfung im Anlagenbau

4.1 Konfigurative Referenzmodellierung als Lösungsansatz

Konfigurierbare Referenzmodelle enthalten eine Regelbasis, die beschreibt, wie sich aus dem Ausgangsmodell Modellvarianten ableiten lassen, die für einen spezifischen Anwendungskontext angemessen sind. Die Modellvarianten unterscheiden sich von dem Ausgangsmodell dabei dadurch, dass sie nur eine Untermenge der Modellelemente des Ausgangsmodells beinhalten [BDK07]. Indem dem Modellanwender nur die für seinen Anwendungskontext als relevant angesehenen Modellelemente zur Verfügung gestellt werden, reduziert sich die Komplexität des Modells, mit dem der Modellanwender arbeitet. Dieser Mechanismus lässt sich auch nutzen, um vor der Weitergabe von Modellen nicht zu veröffentlichendes Prozesswissen aus den Modellen auszublenden.

Die Erstellung konfigurativer Referenzmodelle gliedert sich in einige charakteristische Phasen, die auch iterativ durchlaufen werden können:

- *Projektbeschreibung*: Zunächst werden die relevanten Anwendungskontexte identifiziert, für welche die Referenzmodelle gültig sein sollen. Die Anwendungskontexte werden über Merkmale und Merkmalsausprägungen beschrieben, die im weiteren Verlauf der Modellierung als Konfigurationsparameter(-ausprägungen) weiterverwendet werden.
- *Zu konfigurierende Modellbestandteile modellieren*: Im Anschluss werden die Modellbestandteile modelliert, die konfigurierbar gemacht werden sollen. Als konfigurierbare Modellelemente können z. B. Funktionen in Prozessmodellen und Klassen in Objektmodellen dienen. Auch auf der Ebene von Ordnungsrahmen, die als Strukturierungs- und Navigationshilfe umfangreicher Modelle dienen, können einzelne Funktions- bzw. Objektcluster zum Gegenstand der Konfiguration gemacht werden.
- *Parametrisierung*: Um auszudrücken, dass einzelne Modellbestandteile ausschließlich in bestimmten Anwendungskontexten relevant sind, werden diese mit Konfigurationstermen parametrisiert. Die Terme beschreiben den Anwendungskontext, für den die gekennzeichneten Modellelemente relevant sind. Für die Beschreibung des Anwendungskontexts werden Konfigurationsparameterausprägungen – wie z. B. „funktionsorientiert“, „verfügbarkeitsorientiert“ und „ergebnisorientiert“ als Ausprägungen des Konfigurationsparameters „Geschäftsmodell“ – verwendet, die sich über logische Operatoren verknüpfen lassen. Modellelemente, die nicht mit Konfigurationstermen versehen werden, gelten in konfigurativen Modellen als relevant für alle Modellvarianten. Die Syntax der Parametrisierungen kann in Form einer kontextfreien Grammatik festgelegt werden.

Nach der Erstellung des konfigurierbaren Modells kann dieses angewendet werden, um auf der Basis der erzeugten Regelbasis kontextspezifische Varianten abzuleiten:

- *Angabe der Konfigurationsparameterausprägungen:* Für die Anwendung eines konfigurierbaren Modells gibt der Modellnutzer zunächst die Konfigurationsparameterausprägungen an, die für seinen Anwendungskontext gültig sind.
- *Konfiguration:* Im Anschluss werden die Konfigurationsterme ausgewertet. Gültige Konfigurationsparameter werden durch den Wahrheitswert „wahr“ ersetzt, nicht gültige durch den Wahrheitswert „falsch“. Danach werden die logischen Verknüpfungen in den Konfigurationstermen ausgewertet. Modellelemente, deren jeweiliger Konfigurationsterm zu „wahr“ ausgewertet wird, fungieren als Elemente der abzuleitenden Modellvariante. Modellelemente, deren Konfigurationsterm „falsch“ ergibt, sind zu eliminieren. Modellelemente ohne Konfigurationsterm bleiben in der Variante enthalten. Nach der vollständigen Auswertung der Konfigurationsregeln können die Konfigurationsterme aus dem Modell entfernt werden.
- *Weitere Anpassung:* Nach der Konfiguration liegt ein auf die relevanten Modellbestandteile reduziertes Modell vor, das mit den üblichen Modellierungsoperationen (hinzufügen, löschen, ändern) angepasst werden kann. Dies ist regelmäßig notwendig, weil die Regelbasis des konfigurierbaren Modells nicht sämtliche in der Praxis auftretenden Anpassungsbedarfe antizipieren kann.

