

Integration automatisch generierter und manuell konstruierter Prozessmodelle

Susanne Leist¹ und Wolfgang Lichtenegger²

Abstract: Die Modellierung von Prozessen wird als wichtiges Aufgabengebiet in Wissenschaft und Praxis gesehen. Obwohl zahlreiche Methoden zur manuellen Prozessmodellierung und Algorithmen zum Process Mining entwickelt wurden, bestehen immer noch Probleme bei der praktischen Anwendung. Ein Ansatz diesen Problemen zu begegnen, besteht in der Integration manuell konstruierter und automatisch generierter Prozessmodelle. Auf diese Weise lässt sich die Korrektheit des Modells erhöhen sowie der Erstellungs- bzw. Aktualisierungsaufwand reduzieren. Die Durchführung der Integration manuell konstruierter und automatisch generierter Prozessmodelle ist noch Gegenstand der Forschung. Im vorliegenden Beitrag werden deshalb der Integrationsvorgang analysiert, Einflussfaktoren identifiziert, Ansatzpunkte zur systematischen Durchführung der Integration aufgezeigt und ein erster Ansatz zur Integration auf Basis eines Fallbeispiels entwickelt.

1 Einleitung

Das Geschäftsprozessmanagement ist für Unternehmen nicht nur in Zeiten einer wirtschaftlichen Krise ein bedeutendes Aufgabengebiet. Dabei richtet sich aktuell der Schwerpunkt des Interesses, blickt man beispielsweise auf die Themen und Referate von in der Praxis wichtiger Tagungen (z. B. Business Process Management Conference Europe 2009, Gartner Business Process Management Summit 2009), vor allem auf die Analyse, aktive Steuerung und Verbesserung bestehender Prozesse. Doch setzten gerade diese Aufgaben voraus, dass die bestehenden Prozesse in guter Qualität dokumentiert wurden. Mit einem aktuellen und ausreichend detailliert beschriebenen Ist-Prozessmodell lässt sich beispielsweise die Erfüllung von Anforderungen des Sarbanes Oxley Acts nachweisen, oder die Grundlage für eine Prozesssteuerung schaffen [Kü05, S. 961; Re09, S. 334]. Somit bleibt die Modellierung der Ist-Prozesse für die Unternehmen nach wie vor von hoher Relevanz.

Nicht nur aus diesem Grunde wird die Modellierung der Prozesse schon seit langer Zeit intensiv diskutiert, und es wurden zahlreiche Konzepte und Methoden entwickelt, die hierbei unterstützen. Trotzdem charakterisieren Unternehmen die gegenwärtige Reife der Geschäftsprozesse häufig als unzureichend (siehe [ARW08, S. 297]). Dies zeigt sich oft auch darin, dass nicht mehr aktuelle oder nur unvollständige Prozessmodelle vorliegen. Einen wichtigen Beitrag zur Aktualität und Korrektheit der Modelle kann das Process Mining [Aa03b], i. S. der automatischen Generierung von Prozessmodellen, leisten. Das

¹ Lehrstuhl für Business Engineering, Universität Regensburg, Universitätsstraße 31, 93040 Regensburg, susanne.leist@wiwi.uni-regensburg.de

² Lehrstuhl für Business Engineering, Universität Regensburg, Universitätsstraße 31, 93040 Regensburg, wolfgang.lichtenegger@wiwi.uni-regensburg.de

Process Mining stützt sich dabei auf Ereignisse, die von den Anwendungssystemen des Unternehmens erzeugt werden. Jedoch ist es häufig, wie auch im Fallbeispiel (siehe Abschnitt fünf) gezeigt, nicht möglich, den Prozess auf dieser Basis durchgängig, d. h. von seiner Initiierung bis zu seinem Abschluss, zu generieren. Für die durchgängige Erfassung des Prozesses ist somit eine Integration automatisch generierter und manuell konstruierter Modelle notwendig.

Das Ziel des Beitrags ist es, die Problemstellung der Integration manuell konstruierter und automatisch generierter Prozessmodelle zu strukturieren sowie Ansätze zu deren Lösung zu geben. Hierzu werden im nachfolgenden zweiten Abschnitt die beiden Modellierungstechniken (manuelle Konstruktion und automatische Generierung) vorgestellt und die Vorteilhaftigkeit der Integration begründet. Im dritten Abschnitt werden Herausforderungen bei der Integration identifiziert und deren Grundlagen in einem morphologischen Kasten zusammengestellt. Anschließend wird in Abschnitt vier die bestehende Literatur nach vorhandenen Lösungsansätzen untersucht. Da keiner der bestehenden Ansätze den Integrationsprozess vollständig unterstützt, wird in Abschnitt fünf der eigene Ansatz skizziert. Die Schlussbetrachtung in Abschnitt sechs fasst die wichtigsten Ergebnisse zusammen und stellt den weiteren Forschungsbedarf vor.

