

13 Vom SOM-Geschäftsprozessmodell zum BPMN-Workflowschema²⁶

Corinna Pütz, Elmar J. Sinz

Zusammenfassung. Die Business Process Model and Notation (BPMN) hat sich in den letzten Jahren zu einer der dominierenden graphischen Modellierungssprachen für Prozesse entwickelt. Ihre Nutzung erfolgt sowohl für die konzeptuelle Workflowmodellierung als auch für die Spezifikation ausführbarer Workflowschemata. Für die Modellierung von Geschäftsprozessen erscheint die BPMN allerdings nur bedingt geeignet. Geschäftsprozessmodelle beschreiben die auf Unternehmensziele ausgerichtete betriebliche Leistungserstellung und ihre Lenkung (Aufgabenebene). Diese Merkmale werden von der BPMN nicht explizit erfasst. Im Gegensatz dazu spezifizieren Workflowschemata Lösungsverfahren für die Durchführung betrieblicher Aufgaben (Aufgabenträgerebene). Der vorliegende Beitrag schlägt einen zweistufigen Modellierungsansatz zur Überwindung der semantischen Lücke zwischen Geschäftsprozessmodellen und Workflowschemata vor: In einem ersten Schritt wird ein Geschäftsprozessmodell gemäß dem Semantischen Objektmodell (SOM) erstellt und schrittweise verfeinert. Im zweiten Schritt wird aus dem hinreichend verfeinerten Geschäftsprozessmodell ein BPMN-Workflowschema auf Basis einer metamodelbasierten Schematransformation abgeleitet. Der Modellierungsansatz wird anhand eines Ausschnitts aus dem Integrationsszenario „e-Car AG“ des Forschungsverbundes forFLEX illustriert.

13.1 Einleitung

Die Business Process Model and Notation (BPMN) hat sich in den letzten Jahren zu einer der dominierenden graphischen Modellierungssprachen für Prozesse

²⁶ Modifizierte Fassung von:

- Pütz, C., Sinz, EJ (2010) Modellgetriebene Ableitung von BPMN-Workflowschemata aus SOM-Geschäftsprozessmodellen. In: Engels, G. et al. (Eds.) Modellierung 2010. March 24–26, 2010, Klagenfurt, Österreich, Proceedings. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 253–268,
- Pütz C, Sinz, EJ (2010) Model-driven Derivation of BPMN Workflow Schemata from SOM Business Process Models. In: Enterprise Modelling and Information Systems Architectures - An International Journal 5 (2) Oktober 2010, S. 57-72.

In der vorliegenden Fassung des Beitrags wird der vorgestellte Ansatz auf ein Fallbeispiel aus einem LogistikszENARIO (siehe Kapitel 2) angewandt.

entwickelt. BPMN wird durch die Object Management Group (OMG) standardisiert und liegt aktuell in der Version 2.0 (OMG 2011) vor.

Mit dem Einsatz der Sprache BPMN (White und Miers 2008, S. 24; Allweyer 2008, S. 9 ff) werden unterschiedliche Ziele verfolgt:

- *Konzeptuelle Modellierung von Workflows*: Ziel ist insbesondere die fachliche Dokumentation von Workflows und die Schaffung einer Kommunikationsgrundlage für die Analyse und Gestaltung von Workflows in einer Organisation. Die Ausführbarkeit der Workflows steht hier nicht im Vordergrund.
- *Spezifikation ausführbarer Workflowschemata*: Ziel ist die vollständige und detaillierte Spezifikation von Workflows, um diese direkt z. B. in BPEL (WS-BPEL, Web-Services Business Process Execution Language; OASIS 2007) transformieren und ausführen zu können. Als Repräsentationssprache für den Export von Workflowschemata aus einem BPMN-Werkzeug in eine BPEL-Engine kommt insbesondere die XML Process Definition Language (XPDL; WfMC 2008) zum Einsatz.

Die konzeptuelle Modellierung von Workflows kann genutzt werden, um anschließend die Ergebnisse zu ausführbaren Workflowschemata zu erweitern (Silver 2009, S. 7 f).

In Wissenschaft und Praxis erfolgt oft keine explizite Unterscheidung zwischen Geschäftsprozessen und Workflows (siehe z. B. Huth und Wieland 2008; Allweyer 2008, S. 8). Für die im vorliegenden Beitrag vorgestellte Methodik ist dagegen die Differenzierung zwischen Geschäftsprozessmodell und Workflowschema wesentlich:

- Ein Geschäftsprozessmodell spezifiziert, ausgerichtet auf vorgegebene Unternehmensziele, die betriebliche Leistungserstellung sowie deren Lenkung und referenziert die dafür eingesetzten Ressourcen (Ferstl und Sinz 2008, S. 193 f). Die Beschreibung erfolgt in Form von betrieblichen Aufgaben und Ereignisbeziehungen zwischen Aufgaben. Der Begriff Aufgabe stellt eines der elementaren Konzepte der Betriebswirtschaftslehre dar (Kosiol 1976) und bezeichnet eine zielorientierte Verrichtung, welche an einem Aufgabenobjekt durchgeführt wird. Die Aufgabenziele werden dabei aus den Unternehmenszielen abgeleitet.
- Im Gegensatz dazu beschreibt ein Workflowschema ein Lösungsverfahren, welches personelle oder maschinelle Aufgabenträger (Personen bzw. Anwendungssysteme) im Rahmen der Durchführung einer oder mehrerer be-

trieblicher Aufgaben ausführen. Die Beschreibung erfolgt in Form von Aktivitäten und Beziehungen zwischen Aktivitäten. Der Begriff Aktivität bezeichnet eine elementare oder nicht-elementare Tätigkeit im Rahmen des genannten Lösungsverfahrens.

Die Namensgebung der BPMN legt nahe, dass die Sprache auf die Modellierung von Geschäftsprozessen zielt. Folgt man jedoch der obigen Differenzierung, so wird deutlich, dass die BPMN primär auf die Modellierung von Workflows ausgerichtet ist. Ihre zentralen Sprachelemente sind Aktivitäten und deren Beziehungen (Nachrichtenflüsse und Sequenzflüsse) (OMG 2011). Zur Modellierung von Geschäftsprozessen im obigen Sinne ist BPMN dagegen nur bedingt geeignet, da betriebliche Aufgaben in ihrem Bezug zu Unternehmenszielen sowie zur betrieblichen Leistungserstellung und ihrer Lenkung nicht adäquat dargestellt werden können.