Für die Unterstützung dieses Prozesses der konfigurativen Referenzmodellierung wurden bereits verschiedene Softwarewerkzeuge entwickelt, die auch im Rahmen der Referenzmodellierung hybrider Wertschöpfung zum Einsatz kommen können [De06][DK07].

4.2 Referenzmodellierung des hybriden Wertschöpfungsprozesses „Störfallbeseitigung“

Die konfigurative Referenzmodellierung bietet eine geeignete Basis, um die identifizierten Anforderungen an die Referenzmodellierung für den hybriden Wertschöpfungsprozess „Störfallbeseitigung“ erfüllen zu können. Ihre Anwendung präsentieren wir im Folgenden in Anlehnung an die unterschiedlichen Phasen der Modellerstellung und -anwendung.

Projektbeschreibung

Die Identifikation der Anforderungen an die Referenzmodellierung hat gezeigt, dass Modellvarianten benötigt werden, welche die Ausrichtung des verfolgten Geschäftsmodells, einzelne Unternehmens- und Prozessmerkmale sowie die Nutzergruppen des Modells als Anwendungskontexte berücksichtigen. Als spätere Konfigurationsparameter für die Prozesse der „Störfallbeseitigung“ wurden die in Abbildung 1 aufgeführten identifiziert. Nicht angegebene Ausprägungen sind für das Projekt nicht relevant.

Konfigurationsparameter	Konfigurationsparameterausprägungen					
	funktionssorientiert		verfügbarkeitsorientiert		ergebnisorientiert	
Sitz OEM	BRD	Schweiz	USA	Russland	China	...
Sitz User	BRD	Schweiz	USA	Russland	China	...
Sitz Supplier	BRD	Schweiz	USA	Russland	China	...
Lieferung durch ext. Dritte	möglich			nicht möglich		
Reparaturfähigkeit	möglich			nicht möglich		
Teilebeschaffung durch	Supplier		OEM		User	
Aktueller Betrachter	Supplier		OEM		User	
Funktionsansicht	Entscheidungen			Operative Ausführung		

Abbildung 1: Morphologischer Kasten der Konfigurationsparameter im Anwendungsfall

Zu konfigurierende Modellbestandteile modellieren

Im Rahmen der eigentlichen Modellerstellung wurde zunächst ein Ordnungsrahmen erstellt, der den betrachteten Geschäftsprozess in einzelne Funktionscluster gliedert. Der Prozess „Störfallbeseitigung“ wurde dabei in die folgenden Cluster gegliedert:

- **Problemidentifikation (funktions-/verfügbarkeits-/ergebnisorientiert):** Die Problemidentifikation umfasst die Klärung des Problems sowie grundlegende Aktionen zur Behebung der Störung. Bei der funktionsorientierten Variante sucht der *user* zunächst allein nach dem Grund und der Lösung für das zuvor an der Maschine aufgetretene Problem. Dies kann erfolgreich sein und den Prozess bereits beschließen. In vielen Fällen jedoch wird zumindest ein beim Betreiber nicht sofort verfügbares Ersatzteil benötigt oder das Problem konnte gar nicht alleine identifiziert werden, woraufhin sich der Lieferant zur Problemklärung eingeschaltet. Im Falle eines verfügbarkeitsorientierten Geschäftsmodells kümmert sich der *user* nicht um die Problemlösung. Diese wird durch einen vom *supplier* bereitgestellten Maschinenbetreiber initiiert. Erst wenn dieser die Lösung nicht findet, wird Rücksprache gehalten. Bei einer ergebnisorientierten Produktion wird direkt der *supplier* kontaktiert, da der Kunde nicht mehr im direkten Kontakt mit der Produktion steht.
- **Klärung durch Lieferant:** Sollte die Problemsuche durch den *user* nicht erfolgreich sein, wird der *OEM* hinzugezogen. In anderen Geschäftsmodellen wird hier unter Umständen auch der *supplier* zu Rate gezogen, in dem betrachteten Musterprozess ist diese Option jedoch nicht vorgesehen. Der Prozess dieses Clusters endet in der Regel mit einem Ersatzteilbedarf, der je nach Geschäftsmodell von unterschiedlichen Akteuren befriedigt werden kann.
- **Beschaffung Ersatzteil (user/OEM/supplier):** Gegenstand dieser Prozesskategorie ist die Beschaffung des Ersatzteils, die entweder im Aufgabenbereich des *users*, des *OEM* oder des *suppliers* liegt.
- **Reparatur des defekten Teils:** Ist ein Teil nicht zeitnah in einem Lager des Netzwerks zu finden, muss das Teil durch den *OEM* oder den *supplier* (oder auch externe Dritte, die hier jedoch keine Rolle spielen) repariert werden. Oft schließt sich der Reparaturprozess auch trotz Ersatzteilverfügbarkeit nach erfolgtem Austausch an, um das Teil zu überarbeiten und erneut zu verwenden.
- **Fakturierung:** Auf kaufmännischer Seite fallen über den gesamten Prozess hinweg Kosten an, die abhängig vom Finanzvertrag des Geschäftsmodells abgerechnet wer-

den. Bei einer ergebnisorientierten Produktion werden dem *user* allerdings keine Kosten in Rechnung gestellt, da dieser lediglich das Produktionsergebnis bezahlt.

- *Einbau Ersatzteil*: Alle Prozesse, in denen ein Ersatzteil von beliebiger Stelle beige- stellt wird, enden mit dem Einbau des Ersatzteils. Als Ergebnis ist die laufende An- lage das Ende des verfügbareitsrelevanten Prozesses, sofern kein Folgeproblem auftritt.

Den einzelnen Funktionsclustern wurden Detailprozessmodelle hinterlegt, die als erwei- terte Ereignisgesteuerte Prozessketten (eEPK) modelliert wurden. Die gewonnenen Pro- zessmodelle bilden die Obermenge der Funktionen ab, die im Rahmen der Analyse der beiden vorgestellten Netzwerke identifiziert werden konnten.

Parametrisierung

Um die Konfiguration auf unterschiedlichen Granularitätsebenen zu unterstützen, wur- den sowohl Ordnungsrahmenelemente (vgl. Abbildung 2) als auch Ausschnitte der er- weiterten Ereignisgesteuerten Prozesskette mit Konfigurationstermen versehen.