2 Thematische Grundlagen

Prozessmodelle werden in Unternehmen sehr vielseitig eingesetzt. Beispielsweise übernehmen sie eine wichtige Transferfunktion, da mit ihnen die Anforderungen aus der Unternehmensstrategie für die betrieblichen Abläufe umgesetzt werden. Zudem ermöglichen sie, Restriktionen und Potenziale der IT-Infrastruktur für die Unternehmensstrategie zu verdeutlichen (vgl. [Fr94, S. 230-231; Ös95, S. 20-21]). Darüber hinaus können sie für viele weitere Zwecke, wie beispielsweise das Qualitätsmanagement, bei der Einführung von Standardsoftware, dem Compliance-Management oder bei Sourcing-Entscheidungen, und nicht zuletzt für die Prozessoptimierung verwendet werden [RSD05, S. 51-57].

Für viele der genannten Einsatzzwecke werden Modelle im Ist-Zustand verwendet. Da erst durch die Kenntnis des Ist-Zustandes die nötige Transparenz geschaffen wird, um beispielsweise Grundlagen für Steuerungsentscheidungen zu legen oder um den Nachweis der Erfüllung von Anforderungen aus dem Compliance Management zu erbringen. Eine wichtige Voraussetzung ist dabei, dass die Prozessmodelle aktuell sind und die Abläufe des Unternehmens korrekt und vollständig darstellen. Die Abläufe sind vollständig beschrieben, wenn die Prozesse durchgängig vom unternehmensexternen Leistungsnehmer (v. a. den Endkunden) bis hin zu den unternehmensexternen Leistungserbringern (Lieferanten oder Tochterunternehmen) erfasst werden (end-to-end). Die mit dieser Voraussetzung verbundenen Probleme werden im folgenden Abschnitt betrachtet. Unterschieden werden dabei die manuelle Konstruktion und die automatische Generierung von Prozessmodellen als grundlegende Modellierungstechniken.

2.1 Manuelle Konstruktion der Prozesse

Zur Unterstützung der manuellen Konstruktion von Prozessmodellen werden seit den 90er Jahren Ansätze in der Literatur vermehrt publiziert (siehe [FS95; KNS92]). Neben diesen Ansätzen wurden auch viele Modellierungssprachen entwickelt, die ebenfalls bei der Konstruktion helfen sollen. Trotz dieser zahlreichen Bemühungen besteht nach wie vor eine wesentliche Problemstellung darin, ein gleiches Verständnis über das Modell zwischen Modellierer, Fachexperten und Modellnutzer herzustellen [Le06, S. 83]. Schwierigkeiten ergeben sich insbesondere daraus, dass die Fachexperten und Modellnutzer gewohnt sind, in natürlicher Sprache zu kommunizieren, während die Modellierer künstliche, konstruierte Sprachen verwenden. Da die Modellnutzer die Anforderungen an die Prozessmodelle bestimmen, die Fachexperten das Basiswissen über die Prozesse zur Verfügung stellen und das Wissen über die Modellierung von den Modellierern beigesteuert wird, ist eine intensive Kommunikation zwischen diesen Gruppen erforderlich. Neben den damit verbundenen hohen Aufwand [SL05, S. 155], wird als weitere Problemstellung die möglicherweise idealisierte Sicht auf die Prozesse durch die Fachexperten gesehen [Aa07, S. 18], die zur Modellierung nicht korrekter Abläufe führt.

Veränderungen am Markt, neue Anforderungen der Kunden oder Geschäftspartner wie auch neue gesetzliche Vorgaben sind nur einige Beispiele für Entwicklungen, die meist auch zu einer Anpassung der Abläufe und damit der Prozesse des Unternehmens führen [BK05, S.3]. In Konsequenz ist es daher notwendig nach der ersten Erstellung eines Prozessmodells, dieses stetig zu aktualisieren. Oben genannte Probleme sind bei Aktualisierungen zwar meist vergleichsweise geringer, da sich die Anpassungen in der Regel nur auf einen Teilausschnitt des Prozesses beziehen. Als neues Problem hinzu kommt jedoch, wie zeitnah Änderungen in den Prozessmodellen dokumentiert werden und ob Seiteneffekte der Änderungen erkannt und berücksichtigt werden.

Die Nachteile der manuellen Modellierung lassen sich zusammenfassend im hohen Aufwand bei der ersten Erstellung und auch bei den stetigen Aktualisierungen sehen. Im Weiteren können die Aktualität und die Korrektheit des Modells beeinträchtigt sein. Ein nicht korrektes Modell kann dabei aufgrund der idealisierten Sicht des Fachexperten oder durch Kommunikationsprobleme zwischen Modellnutzer, Fachexperte und Modellierer entstehen.

2.2 Automatische Generierung der Prozesse

Eine wichtige Aufgabe des Process Minings ist die automatische Modellgenerierung auf Basis von in der Vergangenheit ausgeführten Prozessinstanzen [AW04, S. 232]. Grundlage sind auf Ereignissen (z.B. „eine Aufgabe wurde abgeschlossen“, „eine Nachricht wurde ausgetauscht“) aufbauende Eventlogs, die für jede Prozessinstanz (z.B. „der Kreditantrag von Herrn Schmid wurde geprüft“) mit einem Zeitstempel aufgezeichnet werden. Aus den erfassten Eventlogs wird anschließend mit Hilfe von Process Mining-Algorithmen automatisch ein Modell abgeleitet, das wiedergibt, wie der Prozess von den Modellnutzern und Anwendungssystemen tatsächlich ausgeführt wurde [Aa05, S. 199].