Im vorliegenden Beitrag wird vorgeschlagen, BPMN-Workflowschemata mithilfe eines modellgetriebenen Ansatzes aus Geschäftsprozessmodellen abzuleiten. Zur Geschäftsprozessmodellierung wird dabei das Semantische Objektmodell (SOM) eingesetzt (Ferstl und Sinz 2008, S. 192 ff). Ein SOM-Geschäftsprozessmodell wird, ausgehend von initialen Leistungsflüssen zwischen Diskurswelt und Umwelt, schrittweise verfeinert. Dabei wird zunehmend die Lenkung der Leistungserstellung in Form von Koordinationsbeziehungen zwischen betrieblichen Objekten und deren Aufgaben sichtbar. Nachdem eine hinreichende Detaillierung erreicht ist, wird in einer modellgetriebenen Ableitung aus dem Geschäftsprozessmodell ein BPMN-Workflowschema entwickelt.

Im Vergleich zu einer direkten Spezifikation von BPMN-Workflowschemata besitzt der Ansatz eine Reihe von Vorteilen: Pools, die Choreographie zwischen den Pools, die Orchestrierung von Aktivitäten im Inneren von Pools und weitere Merkmale von BPMN-Workflows werden systematisch aus dem Geschäftsprozessmodell abgeleitet. Semantische Eigenschaften des Geschäftsprozessmodells werden dabei in die Workflow-Spezifikation übertragen und reichern diese an. Die systematische Ableitung verfolgt zudem das Ziel, die Modellqualität der Workflowschemata zu verbessern.

Der weitere Beitrag ist wie folgt gegliedert: Abschnitt 13.2 behandelt methodische Grundlagen für die modellgetriebene Ableitung von BPMN-Workflowschemata aus SOM-Geschäftsprozessmodellen. In Abschnitt 13.3 wird als Fallbeispiel die Produktion von Elektrofahrzeugen in der e-Car AG gewählt (siehe hierzu auch Kapitel 2, Teilszenario A) und in Form eines mehrstufig verfeinerten SOM-Geschäftsprozessmodells beschrieben. Die modellgetriebene Ab-

leitung eines BPMN-Workflowschemas aus dem SOM-Geschäftsprozessmodell ist Gegenstand von Abschnitt 13.4. Abschnitt 13.5 diskutiert den vorgeschlagenen Ansatz. Abschließend geht Abschnitt 13.6 auf verwandte Arbeiten ein und gibt einen Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf.

13.2 Methodische Grundlagen für die modellgetriebene Ableitung von Workflowschemata aus Geschäftsprozessmodellen

Das Semantische Objektmodell (Ferstl und Sinz 2008, S. 192 ff) ist eine objekt- und geschäftsprozessorientierte Methodik zur ganzheitlichen Modellierung betrieblicher Systeme. Die SOM-Unternehmensarchitektur (Abb. C-61a) umfasst drei Modellebenen: (1) Der Unternehmensplan beschreibt die Gesamtaufgabe des betrieblichen Systems aus Außenperspektive und legt dabei insbesondere deren Ziele fest. (2) Das Geschäftsprozessmodell beschreibt das Lösungsverfahren für die Realisierung des Unternehmensplans; es spezifiziert damit die Innenperspektive auf die Aufgaben des Unternehmens. (3) Das Ressourcenmodell beschreibt die Aufgabenträger zur Durchführung der betrieblichen Aufgaben ebenfalls aus der Innenperspektive des Unternehmens.

Korrespondierend zu den Modellebenen der SOM-Unternehmensarchitektur spezifiziert das SOM-Vorgehensmodell (Abb. C-61b) die Sichten zur Darstellung der drei Modellebenen. Im Rahmen des vorliegenden Beitrags werden das Interaktionsschema (IAS) und das Vorgangs-Ereignis-Schema (VES) zur Spezifikation des Geschäftsprozessmodells aus Struktur- bzw. Verhaltenssicht sowie das Vorgangsobjektschema (VOS) für die Beschreibung der Verhaltenssicht des Ressourcenmodells betrachtet. Die letztere Verhaltenssicht wird im vorliegenden Beitrag in Form eines BPMN-Workflowschemas spezifiziert.

Die in diesem Beitrag vorgeschlagene Methodik umfasst zwei Schritte:

1. Erstellung und schrittweise Verfeinerung eines SOM-Geschäftsprozessmodells (IAS und VES).
2. Modellgetriebene Ableitung eines BPMN-Workflowschemas aus dem VES der detailliertesten Zerlegungsstufe.

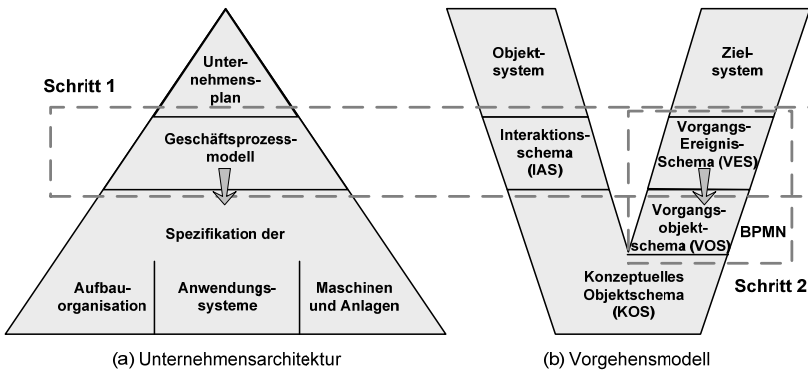


Abb. C-61: Unternehmensarchitektur und Vorgehensmodell der SOM-Methodik (Ferstl und Sinz 2008, S. 193, 195)

Schritt 1: Das Metamodell für SOM-Geschäftsprozessmodelle ist in Abb. C-69 (Metamodell SOM-GP) dargestellt. Abb. C-62 zeigt exemplarisch die Struktur eines SOM-Geschäftsprozessmodells. Das IAS enthält die beiden betrieblichen Objekte *Absatz* (Umweltobjekt) und *e-Car AG Produktion* (Diskursweltobjekt). Ein betriebliches Objekt umfasst eine Menge von Aufgaben, die auf einem gemeinsamen Aufgabenobjekt durchgeführt werden, mit zugehörigen Sach- und Formalzielen. Die Koordination dieser betrieblichen Objekte erfolgt durch Transaktionen. Es werden zwei Koordinationsformen unterschieden, eine hierarchische Koordination unter der Nutzung von Steuer- und Kontrolltransaktionen (S, K) und eine nicht-hierarchische Koordination mithilfe von Anbahnungs-, Vereinbarungs- und Durchführungstransaktionen (A, V, D) (Ferstl und Sinz 2008, S. 66 ff). In Abb. C-62 wird die Bereitstellung von e-Cars durch *Information* an *Absatz* über verfügbare e-Car-Varianten angebahnt (Anbahnung). Dieser bestellt ein oder mehrere e-Cars (Vereinbarung) und erhält die anschließend produzierten e-Cars bereitgestellt (*e-Car Bereitstellung*, Durchführung).