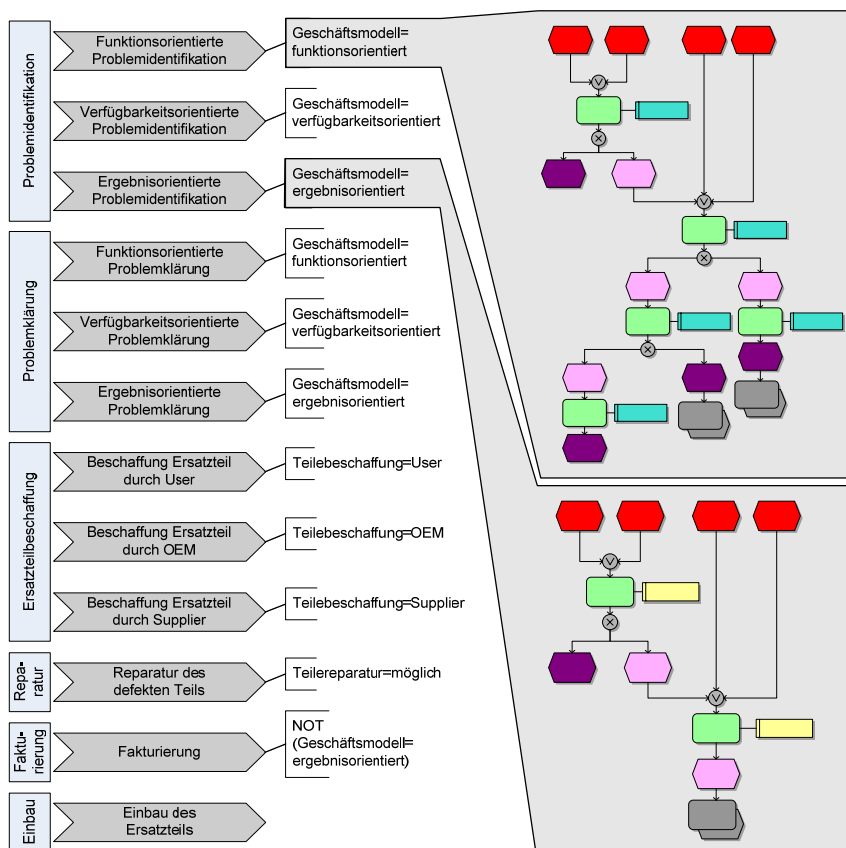


Abbildung 2: Elemente und Terme des hybriden Wertschöpfungsprozesses „Störfallbeseitigung“

Auf eEPK-Ebene wurde beispielsweise der Prozessstrang, der den Bezug eines Ersatzteils über externe Dritte vorsieht, mit dem Parameter „Lieferung durch externe Dritte“ und der Ausprägung „möglich“ versehen (vgl. Abbildung 3). Wird anstelle der Parameterausprägung „möglich“ im Rahmen der späteren Konfiguration die Parameterausprägung „nicht möglich“ ausgewählt, so wird der gekennzeichnete Prozessstrang aus dem konfigurierten Prozessmodell entfernt.

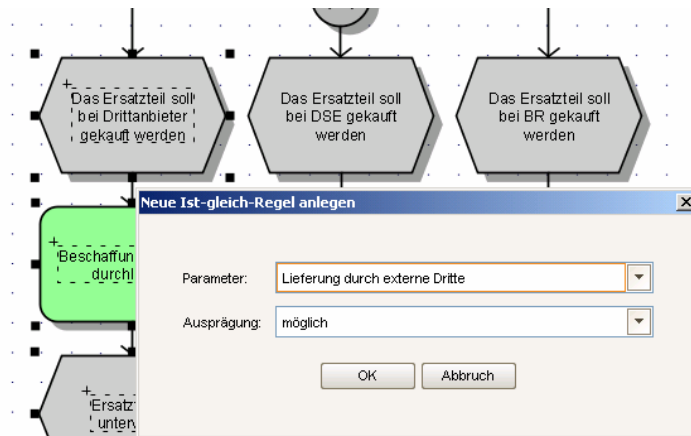


Abbildung 3: Zuweisen eines Configurationsterms

Angabe der Konfigurationsparameterausprägungen

Die Prozessmodelle wurden initial im ARIS Toolset der IDS Scheer AG modelliert und über den als ARIS-Erweiterung realisierten Forschungsprototyp Adapt(x) konfigurierbar gestaltet [DRS07]. Adapt(x) integriert sich hierfür in die Modellierungsoberfläche des Toolsets und erlaubt das Anlegen von Konfigurationsparametern und deren Ausprägungen und die Annotation von Configurationstermen an die Modellelemente. Vor der Durchführung einer Konfiguration werden die aktuell relevanten Konfigurationsparameterausprägungen abgefragt. Die gewählten Parameterausprägungen werden dabei farblich markiert (vgl. Abbildung 4).