Ist Process Mining einmal für einen Prozess implementiert, lassen sich auf Knopfdruck aktuelle Prozessmodelle ableiten. Allerdings setzt das Process Mining voraus, dass eine ausreichende Anzahl von Eventlogs erfasst werden kann, die den Kontrollfluss sinnvoll beschreiben. Dabei wird ein Process Mining-Algorithmus den Prozess in Abhängigkeit der gesetzten Start- und Endereignisse zwar immer durchgängig, aber nicht unbedingt auch vollständig erfassen. Zudem müssen die beobachteten Instanzen repräsentativ sein und es muss eine ausreichend große Anzahl möglicher Durchläufe aufgezeichnet sein [Aa05, S. 201]. Weitere Herausforderungen ergeben sich bei der Generierung von nicht trivialen Konstrukten, beispielsweise im Eventlog verborgenen Aktivitäten sowie von Oder-Konstrukten mit vorgegebener Entscheidung. Ebenso ist der Umgang mit veräuschten Daten (fehlende oder fehlerhafte Werte) problematisch. [AW04, S. 237-242] Lassen sich diese Herausforderungen nicht beheben, kann das Process Mining keine korrekten oder vollständigen Modelle erzeugen.

2.3 Gegenüberstellung und Kombination

Die Kombination beider Modellierungstechniken kann in mehrfacher Hinsicht bei der Modellierung von Nutzen sein. So können bspw. über den Vergleich von einem mit Process Mining generierten Modell mit einem manuell konstruierten Modell wichtige Erkenntnisse über gedachte und tatsächliche Ausführung der Aufgaben durch die Modellnutzer und Anwendungssysteme gewonnen werden [Aa07, S. 16-17].

	Vorteile	Nachteile
Manuelle Konstruktion	Alle Aufgaben eines Prozesses können erfasst und in beliebiger Tiefe modelliert werden.	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Aufwand bei der Erstellung und Aktualisierung des Prozessmodells • Korrektheit schwer erreichbar • Aktualität im Zeitablauf schwer einhaltbar
Automatische Generierung	<ul style="list-style-type: none"> • Kaum Aufwand bei der wiederholten Generierung des Prozessmodells, d.h. die Modelle sind leicht aktualisierbar • Tatsächliche Ausführung der Aufgaben des Prozesses anhand der Instanzen wird ermittelt, d.h. die Modelle sind korrekt • Die Modelle werden im Rahmen der definierten Start- und Endereignisse immer durchgängig erfasst 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufwand bei der ersten Implementierung • Die Aufgaben eines Prozesses können nur über Eventlogs erfasst werden, d.h. die Vollständigkeit ist nicht sichergestellt. • Die Anzahl der betrachteten Instanzen muss repräsentativ sein. • Die Anzahl der betrachteten Durchläufe muss ausreichend hoch sein.

Tab. 1: Gegenüberstellung der grundlegenden Modellierungstechniken

Darüber hinaus und im Folgenden betrachtet, können beide Modellierungstechniken ergänzend eingesetzt werden. Dies ist naheliegend, da Process Mining Nachteile der manuellen Konstruktion beheben kann. Und umgekehrt die manuelle Konstruktion auch dort angewendet werden kann, wenn das Process Mining keine korrekten oder vollstän-

digen Modelle generieren kann (siehe Tabelle 1). Ziel einer solchen Integration ist es, den Aufwand der manuellen Konstruktion bei der Modellierung zu reduzieren sowie die Korrektheit, Aktualität und Vollständigkeit des Modells zu erhöhen. Dabei werden die Abschnitte eines Prozesses mit Process Mining Modelle generiert, die über Eventlogs erfasst werden können. Für die anderen Abschnitte werden in Zusammenarbeit von Modellierer, Fachexperte und Modellnutzer die Abläufe erhoben. Offen ist dabei jedoch, wie die manuell konstruierten und automatisch generierten Modelle (der Prozessabschnitte) in ein konsistentes Modell integriert werden können. Dies wird im Folgenden untersucht.

3 Herausforderungen bei der Integration der Modelle

Zielsetzung der Integration ist, aus dem manuell konstruierten und dem automatisch generierten (Ausgangs-)Modellen ein konsistentes (Ziel-)Modell des Ist-Zustandes zu entwickeln. Die Güte dieses Zielmodells ist nicht nur davon abhängig, wie die Ausgangsmodelle integriert werden (z.B. verbunden oder vereinigt), sondern auch von deren Beschaffenheit. Dementsprechend lassen sich die ersten Herausforderungen aus den Eigenschaften der Ausgangsmodelle ableiten.