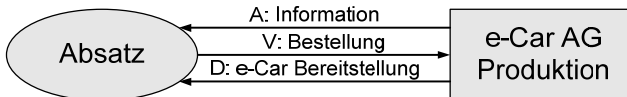


Abb. C-62: Nicht-hierarchische Koordination zwischen e-Car AG Produktion und Absatz

Die zugehörige Verhaltenssicht ist in Abb. C-63 in Form eines VES dargestellt. Inhalt des VES ist der ereignisgesteuerte Ablauf von Aufgabendurchführungen (vgl. Abb. C-69, Metamodell SOM-GP). Dem VES liegt das Systemparadigma „Petri-Netz“ (vgl. z. B. Reisig 1986; Peterson 1977) zugrunde (Abb. C-63a). Die Ausführung eines Petri-Netzes erfolgt durch Schalten zulässiger Übergänge (Transitionen). Zum Beispiel ist der Übergang *Info empfangen* zulässig, wenn der Zustand (Stelle) *Infoübertragung* markiert ist. Das Schalten des Übergangs führt zur Markierung des Zustands *Info liegt vor*.

Ein VES wird als erweitertes Petri-Netz mit folgenden Merkmalen verstanden: Es handelt sich um ein gefärbtes Petri-Netz (vgl. z. B. Jensen und Kristensen 2009, S. 13 ff) mit unterscheidbaren Marken. Die Übergänge können um Pre- und Post-Conditions ergänzt werden, welche das Schaltverhalten genauer spezifizieren. Schließlich wird festgelegt, dass die beiden Übergänge, welche die an einer betrieblichen Transaktion beteiligten Aufgaben repräsentieren, synchron schalten. Der die beiden Übergänge verbindende Zustand wird im VES daher nicht repräsentiert. Das mit dem Petri-Netz korrespondierende VES ist in Abb. C-63b dargestellt.

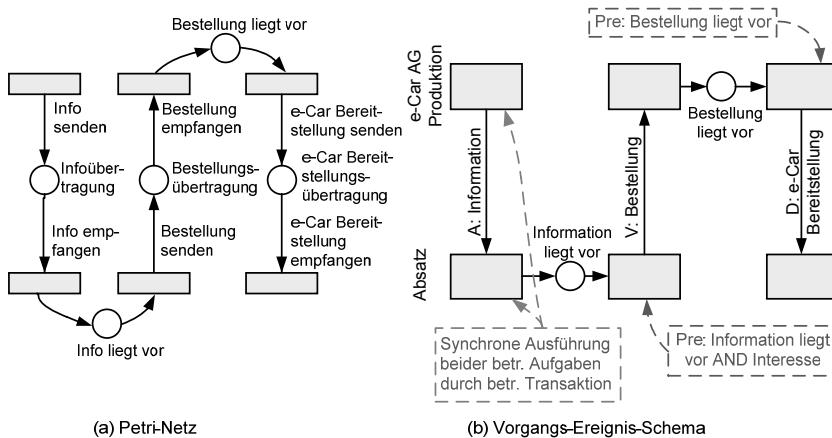


Abb. C-63: Vorgangs-Ereignis-Schema für die Bereitstellung von e-Cars

Schritt 2: Die für das abzuleitende Workflowschema relevanten Konstrukte der BPMN und ihre Beziehungen wurden in Abb. C-69 in Form eines Metamodells rekonstruiert. Gemäß OMG werden die Konstrukte in die drei Hauptkategorien *Swim Lane*, *Flow Object* und *Connecting Object* eingeteilt (OMG 2011, S. 27). Die beiden weiteren Hauptkategorien *Data* und *Artifact* werden für die Ableitung

nicht benötigt. Eine *Swim Lane* spezifiziert entweder einen Pool oder eine Lane. Ein Pool stellt einen Teilnehmer dar, der gegebenenfalls durch Lanes in Rollen unterteilt wird. *Flussobjekte* werden in (1) Activities (atomarer Task oder nicht-atomarer Subprocess), (2) Events (Start-, Zwischen- oder Endereignis) oder (3) Gateways (Teilung, bzw. Synchronisation des Sequenzflusses) unterschieden. *Connecting Objects* sind zum einen Sequenzflüsse (Sequence Flows), welche die Reihenfolge beschreiben, in der Flussobjekte innerhalb eines Pools ausgeführt werden. Zum anderen sind sie Nachrichtenflüsse (Message Flows), welche den Nachrichtenaustausch zwischen zwei Pools spezifizieren.

Während einem VES das Systemparadigma „Petri-Netz“ zugrunde liegt, folgt ein BPMN-Schema dem Systemparadigma „Algorithmus“. Die Instanziierung eines Petri-Netzes wird durch die den einzelnen Zuständen zugeordneten Marken beschrieben. Im Gegensatz dazu wird ein BPMN-Workflowschema mehrfach instanziiert. Jede Instanz entspricht einem Ablauf des Schemas, dessen aktueller Ausführungszustand durch ein Token markiert ist.

Die Ableitung eines initialen BPMN-Workflowschemas aus einem detaillierten VES erfolgt als metamodelbasierte Schematransformation. Diese wird in Abschnitt 13.3 beschrieben.

13.3 Fallbeispiel Produktion von Elektrofahrzeugen in der e-Car AG

Als Fallbeispiel dient die Produktion von Elektrofahrzeugen in der e-Car AG aus dem in Kapitel 2 eingeführten Integrationsszenario (Teilszenario A) des Forschungsverbundes. Für die Produktion von e-Cars wird im Folgenden ein SOM-Geschäftsprozessmodell entwickelt. Dabei erfolgt eine mehrstufige, schrittweise Zerlegung des IAS und des korrespondierenden VES.

Das initiale IAS (Abb. C-64a) zeigt die aggregierten Leistungsflüsse zwischen den betrieblichen Objekten aus Struktursicht. Das Umweltobjekt *Lieferant* beliefert das Diskursweltobjekt *e-Car AG Produktion* (im Folgenden kurz *e-Car AG* genannt) mit Vorprodukten (D: *Vorprodukte*). *E-Car AG* generiert aus den von *Lieferant* übermittelten Vorprodukten für das Umweltobjekt *Absatz* eine Verkaufsleistung (D: *e-Cars*). Diese stellt die Leistungsübergabe des verkauften Gutes dar. Das korrespondierende VES ist in Abb. C-64b dargestellt. Die Bezeichnungen der Aufgaben im VES werden aus den Transaktionsbezeichnungen abgeleitet. So bezeichnet *Vorprodukte* > die Aufgabe „Erstellen und Übergeben der Vorprodukte“, > *Vorprodukte* die korrespondierende Empfangsaufgabe.