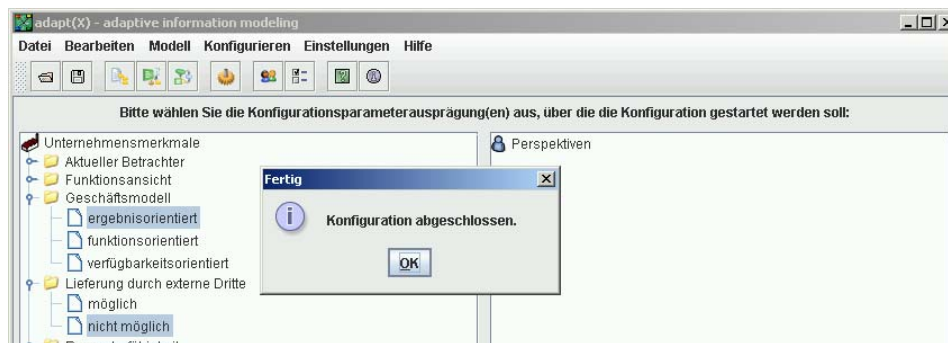


Abbildung 4: Angabe der Konfigurationsparameterausprägungen in Adapt(x)

Konfiguration

Die Konfiguration der Prozessmodelle wird durchgeführt, indem zunächst die ARIS-Modelle und die Konfigurationsregeln von Adapt(X) eingelesen werden. Danach werden die an die Modellelemente annotierten Terme auf ihre Gültigkeit gegenüber den aktuell gewählten Konfigurationsparameterausprägungen hin ausgewertet. Modellelemente, die mit Konfigurationstermen versehen sind, deren Prüfung „falsch“ anstelle von „wahr“ ergibt, werden konsistent aus dem Modell entfernt. Das Ergebnis der anschließenden Auswertung wird als Modellvariante im ARIS Toolset zurückgeschrieben, so dass es für weitere Anpassungen zur Verfügung steht. Abbildung 5 veranschaulicht das Ergebnis einer Konfiguration. Im oberen Bereich sind die Effekte auf Funktionsclusterebene erkennbar, während im unteren Bereich der Abbildung die Auswirkung auf einen die Ersatzteilbeschaffung betreffenden Prozessstrang in eEPK-Notation dargestellt wird.