- Die erste auffälligste Eigenschaft eines Modells ergibt sich aus der verwendeten *Modellierungssprache*, da die Konstrukte der Modellierungssprache im Wesentlichen die Ausdrucksmächtigkeit des Modells begrenzen. Herausforderungen bei der Integration ergeben sich vor allem, wenn die Ausgangsmodelle in unterschiedlichen Sprachen konstruiert oder generiert werden und deshalb die Transformation eines Modells erfordern. Beispielsweise werden Petri Netze häufig als Modellierungssprache von Process Mining Algorithmen verwendet [TTM08, S. 7], während die EPK bei der manuellen Konstruktion sehr weit verbreitet ist [Pe09, S. 10].
- Bei automatisch generierten Prozessmodellen ist im Weiteren zu unterscheiden mit welchen Algorithmen diese erstellt wurden (*Process Mining Algorithmus*). Zahlreiche Ansätze zur Generierung von Prozessmodellen werden im ProM Framework [Do05; Pr09b], einem Open Source Tool für Process Mining Forschung, unterstützt. Bei der oben angesprochenen Herausforderung der Transformation der Modellierungssprachen können sich weitere Probleme ergeben, da manche Algorithmen zur Einhaltung der Sprachsyntax fiktive Ereignisse bzw. Funktionen erstellen.
- Auch die für die *Bezeichnung* der Modellkonstrukte verwendete Sprache kann unterschiedlich sein. Hier können sich insbesondere Herausforderungen durch auftretende Konflikte (u.a. [BLN86, S. 344-347] und [Ro96, S. 187-224]) ergeben. Ein Konflikt zwischen zwei Modellen tritt dann auf, wenn ein gleicher Realitätsausschnitt unterschiedlich abgebildet wird. Dazu gehören beispielsweise Namenskonflikte (Verwendung homonymer oder synonyme Bezeichnungen), Typkonflikte (ein Informationsobjekt wird in den beiden Ausgangsmodellen in unterschiedlichen Typen dargestellt, bspw. als Ereignis oder Funktion) und Struktur-

konflikte (gleiche Sachverhalte werden semantisch unterschiedlich modelliert, z. B. durch Verwendung unterschiedlicher Operatoren) [Ro96, S. 187; 207; 216]. Diese Konflikte können durch ein Fachbegriffsmodell (oder Glossar) sowie durch Konventionen, die die Verwendung der Konstrukte festlegen, weitgehend vermieden werden.

- Darüber hinaus ist zu berücksichtigen nach welchem Prinzip die Prozessmodelle entwickelt wurden (*Prinzip der Modellierung*). So schlagen die Modellierungsmethoden verschiedene Anhaltspunkte vor, an denen Prozesse und Teilprozesse abgegrenzt werden. Zur manuellen Konstruktion wird beispielsweise von Österle die Ausrichtung auf Leistungen und Objekte vorgeschlagen [Ös95, S. 87-88], während Ferstl und Sinz Regeln ausgerichtet an den Transaktionen und Objekten [FS95, S. 214] vorgeben [Le06, S. 289]. Dagegen sind automatisch generierte Modelle an die Verfügbarkeit von Eventlogs gebunden und entsprechend nach ihnen ausgerichtet [AW04, S. 232]. Herausforderungen ergeben sich bei der Integration durch die Angleichung der Modelle, die durch Verwendung unterschiedlicher Modellierungsprinzipien entstanden sind.
- Letztlich kann auch der *Detaillierungsgrad*, in dem die beiden Ausgangsmodelle vorliegen, unterschiedlich sein. Hieraus können sich Konflikte ergeben und die Herausforderung besteht, eine Angleichung der Modelle vorzunehmen.

Neben diesen modellbasierten Herausforderungen, die die Voraussetzungen der Integration beeinflussen, sind weitere zu berücksichtigen, die sich durch die Integration selbst ergeben. Im Fokus stehen hierbei Aspekte, die konkret die Ausführung der Integration beeinflussen und bspw. unterschiedliche Aktivitäten zur Integration notwendig machen. Entsprechend ergeben sich weitere Herausforderungen für den Modellintegrator.

- Ganz maßgeblich wird das Vorgehen der Integration dadurch beeinflusst, ob die Ausgangsmodelle bereits generiert bzw. konstruiert sind (*generelles Vorgehen der Integration*). Liegen bereits generierte und manuell konstruierte Prozessmodelle vor, werden sie rekonstruktiv integriert. Werden die Anforderungen der Integration bereits bei der Erstellung der Prozessmodelle einbezogen, so ist das Vorgehen konstruktiv. [Ro96, S. 172]
- In diesem Beitrag wird die Integration manuell konstruierter und automatisch generierter Modellen betrachtet (*Art der Ausgangsmodelle*). Jedoch grundsätzlich denkbar ist auch die Integration von nur automatisch generierten oder nur manuell konstruierten Modellen, wie zum Beispiel beim Aufbau einer Prozessarchitektur.
- Auch die Integration selbst kann in unterschiedlicher Art durchgeführt werden (*Art der Integration*): die Ausgangsmodelle werden verbunden oder vereinigt [Ro99, S. 5; Ju06, S. 38-39].
- Die *Richtung der Integration* kann zwischen horizontal und vertikal differenziert werden [Me07, S. 5], je nachdem ob die zu integrierenden Ausgangsmodelle auf

gleicher Detaillierungsstufe (horizontal) oder auf unterschiedlichen Detaillierungsstufen (vertikal) zu integrieren sind.