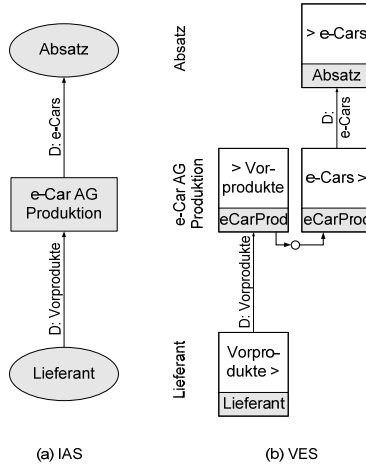


Abb. C-64: IAS und VES für die Produktion von e-Cars (initiales Modell)

Die Koordination zwischen *e-Car AG* und *Absatz* bzw. *Lieferant* erfolgt nach dem Prinzip der nicht-hierarchischen Koordination. In ersten Zerlegungsschritten (erste Zerlegung), deren Ergebnis in Abb. C-65 und Abb. C-66 dargestellt ist, wird die von der *e-Car AG* ausgehende Durchführungstransaktion (*D: e-Cars*) nach dem AVD-Prinzip verfeinert. Die Anbahnungstransaktion entfällt hier, da angenommen wird, dass *Absatz* und *e-Car AG* bereits über gegenseitige Informationen verfügen. Nachdem die Bestellung der zu produzierenden e-Cars durch *Absatz* eingegangen ist (*Bestellung >*, Vereinbarung), wird sie durch *e-Car AG* bearbeitet. Für die Produktion der e-Cars werden Vorprodukte benötigt, die die *e-Car AG* bei *Lieferant* bestellt. Auch hier sind *Lieferant* und *e-Car AG* bereits gegenseitig bekannt, so dass bei *Lieferant* direkt eine Bestellung über die benötigte Menge an Vorprodukten eingeht. Vorprodukte können einerseits Gleichteile sein (*Gleichteile Bestellung (VMI-Vertrag)*); diese werden für die Produktion von e-Cars zwingend benötigt. Andererseits können Vorprodukte Individualteile sein. Sie werden nur für den Fall eines eingegangenen Individualauftrags beim Lieferanten zusätzlich bestellt (*Individualteile Bestellung*). Nach erfolgter Belieferung mit Vorprodukten (*Gleichteilebelieferung, Individualteilebelieferung*) durch *Lieferant* erhält die *e-Car AG* die *Rechnung* und begleicht diese durch die *Zahlung*. Mit den eingetroffenen Vorprodukten produziert die *e-Car AG* die bestellte Menge an Elektrofahrzeugen und stellt diese anschließend *Absatz* bereit (*e-Car Bereitstellung, Durchführung*).

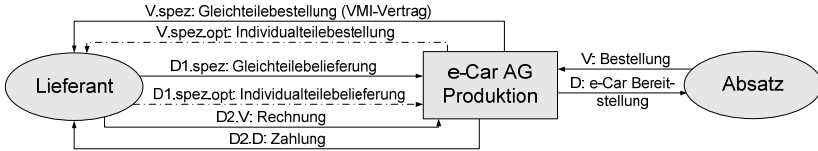


Abb. C-65: IAS für die Produktion von e-Cars (erste Zerlegung)

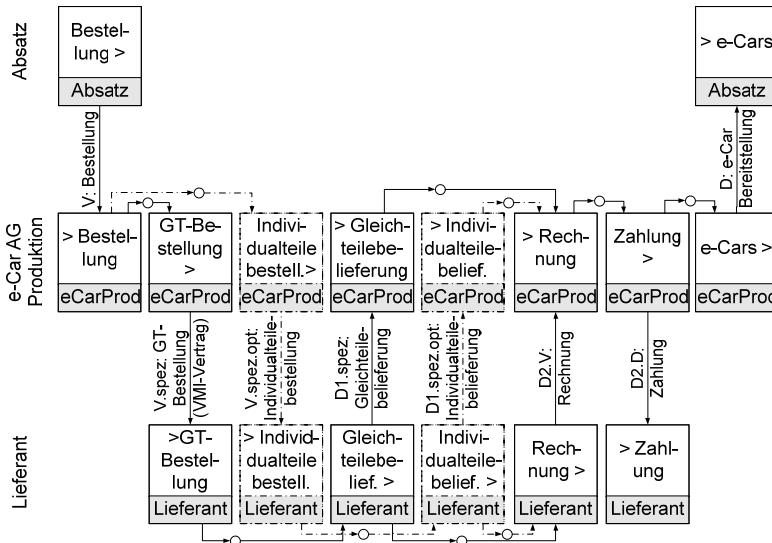


Abb. C-66: VES für die Produktion von e-Cars (erste Zerlegung)

In weiteren Zerlegungsschritten (zweite Zerlegung in Abb. C-67 und Abb. C-68) werden die Koordinationsprotokolle zwischen *e-Car AG* und *Absatz* bzw. *Lieferant* weiter verfeinert. Darüber hinaus erfolgt eine Zerlegung des betrieblichen Diskursweltobjekts *e-Car AG*. Letztere führt zu je einem Teilobjekt für *Strategischer Einkauf/Beschaffung*, *Produktion*, sowie *Finanzwesen*, welches die Zahlungsabwicklung gegenüber *Lieferant* durchführt. Die Beauftragungen zwischen den innerbetrieblichen Diskursweltobjekten erfolgen im Rahmen nicht-hierarchischer Koordinationen. Das gesamte Protokoll der Objekt- und Transaktionszerlegungen ist in Tab. C-7 zusammengefasst.

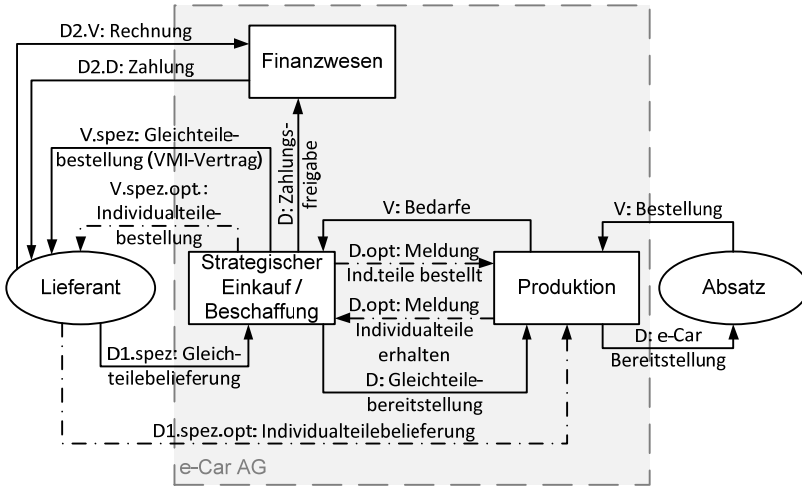


Abb. C-67: IAS für die Produktion von e-Cars (zweite Zerlegung)