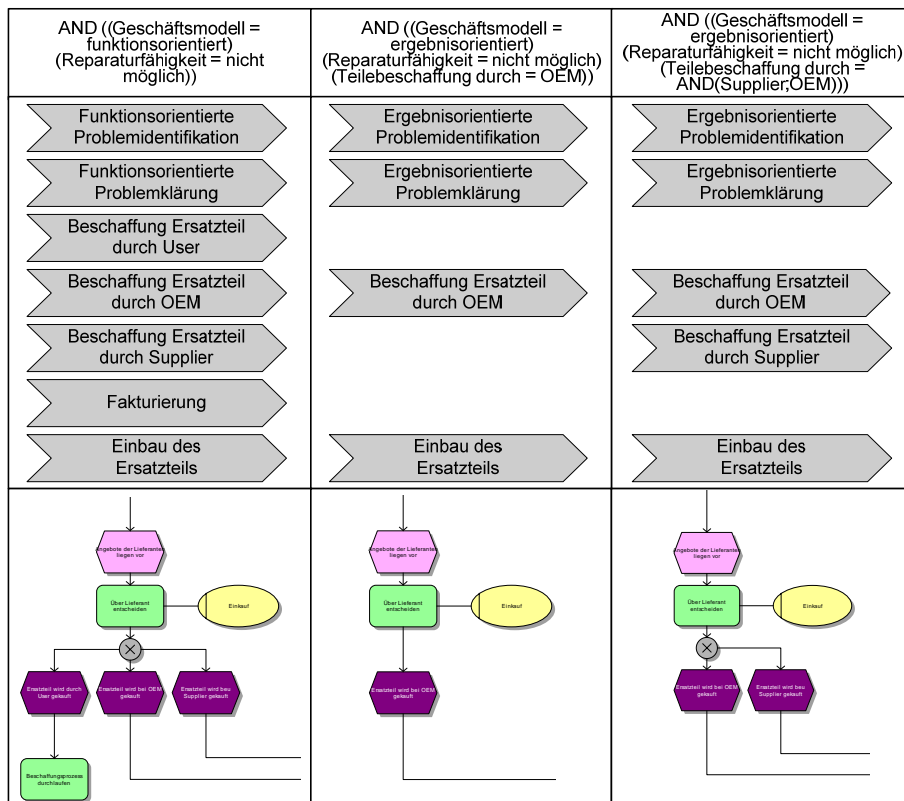


Abbildung 5: Konfigurierte Modelle

Weitere Anpassung

Nachdem die erzeugte Variante in das ARIS Toolset zurück geschrieben wurde, liegt es dort als normales Modell vor, das über die herkömmliche Funktionalität des Toolsets weiter angepasst werden kann.

4 Schlussbemerkungen

Die zunehmende Bereitstellung hybrider Leistungsbündel aus Sach- und Dienstleistungen stellt hohe Anforderungen an die Zusammenarbeit in Wertschöpfungsnetzwerken im Maschinen- und Anlagenbau. Durch Referenzmodelle können Geschäftsprozesse bei der gemeinsamen Leistungserstellung unternehmensübergreifend geplant werden. Jedoch fehlen derzeit geeignete Referenzmodelle im Bereich der hybriden Wertschöpfung. Um eine geeignete Referenzmodellunterstützung bereitzustellen, wurden zunächst Anforderungen an Referenzmodelle im Bereich der hybriden Wertschöpfung anhand zweier Wertschöpfungsnetzwerke im Anlagenbau identifiziert. Die Anforderungsanalyse hat gezeigt, dass Referenzmodelle für hybride Wertschöpfungsprozesse konfigurativ gestaltet werden sollten. Um die Umsetzbarkeit zu präsentieren, wurde ein entsprechendes Modell für die „Störfallbeseitigung“ einer Anlage erstellt. Aus diesen Anforderungen wurde in einem mehrstufigen Erstellungsprozess ein konfigurierbares Referenzmodell für den exemplarischen Prozess „Störfallbeseitigung“ einer Anlage erstellt. Dieses Referenzmodell kann aufgrund der annotierten Konfigurationsparameter unaufwändig situationspezifisch ausgeprägt werden. Im Zuge der weiteren Forschungsarbeiten soll die Anwendbarkeit des Referenzmodells in weiteren Wertschöpfungsnetzwerken überprüft und das Modell entsprechend der dort gewonnenen Erkenntnisse erweitert werden.

Danksagung

Dieser Beitrag wurde ermöglicht durch die Förderung der BMBF-Projekte „ServPay“ (Zahlungsbereitschaften für Geschäftsmodelle produktbegleitender Dienstleistungen; Förderkennzeichen 02PG1010) und „Ogemo.Net“ (Optimale Geschäftsmodelle für hybride Produkte in kooperativen Wertschöpfungsnetzwerken; Förderkennzeichen 02PG1070) im Rahmen des Förderprogramms „Forschung für die Produktion von morgen“. Wir danken an dieser Stelle dem Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe, Abteilung Produktions- und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT), für die Unterstützung.

Literaturverzeichnis

- [BBK08] Becker, J.; Beverungen, D.; Knackstedt, R. (2008): Reference Models and Modeling Languages for Product-Service Systems – Status-Quo and Perspectives for Further Research. In: Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-41). Waikoloa, Big Island, Hawaii. 2008.
- [BDK07] Becker, J.; Delfmann, P.; Knackstedt, R.: Adaptive Reference Modeling. Integrating Configurative and Generic Adaptation Techniques for Information Models. In: Reference Modeling. Efficient Information Systems Design Through Reuse of Information Models. Editors: Becker, J.; Delfmann, P. Berlin et al. 2007, S. 23-49.