- Die vertikale Integration kann unterschiedlichen, grundlegenden Prinzipien folgen (*Prinzip zur vertikalen Integration*). So werden drei Typen von Beziehungen [Br03, S. 77] zwischen den Ausgangsmodellen auf abstrakter und detaillierter Ebene definiert: Generalisierung/Spezialisierung, Aggregation/Disaggregation, Generizität/ Instanziierung.
- Das *Prinzip der horizontalen Integration* beschreibt, welche Beziehung Prozessteile zu einander haben können. Sie kann eine Sequenz, Parallelität oder Entscheidung sein [Aa03a, S. 10-17].

Merkmal	Ausprägungen					
Modellierungssprache	EPK	BPMN	Stellen-Transitions-Netz	Heuristisches Netz	...	
Process Mining Algorithmus	Alpha+	Genetic Mining	Fuzzy Miner	Region Mining	...	
Bezeichnung	Keine Konvention		Fachbegriffsmodell		Konventionen	
Prinzip der Modellierung	Objekte		Leistungen		Transaktionen	
					Verfügbare Eventlogs	
Detaillierungsgrad	Übereinstimmender Detaillierungsgrad			Abweichender Detaillierungsgrad		
Generelles Vorgehen der Integration	Konstruktiv			Rekonstruktiv		
Art der Ausgangsmodelle	Manuell konstruierte Modelle		Manuell konstruiertes und generiertes Modell		Automatisch generierte Modelle	
Art der Integration	Verbinden			Vereinigen		
Richtung der Integration	Horizontal			Vertikal		
(Prinzip der horizontalen bzw. vertikalen Integration)	Sequenz	Parallelität	Entscheidung	Generalisierung/Spezialisierung	Aggregation/ Disaggregation	Generizität/Instanziierung

Tab. 2: morphologischer Kasten der Einflussfaktoren

Sowohl die aufgezählten Modelleigenschaften wie auch die unterschiedlichen Aspekte der Integration werden in einem morphologischen Kasten (siehe Tabelle 2) zusammengefasst und jeweils um mögliche Ausprägungen ergänzt. Dabei wird nicht der Anspruch erhoben, die Ausprägungen vollständig zu erfassen, was insbesondere bei den Modellierungssprachen zu sehen ist. Der morphologische Kasten gibt eine erste Übersicht und

strukturiert in einem ersten Ansatz die Vielfalt an Herausforderungen, die bei der Integration zu berücksichtigen sind. Auffallend hierbei ist, dass alle genannten Herausforderungen bereits bekannt sind. Das originäre Problem besteht daher in der Integration dieser Herausforderungen.

Der morphologische Kasten dient gleichzeitig als Grundlage, um unterschiedliche Integrationsszenarien ableiten zu können. Beispielsweise können automatisch generierte und manuell konstruierte Ausgangsmodelle rekonstruktiv integriert werden. Dabei kann es sich zudem um Ausgangsmodelle handeln, die jeweils mit Petri Netzen dargestellt wurden und die verbunden werden sollen, usw. Ein solches Szenario unterscheidet sich im Hinblick auf die damit verbundenen Herausforderungen bzw. möglicherweise auftretenden Konflikte grundsätzlich von einem Szenario indem die Ausgangsmodelle konstruktiv integriert werden sollen. Im letztgenannten Szenario können Konflikte durch vorausschauende Definition von Konventionen vermieden werden.

4 Verwandte Arbeiten

In der Literatur finden sich zahlreiche Ansätze, um den genannten Herausforderungen zu begegnen. Die meisten Beiträge stammen dabei aus den Themenbereichen der Prozessmodellintegration und der Prozessmodellierung. Aufsätze im Process Mining beschäftigen sich vor allem mit den Algorithmen zur Generierung der Prozessmodelle [TTM08, S.11; CW98; AAW05], jedoch nicht mit der Integration der Modelle. Da kein Ansatz den Integrationsprozess umfassend unterstützt, wird im Folgenden eine kurze Übersicht über Techniken der bestehenden Ansätzen gegeben, die zumindest teilweise Unterstützung bieten.

Als erste Herausforderung wurde die Transformation der Modellierungssprachen der Ausgangsmodelle (*Modellierungssprache* und *Process Mining Algorithmus*) aufgeführt. Gefunden werden Ansätze die direkt Modellierungssprachen auf graphischer Ebene transformieren [Jo07] oder Modellierungssprachen in ausführbare Sprachen übersetzen [Me08]. Hier von besonderem Interesse sind Ansätze, die EPK-Modelle in Petri-Netze (u. u.) überführen [De09; Lo09]. Solche sind auch im ProM Framework realisiert [Pr09a].