Objektzerlegung	Transaktionszerlegung
e-Car AG Finanzwesen Strategischer Einkauf / Beschaffung D: Zahlungsfreigabe D: Gleichteile-Order V: Bedarfe D: Gleichteilebereitstellung D.opt: Meldung Individualteile bestellt Produktion D.opt: Meldung Individualteile erhalten Lieferant Absatz	D: Vorprodukte V: Beschaffungsauftrag V.spez: Gleichteilebestellung (VMI-Vertrag) V.spez.opt: Individualteilebestellung D: Beschaffungsabwicklung D1: Belieferung D1.spez: Gleichteilebelieferung D1.spez.opt: Individualteilebelieferung D.2: Zahlungsabwicklung D2.V: Rechnung D2.D: Zahlung D: e-Cars V: Bestellung D: e-Car Bereitstellung

Tab. C-7: Objekt- und Transaktionszerlegung für die Produktion von e-Cars

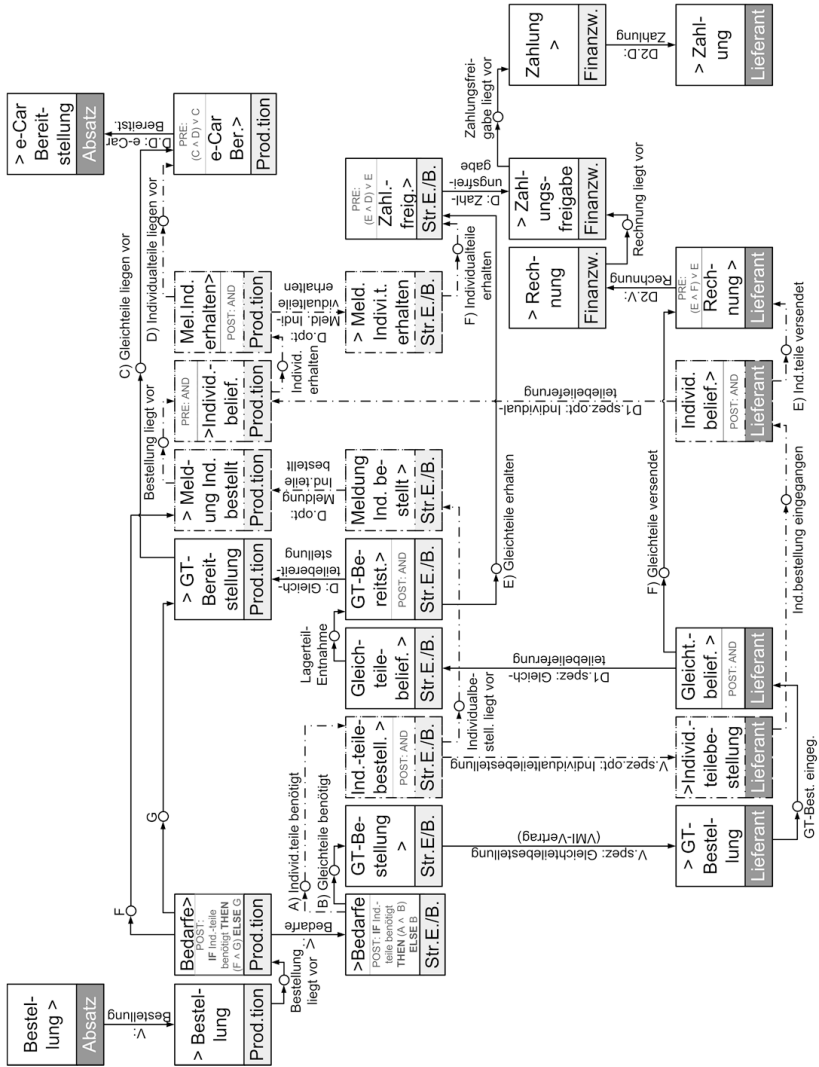


Abb. C-68: Vorgangs-Ereignis-Schema für die Produktion von e-Cars (zweite Zerlegung)

Im VES der zweiten Zerlegung (Abb. C-68) wurden – soweit notwendig – Aufgaben um Pre- und Postconditions ergänzt. Diese sind vor bzw. nach der jeweiligen Aufgabenbezeichnung eingetragen und mit dem Schlüsselwort PRE bzw. POST gekennzeichnet. Beispielsweise wird von der Produktion, welche die Stücklisten

verwaltet, nur dann das Fehlen von Individualteilen gemeldet (*Bedarfe*>), wenn diese im Zuge der Auftragsbearbeitung benötigt werden. Die für die Fertigstellung des Auftrags benötigten Gleichteile werden in jedem Fall bestellt.

Im Weiteren wird nun davon ausgegangen, dass das VES der zweiten Zerlegung hinreichend detailliert ist, um daraus ein BPMN-Workflowschema ableiten zu können. Diese Ableitung wird im nächsten Abschnitt erläutert.

13.4 Vom SOM-Geschäftsprozessmodell zum BPMN-Workflowschema

Methodische Grundlage der Ableitung eines BPMN-Workflowschemas aus einem SOM-Geschäftsprozessmodell ist die metamodellbasierte Schematransformation gemäß dem MDA-Pattern der Model Driven Architecture (OMG 2003, S. 3–9; siehe auch Frankel 2003; Gruhn et al. 2006) (Abb. C-69, links). Ausgangspunkt der Ableitung ist die Verhaltenssicht, d. h. das VES eines hinreichend verfeinerten SOM-Geschäftsprozessmodells, welches gemäß dem zugehörigen Metamodell spezifiziert ist. Das Ergebnis der Ableitung ist ein initiales BPMN-Workflowschema (Kollaborationsdiagramm mit Aktivitäten als Kontaktpunkte zwischen Teilnehmern, siehe hierzu OMG 2011, S. 24) gemäß dem für die Zwecke dieses Beitrags erstellten BPMN-Metamodell (Abb. C-69). Die Ableitung selbst wird anhand einer Abbildung von Modellbausteinen des SOM-Metamodells auf Modellbausteine des erstellten BPMN-Metamodells beschrieben (siehe gestrichelte Linien in Abb. C-69, rechts).

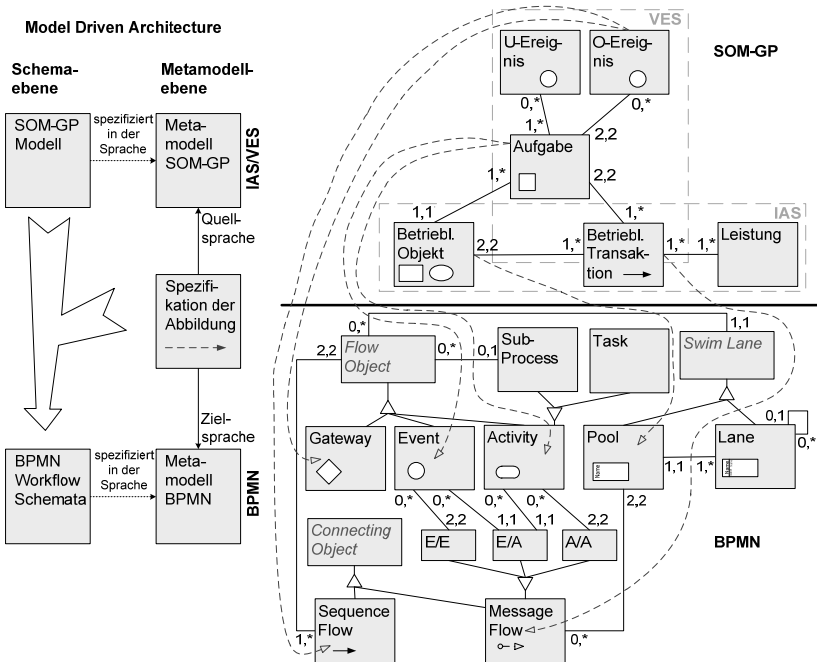


Abb. C-69: Metamodell-Abbildung SOM → BPMN
 (vgl. OMG 2003, S. 3–9; Ferstl und Sinz 2008, S. 210)