- [De06] Delfmann, P.; Janiesch, C.; Knackstedt, R.; Rieke, T.; Seidel, S.: Towards Tool Support for Configurative Reference Modeling – Experiences from a Meta Modeling Teaching Case. In: Proceedings of the 2nd Workshop on Meta-Modelling and Ontologies (WoMM 2006). Lecture Notes in Informatics. Karlsruhe, Germany. 2006. S. 61-83.
- [DK07] Delfmann, P.; Knackstedt, R.: Towards Tool Support for Information Model Variant Management – A Design Science Approach. In: Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS). St. Gallen. 2007.
- [DRS07] Delfmann, P.; Rieke, T.; Stein, A.: Anpassung von Referenzmodellen mit adapt(x). In: Effiziente Softwareentwicklung mit Referenzmodellen. Editors: Becker, J.; Delfmann, P.; Rieke, T. Berlin et al. 2007, S. 43-59.
- [FNR06] Fleischer, J.; Niggeschmidt, S.; Rühl, J.: Einfluss von Serviceleistungen auf die Verfügbarkeit produktionstechnischer Anlagen, ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 10, 2006, S.561-565.
- [Ga98] Garbe, B.: Industrielle Dienstleistungen – Einfluß und Erfolgsfaktoren. Wiesbaden, Gabler, 1998.
- [Ho03] Howells, J.: Innovation, Consumption and Knowledge: Services and Encapsulation. CRIC discussion paper, No.62, University of Manchester, 2003.
- [La06] Lay, G.: Produktbegleitende Dienstleistungen in Industriebetrieben – Herausforderungen und Lösungsansätze. In: Strech, D.; Wahlm D. (Hrsg.): Moderne Dienstleistungen – Impulse für Innovation, Wachstum und Beschäftigung. Beiträge der 6. Dienstleistungstagung des BMBF. Campus Verlag, Frankfurt a. M., 2006, S. 387-395.
- [Me03] Mercer Management Consulting: Mercer-Analyse „Service im Maschinenbau“ – Ungenutzte Chancen im Servicegeschäft. Presseinformation, 5. Dezember 2003.
- [MK06] Meier, H.; Kortmann, D.: Wettbewerbsvorsprung durch intelligent kombinierte Produkte und Dienstleistungen. In: 8. Karlsruher Arbeitsgespräche Produktionsforschung 2006, S.109-116.
- [MKK06] Meier, H.; Kortmann, D.; Krug, C.: Von der Technologie- zur Nutzenführerschaft. Die Zukunft der Werkzeugmaschine als hybrides Leistungsbündel. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 7/8, 2006, S. 431-434.
- [MK07] Meier, H.; Kaiser, U.: Integration of service providers in SME product service systems. In: Proceedings of the 20th International Conference on Computational-Engineering (CAPE), Glasgow, 2007.
- [Qu88] Quinn, J.B.; Baruch, J.J.; Paquette, P.C.: Exploiting the Manufacturing-Services Interface. Sloan Management Review, Vol.29, No.4 (1988:Summer), S. 45-56, 1988.
- [Ra06] Rachel, T.: Dienstleistungsforschung für die Zukunft – Eröffnungsrede anlässlich der 6. Dienstleistungstagung des BMBF. In: Strech, D.; Wahlm D. (Hrsg.): Moderne Dienstleistungen – Impulse für Innovation, Wachstum und Beschäftigung. Beiträge der 6. Dienstleistungstagung des BMBF. Campus Verlag, Frankfurt a.M., 2006, S. 17-21.
- [SB03] Statistisches Bundesamt: Die Bedeutung einer wettbewerbsfähigen Industrie für die Entwicklung des Dienstleistungssektors - Eine Analyse der Bestimmungsgründe der Expansion industrienaher Dienstleistungen in modernen Industriestaaten. Download unter: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=31812.html>, 2003.
- [SG05] Sturts, C. S.; Griffis, F. H.: Pricing Engineering Services. Journal of Management in Engineering, April 2005, Vol. 21 Issue 2, 2005, S. 56-62.
- [St07] Sturm, F.; Bading, A.; Schubert, M.: Investitionsgüterhersteller auf dem Weg zum Lösungsanbieter – Eine empirische Studie. Institut Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2007.