Die Verwendung unterschiedlicher Bezeichnungen (*Bezeichnung*) in den Ausgangsmodellen führt zu zahlreichen Konflikten, die insbesondere im Themenbereich der Qualitätssicherung der Modellierung behandelt werden. Eine Vielzahl von Ansätzen zeigen hier Möglichkeiten z. B. durch Vorgabe von Konventionen auf, um solche Konflikte zu vermeiden [Sc98, S. 189-194; Ro96, S. 187-224]. Darüber hinaus lassen sich Ansätze im Bereich der Schemaintegration [BLN86] finden. Auch dort werden Vorschläge entwickelt, die sich jedoch auf die Integration von Datenmodellen beziehen und deshalb zunächst noch auf die Problemstellung übertragen werden müssen.

Die Angleichung von Modellen, die mit unterschiedlichem *Prinzip der Modellierung* erstellt wurden, wird in der Literatur nicht behandelt.

Demgegenüber lassen sich leichter Vorschläge für die Angleichung von Modellen mit unterschiedlichem *Detaillierungsgrad* finden. Die Vorschläge sind zwar mit der Intention entstanden, dem Modellierer bei der Detaillierung seiner Modelle zu unterstützen. Die Zerlegungsregeln von Ferstl und Sinz [FS95, S. 203-204] oder die Kriterien zur Ableitung von Aufgaben aus Prozessen von Österle [Ös95, S. 86-94] lassen sich jedoch auch für die möglicherweise notwendige Abstraktion oder Detaillierung von Prozessmodellen verwenden.

Das *Vorgehen der Integration* manuell konstruierter und automatisch generierter Modelle (*Art der Ausgangsmodelle*) wird in der Literatur bislang noch nicht behandelt. Zu finden sind Ansätze, die konstruktiv und rekonstruktiv manuell konstruierte Prozessmodelle integrieren und dabei auch die *Art der Integration* festlegen: [Pr95, S. 257-259; Ro96, S. 255-267; SL05, S. 170-171; Ku06, S. 138]

Neben diesen der Problemstellung sehr nahe kommenden Ansätzen können weitere Anhaltspunkte zur *Richtung der Integration* und insbesondere zur vertikalen Integration (*Prinzip der vertikalen Integration*) aus folgenden Ansätzen entnommen werden: [Be07, S. 267; S. 271; Ma99, S. 429-431; S. 435-436; Br03, S. 269-312; He09, S. 85-86].

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es in der Literatur eine Vielzahl von Ansätzen gibt, die bei der Bewältigung einzelner Herausforderungen unterstützen können. Zudem finden sich Ansätze, die auch die Integration von Modellen fokussieren. Jedoch deckt kein Ansatz alle genannten Herausforderungen ab und kein Ansatz behandelt die Integration manuell konstruierter und automatisch generierter Modelle. Aufgrund der Vielzahl der Ausprägungen, die im morphologischen Kasten abgebildet sind, erscheint es nicht erstrebenswert einen Ansatz zu entwickeln, der alle Herausforderungen bewältigt. Viel sinnvoller ist hier für relevante, mit dem morphologischen Kasten abgrenzbare Szenarien je einen adäquaten Ansatz zu entwickeln. Die Auswahl der relevanten Szenarien kann sich an der Bedeutung der Szenarien für die Praxis orientieren.

5 Fallbeispiel

Das Fallbeispiel stellt einen Ansatz zur Integration vor, der für ein bestimmtes Szenario entwickelt wurde. Der Ansatz wird an mehreren Beispielen nach der Design Science Forschungsmethode [Ta90, S. 42-43; He04, S. 89] erarbeitet. Dazu werden aus den oben genannten Herausforderungen jeweils Anforderungen für ein Integrationsszenario abgeleitet. Es wird ein Ansatz zur Lösung entworfen, der, soweit möglich, bestehende Arbeiten integriert. Anschließend wird der Ansatz in der Praxis eingesetzt. Auch wenn die folgenden Ausführungen sich nur auf den Lieferantenwechselprozess bei einem Unternehmen in der Energiewirtschaft beziehen, erfolgt die Anwendung an weiteren Fallbeispielen, um den Ansatz zu evaluieren.

Das Unternehmen bietet Endkunden u. a. die Unterstützung beim Wechsel zu einem neuen Energielieferanten an. Zum Nachweis der Einhaltung gesetzlicher Vorgaben [Bu06, S.10] werden regelmäßig Ist-Prozessmodelle manuell konstruiert, die u. a. als

EPKs dargestellt sind. Da auch Eventlogs für einen Prozessteil vorliegen, ergibt sich die Möglichkeit der automatischen Generierung. Durch Integration generierter Modelle und bestehender EPKs wird ein positiver Effekt auf die Wirtschaftlichkeit der Modellierung erwartet.