Die wichtigsten Beziehungselemente der Abbildung zwischen einem SOM-Geschäftsprozessmodell und einem BPMN-Workflowschema werden nun kurz erläutert. Dabei wird davon ausgegangen, dass ein Workflowschema nur für betriebliche Objekte abgeleitet werden soll, nicht hingegen für Umweltobjekte.

Jedes betriebliche Objekt wird in einen Pool transformiert. Umweltobjekte werden in öffentliche Pools (public Process; Black-Box) abgebildet. Da für sie kein Workflowschema abgeleitet wird, ist ihre Innensicht nicht von Belang. Die Darstellung der Reihenfolge der ein- und ausgehenden Nachrichtenflüsse mittels Black-Box-Pools ist demnach ausreichend. Betriebliche Transaktionen zwischen den Objekten führen zu Nachrichtenflüssen zwischen Pools. Aufgaben werden in Aktivitäten und ggf. Events (Events im Falle eines Sequenzflusstarts eines Aufgabenobjekts) transformiert.

Ein objektinternes Ereignis, welches zwei Aufgaben im Inneren eines betrieblichen Objekts verknüpft, entspricht einem Sequenzfluss, der ebenfalls nur innerhalb eines Pools existiert. Aus objektinternen Ereignissen in Verbindung mit Pre- oder Post-Conditions von Aufgaben werden Gateways abgeleitet. Komplexe Post-Conditions (bspw. Alternativen in Kombination mit optionalen Verzweigungen) werden im VES mit If-Then-Else-Bedingungen dargestellt (*POST: IF Individualteile benötigt THEN $(F \wedge G)$ ELSE G* ; vgl. Post-Condition der Aufgabe *Bedarfe* > in Abb. C-68), die zunächst in ein exklusives Gateway abgebildet werden. Der Sequenzfluss, der durch die Post-Condition aufgeteilt wird, wird mittels Gateways in die beiden möglichen Wege $(F \wedge G)$ und G abgebildet. Der aufgeteilte Sequenzfluss wird zu einem späteren Zeitpunkt durch die Pre-Condition der Aufgabe *e-Car Bereitstellung* > wieder zusammengeführt. Dabei wird die Pre-Condition in der Reihenfolge der ODER-verknüpften Teilausdrücke ausgewertet. Aufeinander folgende Flussobjekte innerhalb eines Pools werden zusätzlich durch Sequenzflüsse miteinander verbunden. Sequenzflüsse, die in genau eine Aktivität münden, werden durch ein Gateway synchronisiert.

Durch die Ableitung wird erreicht, dass Abläufe im Inneren eines betrieblichen Objekts in Abläufe innerhalb eines Pools abgebildet werden. Die Koordination zwischen betrieblichen Objekten führt zu einer Choreographie zwischen Pools, die in Form von Nachrichtenflüssen spezifiziert wird (Kollaborationsdiagramm, siehe hierzu OMG 2011).

Das aus der Ableitung resultierende initiale BPMN-Kollaborationsdiagramm ist in Abb. C-70 dargestellt. Dieses enthält Aktivitäten, die „Kontaktpunkte“ zwischen den Teilnehmern darstellen. In einem weiteren Schritt können die internen Prozesse (White-Box-Pools) bei Bedarf weiter verfeinert werden.