Die folgenden Anforderungen beschreiben das Szenario:

- Das zu entwickelnde Integrationsvorgehen muss für die Modellierungssprachen EPK und heuristisches Netz geeignet sein.
- Durch die Verwendung des Genetischen Process Mining Algorithmus [AWA07], der im ProM Framework realisiert ist, sind die Anforderungen der Transformation eines heuristischen Netzes in eine EPK und die Behandlung fiktiver Start-, Auslöse- und Endereignissen sowie fiktiver Start- und Endfunktion zu berücksichtigen.
- Die Abgrenzung der Ausgangsmodelle erfolgt auf Basis verfügbarer Eventlogs.
- Es sind Namens-, Typ- und Strukturkonflikte sowie Konflikte mit unterschiedlichen Detaillierungsgraden in den Ausgangsmodellen zu bewältigen.
- Die Prozessmodelle liegen vor, so dass von einer rekonstruktiven Integration auszugehen ist.
- Da gesetzliche Vorgaben keine alternativen Prozessabläufe erlauben, kann die Beziehung der Ausgangsmodelle als zeitlich nachgelagert und damit als Sequenz definiert werden. Die Prozessteile werden entsprechend verbunden.
- Weitere Anforderungen an die Richtung der Integration (horizontal) und die Art der Ausgangsmodelle (manuell konstruiert und automatisch generiert) ergeben sich offensichtlich aus dem Szenario.

Für dieses Szenario, welches aufgrund der Verbreitung der EPK [Pe09, S.10] eine hohe Praxisrelevanz besitzt, wurde ein erster Integrationsansatz entwickelt. Dieser kann auf Arbeiten von Rosemann zur Strukturintegration von Prozessmodellen [Ro96, S. 153-275] aufbauen. Dort werden u. a. jedoch nicht die Anforderungen behandelt, die sich aus der Integration automatisch generierter und manuell konstruierter Ausgangsmodelle, aus der Verwendung des Genetischen Process Mining Algorithmus, oder aus der Transformation eines heuristischen Netzes in eine EPK ergeben.

Das Vorgehen der horizontalen Integration für dieses Szenario wird im Folgenden an zwei bereits vorliegenden Prozessteilen dargestellt. Der Prozessteil „Akquisition durchführen“ wurde manuell als EPK konstruiert (siehe linker Teil der Abbildung 1). Der Prozessteil „Lieferantenwechsel ausführen“ wurde, aufgrund seiner Fähigkeit nicht triviale Konstrukte zu generieren, mit dem Genetischen Process Mining Algorithmus, unter Verwendung des ProM Frameworks, generiert. Aus Geheimhaltungsgründen wurden die zu Grunde liegenden Daten gefiltert und vereinfacht. Daneben wurde den verwendeten 6090 Prozessinstanzen eine fiktive Endfunktion hinzugefügt, da eine einzige Endfunktion die Generierung erleichtert. Eine fiktive Startfunktion wird nicht benötigt, da jede Prozessinstanz mit der Funktion „Geschäftsvorfall aufbauen“ beginnt. Das generierte

Prozessmodell erreicht nach 750 Populationen einen Fitness-Wert [AWA07, S. 263] von 0,98289 und liegt als heuristisches Netz vor (siehe rechter Teil der Abbildung 1). Dieses könnte nun zur Identifikation von Verbesserungspotenzial verwendet werden, was allerdings nicht im Fokus dieses Beitrags ist.