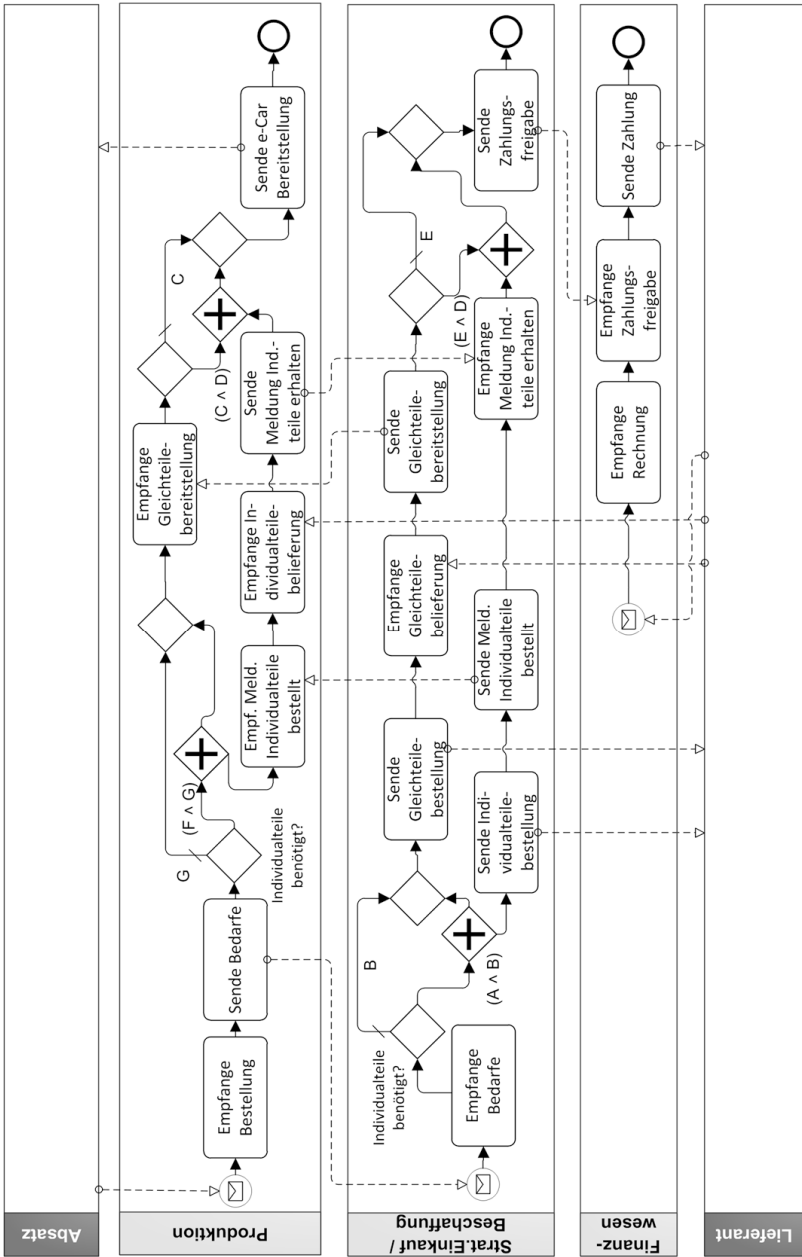


Abb. C-70: BPMN-Workflowschema für die Produktion von e-Cars

13.5 Diskussion des vorgeschlagenen Ansatzes

Ausgangspunkt des vorgeschlagenen Ansatzes ist ein initiales SOM-Geschäftsprozessmodell, welches die mit dem Unternehmensplan abgestimmten Leistungsbeziehungen des Geschäftsprozesses mit seiner Umwelt beinhaltet. Dieses Geschäftsprozessmodell wird in einer Struktursicht (IAS) sowie einer korrespondierenden Verhaltenssicht (VES) dargestellt und durch Zerlegung von betrieblichen Transaktionen und Objekten in mehreren Schritten verfeinert. Dabei wird sukzessive die transaktionsbasierte Koordination zwischen den betrieblichen Objekten aufgedeckt. Nach Erreichen einer geeigneten Verfeinerung des Geschäftsprozessmodells erfolgt die modellgetriebene Ableitung eines initialen BPMN-Workflowschemas aus dem VES der detailliertesten Zerlegungsstufe. Eine geeignete Verfeinerung liegt vor, wenn für alle Aufgaben des Geschäftsprozessmodells das Lösungsverfahren auf genau eine Aktivität des Workflowschemas abbildbar ist.

Im Vergleich zu einer direkten Modellierung eines BPMN-Workflowschemas ohne ein vorgeschaltetes SOM-Geschäftsprozessmodell ergibt sich durch die modellgetriebene Ableitung eine Reihe von Vorteilen:

- Pools, die Choreographie zwischen Pools sowie die Aktivitäten und Beziehungen des initialen BPMN-Schemas sind Ergebnis der Ableitung und müssen nicht auf der Ebene des Workflowschemas konstruiert oder rekonstruiert werden (vgl. hierzu auch Allweyer 2008, S. 53 ff).
- Die „Herkunft aus dem Geschäftsprozessmodell“ kann für eine semantische Annotation der Artefakte des Workflowschemas genutzt werden. Diese Anreicherung erhöht die semantische Aussagekraft eines BPMN-Schemas. Zum Beispiel kann ein Message-Flow um die Information ergänzt werden, welcher betrieblichen Transaktion er im Geschäftsprozessmodell entspricht. Die Choreographie zwischen Pools spiegelt das gesamte Koordinationsprotokoll zwischen den korrespondierenden betrieblichen Objekten wider.
- Die semantische Lücke zwischen dem mit dem Unternehmensplan abgestimmten initialen Geschäftsprozessmodell und dem Workflowschema, welches die Lösungsverfahren für die Durchführung der detaillierten Geschäftsaufgaben spezifiziert, wird in überschaubaren und damit prüfbareren Komplexitätsspannen überwunden.
- Das durch Modelltransformation erzeugte initiale BPMN-Schema setzt den Rahmen für dessen weitere Bearbeitung. Das Workflowschema kann ver-

feinert werden, um z. B. Varianten von Aufgabendurchführungen zu spezifizieren. Eine Abänderung der durch die Ableitung erzeugten Grundstruktur des BPMN-Schemas ist jedoch nicht möglich, da dadurch die Abstimmung zwischen Geschäftsprozessmodell und Workflowschema verletzt werden würde.

Insgesamt zielt der Ansatz damit auf eine Verbesserung der Modellqualität und der semantischen Aussagekraft von Workflowschemata.

Voraussetzung für die Anwendung des Ansatzes ist die konzeptuelle Unterscheidung zwischen Geschäftsprozessmodell und Workflowschema (siehe Abschnitt 13.1). Das Geschäftsprozessmodell ist der Aufgabenebene eines betrieblichen Systems zugeordnet und beschreibt das „Was“ der zielorientierten Aufgabenerfüllung. Das Workflowschema hingegen ist Teil der Aufgabenträgerebene und beschreibt das „Wie“ der Aufgabendurchführung. Der vorgeschlagene Ansatz führt zu einer Abstimmung der beiden Ebenen, macht aber gleichzeitig die Freiheitsgrade beim „Wie“ zum Erreichen eines vorgegebenen „Was“ deutlich. Zum Beispiel können für einen gegebenen Geschäftsprozess unterschiedliche Varianten von Workflows durch Verfeinerung des initialen Workflowschemas erzeugt werden.

13.6 Verwandte Arbeiten und weiterer Forschungsbedarf

Verwandte Arbeiten betreffen insbesondere Modelltransformationen von und nach BPMN. Dabei nutzen nur wenige Ansätze BPMN als Zielsprache für die Modelltransformation. Beispiele sind u. a. die Arbeiten (Allweyer 2007) und (Kalnins und Vitolins 2006), wo Ereignisgesteuerte Prozessketten bzw. UML-Aktivitätsdiagramme in eine BPMN-Darstellung transformiert werden.

Im Vergleich dazu verwenden viele Arbeiten BPMN als Quellsprache für eine Modelltransformation. Zum Beispiel befassen sich DECKER ET AL. (2008b) mit der Überführung von BPMN in die Workflowsprache YAWL, DIJKMAN ET AL. (2008) mit der Transformation in Petri-Netze und CIBRÁN (2009) mit der Abbildung in UML-Aktivitätsdiagramme. Eine Reihe von Arbeiten beschäftigt sich mit der Generierung von BPEL-Spezifikationen aus BPMN (z. B. OMG 2011; Ouyang et al. 2006a; Ouyang et al. 2006b). Der Tatbestand, dass für BPMN leistungsfähige Editoren, Transformatoren in unterschiedliche Zielsprachen und BPEL-Generatoren verfügbar sind, spricht für die Wahl von BPMN als Sprache zur Spezifikation von Workflowschemata.

Fragen der Choreographiemodellierung mit BPMN werden u. a. in (Decker und Barros 2008) behandelt. In den aktuellen Sprachstandard BPMN 2.0 wurde neu ein Choreographiediagramm aufgenommen, welches es gestattet, die Interaktion zwischen Teilnehmern zu visualisieren (OMG 2011, S. 315 ff). Mit der Transformation von BPMN in BPEL4Chor befassen sich DECKER ET AL. (2008a).

Aktuelle Forschungsarbeiten betreffen die Werkzeugunterstützung der Transformation (vgl. hierzu Kapitel 17). Basierend auf der ADOxx-Meta-Modellierungsplattform werden aus dem Geschäftsprozessmodell mithilfe des in Abb. C-69 erstellten Beziehungsmetamodells BPMN-Workflowschemata abgeleitet.

In der vorgestellten Form weist der Ansatz zur modellgetriebenen Ableitung von BPMN-Workflowschemata einige Restriktionen auf. Diese betreffen insbesondere die Berücksichtigung der Datensicht von Workflows (z. B. Bedingungen für Gateways), die Ausnahmebehandlung bei Workflows (z. B. Blockieren einer Workflowinstanz aufgrund des Verhaltens einer korrespondierenden Workflowinstanz) sowie die explizite Berücksichtigung des Automatisierungsgrades von Geschäftsaufgaben. Aspekte der Einbeziehung von nichtautomatisierten Aktivitäten werden auch in der aktuellen Version des Sprachstandards der BPMN (OMG 2011, S. 165 ff) und in BPEL4People (OASIS 2011) behandelt.

Darüber hinaus ergibt sich weiterer Forschungsbedarf im Hinblick auf die Generalisierung und Formalisierung der Ableitungsregeln vom VES zum BPMN-Schema, bezüglich der Verfeinerung der Aktivitäten hinsichtlich ausführbaren BPMN-Prozessen. Damit soll eine durchgängige und weitgehend modellgetriebene Entwicklung von lauffähigen BPEL-Prototypen erreicht werden. Voraussetzung hierfür ist die Einbeziehung der Aufgabenobjekte gemäß der SOM-Methodik (siehe Abb. C-61b, Konzeptuelles Objektschema). Diese sind in Form von Diensten zu realisieren, welche die von den Aktivitäten des Workflowschemas benötigten persistenten Daten verwalten.

13.7 Literatur

- Allweyer T (2007) Erzeugung detaillierter und ausführbarer Geschäftsprozessmodelle durch Modell-zu-Modell-Transformationen. In: Nüttgens M, Rump FJ, Gadatsch A (Hrsg.) EPK 2007 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten. 6th Workshop of Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), November 2007, St. Augustin.
- Allweyer T (2008) BPMN - Business Process Modeling Notation. Einführung in den Standard für die Geschäftsprozessmodellierung. Books on Demand, Norderstedt.

- Cibrán MA (2009) Translating BPMN Models into UML Activities. In: Ardagna D, Mecella M, Yang J (Hrsg.) Business Process Management Workshops. BPM 2008 International Workshops, Milan, Italy, September 1-4, 2008, Revised Papers, Berlin.
- Decker G, Barros A (2008) Interaction Modeling Using BPMN. In: Hofstede AHM ter, Benattallah B, Paik H (Hrsg.) Business Process Management Workshops. BPM 2007 International Workshops, BPD, BPI, CBP, ProHealth, RefMod, semantics4ws, Brisbane, Australia, September 24, 2007, Revised Selected Papers, Berlin.
- Decker G, Kopp O, Leymann F, Pfitzner K, Weske M (2008a) Modeling Service Choreographies Using BPMN and BPEL4Chor. In: Bellahsène Z, Léonard M (Hrsg.) Advanced Information Systems Engineering. 20th International Conference, CAiSE 2008, Montpellier, France, June 16-20, 2008, Proceedings, CAiSE, Berlin.
- Decker G, Dijkman RM, Dumas M, Garcia-Banuelos L (2008b) Transforming BPMN Diagrams into YAWL Nets. In: Dumas M, Reichert M (Hrsg.) Business Process Management. 6th International Conference, BPM 2008, Milan, Italy, September 2 - 4, 2008, Proceedings, BPM, Berlin.
- Dijkman RM, Dumas M, Ouyang C (2008) Semantics and analysis of business process models in BPMN. *Information and Software Technology* 50(12):1281--1294.
- Ferstl OK, Sinz EJ (2008) Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. Oldenbourg, 6. Auflage, München.
- Frankel DS (2003) Model Driven Architecture. Applying MDA to Enterprise Computing. Wiley, Indianapolis, Ind.
- Gruhn V, Pieper D, Röttgers C (2006) MDA®. Effektives Software-Engineering mit UML 2® und Eclipse. Springer, Berlin.
- Huth S, Wieland T (2008) Geschäftsprozessmodellierung mittels Software-Services auf Basis der EPK. In: Nissen V, Petsch M, Schorcht H (Hrsg.) Service-orientierte Architekturen. Chancen und Herausforderungen bei der Flexibilisierung und Integration von Unternehmensprozessen. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Jensen K, Kristensen LM (2009) Coloured Petri Nets. Modelling and Validation of Concurrent Systems. Springer, Berlin.
- Kalnins A, Vitolins V (2006) Use of UML and Model Transformations for Workflow Process Definitions. In: Communications of the 7th International Baltic Conference on Databases and Information Systems(Baltic DB&IS'2006). Vilnius, Lithuania, July 3-6.
- Kosiol E (1976) Organisation der Unternehmung. 2. Auflage, Gabler, Wiesbaden.
- OASIS (2007) Web Services Business Process Execution Language Version 2.0. OASIS Standard. 2007-04-11.
<http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/OS/wsbpel-v2.0-OS.html>. Abruf am 22.03.2011.
- OASIS (2011) WS-BPEL Extension for People (BPEL4People) Technical Committee.
<http://www.oasis-open.org/committees/bpel4people/charter.php>. Abruf am 22.03.2011.
- OMG (2003) MDA Guide Version 1.0.1. Document Number: omg/2003-06-01.
<http://www.omg.org/cgi-bin/doc?omg/03-06-01.pdf>. Abruf am 22.03.2011.

- OMG (2011) Business Process Model and Notation (BPMN). Version 2.0. OMG Document Number: formal/2011-01-03.
<http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF/>. Abruf am 22.03.2011.
- Ouyang C, Dumas M, Hofstede AHM ter, Aalst WMP van der (2006b) From BPMN Process Models to BPEL Web Services. In: International Conference on Web Services (ICWS 2006), September 18-22, 2006, Chicago, Illinois, USA, Proceedings. IEEE Computer Society, Los Alamitos, Calif.
- Ouyang C, Aalst WMP van der, Dumas M, Hofstede AHM ter (2006a) Translating BPMN to BPEL. BPM Center Report BPM-06-02, BPMcenter.org.
- Peterson JL (1977) Petri Nets. ACM Computing Surveys 9(3):223--252.
- Reisig W (1986) Petrinetze. Eine Einführung. 2. Auflage, Springer, Berlin.
- Silver B (2009) BPMN method and style. Cody-Cassidy, Aptos.
- WFMC (2008) Process Definition Interface - XML Process Definition Language. Version 2.1a. Document Number WFMC-TC-1025.
http://www.wfmc.org/index.php?option=com_docman&task=doc_download&Itemid=72&gid=132. Abruf am 22.03.2011.
- White SA, Miers D (2008) BPMN. Modeling and Reference Guide. Understanding and using BPMN. Develop rigorous yet understandable graphical representations of business processes. Future Strategies Inc., Lighthouse Point, Fla.