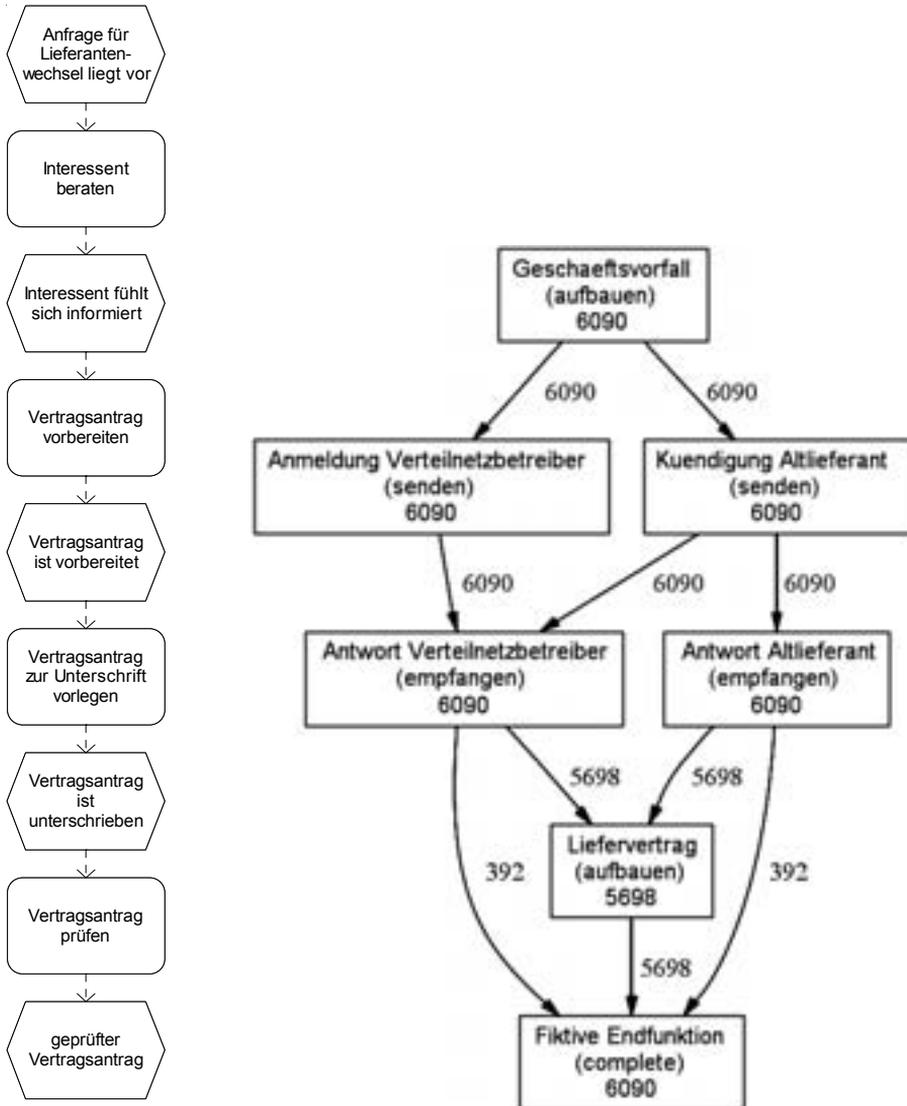


Abb. 1: Ausgangsmodelle als EPK und heuristisches Netz

Wie in der manuell konstruierten EPK (siehe linker Teil der Abbildung 1) zu erkennen ist, wurden bei der Bezeichnung der Ereignisse vorhandene Konventionen nicht voll-

ständig eingehalten. So sind die Ereignisse „Interessant fühlt sich informiert“ und „geprüfter Vertragsantrag“ nicht in der Form Objekt + sein + Verb im Partizip Perfekt. Ebenso ist zu erkennen, dass der Detaillierungsgrad der Ausgangsmodelle voneinander abweicht. Die Abgrenzung der Prozesssteile erfolgte disjunkt und nach verfügbaren Eventlogs. Somit bilden die Prozesssteile eine Sequenz, da gesetzliche Vorgaben keine andere Beziehung erlauben.

Der in diesem Beitrag vorgeschlagene Ansatz integriert die zwei Ausgangsmodelle horizontal mit der Zielsprache EPK. Als erste Aktivität erfolgt dabei die Transformation des heuristischen Netzes in eine EPK mit anschließender Überprüfung der Transformation. Für die Transformation kann das in ProM verfügbare Transformations-Plug-in „Heuristic net to EPC“ [Do05, S. 449; Pr09a] verwendet werden. Für die Überprüfung der Transformation wurde eine neue Technik entwickelt. Dabei wird die transformierte EPK zunächst im AML-Format aus dem ProM Framework exportiert und anschließend in das Aris Toolset importiert. Es folgt eine automatisierte grafische Aufbereitung mit dem Layoutassistenten. Weiterhin vorhandene Verletzungen von Layoutkonventionen, wie z. B. Kantenüberschneidungen, werden manuell aufgelöst.

Die zweite Aktivität stellt die Konfliktbehandlung dar. Hierbei sind Namens-, Typ- und Strukturkonflikte, Konflikte mit abweichenden Detaillierungsgraden sowie mit fiktiven Ereignissen und Funktionen aufzulösen. Eine bestimmte Ordnung der Konfliktbehandlung kann nicht festgelegt werden, da sich diese gegenseitig beeinflussen und deshalb von konkreten Ausgangsmodellen abhängig sind. Die Behandlung von Namens-, Typ- und Strukturkonflikten kann von Rosemann [Ro96, S.187-224] übernommen werden. So werden die oben genannten Ereignisse entsprechend den Namenskonventionen in „Interessant ist informiert“ und „Vertragsantrag ist geprüft“ geändert.

Weitere Techniken zur Konfliktbehandlung wurden selbst entwickelt. So können abweichende Detaillierungsgrade bspw. dadurch aufgelöst werden, dass die manuell konstruierte EPK auf die Detaillierungsstufe der transformierten EPK gebracht wird. Im Fallbeispiel ergibt sich eine EPK mit der Funktion „Akquisition durchführen“ und zugehörigem Start- und Endereignis.

Für die Behandlung der fiktiven Endfunktion und der fiktiven Ereignissen in der transformierten EPK wird die vollständige Entfernung und anschließende, für die EPK-Syntax notwendige, Ergänzung semantisch sinnvoller Ereignissen vorgeschlagen. Es ist darauf zu achten, dass als Ergebnis der Konfliktbehandlung zwei sequentielle Prozesssteile mit lexikalisch übereinstimmenden End- und Startereignis entstehen, welches aus der manuell konstruierten EPK übernommen wird („Vertragsantrag ist geprüft“).

Anschließend folgt als dritte Aktivität die Integration im Sinne des Verbindens, welche an Rosemann [Ro96, S. 257] angelehnt wird. Aufgrund zeitlich nachgelagerter Prozesssteile und der lexikalischen Identität von End- und Startereignissen können die Teilmolelle durch eine sequentielle Verbindung mittels Prozesswegweiser integriert werden.

Als abschließende Aktivität vier wird das Zielmodell überprüft und ggf. modifiziert, damit beispielsweise festgelegte Konventionen zur Sicherstellung der Qualität des Mo-

dells eingehalten werden. Maßnahmen hierzu können von Rosemann [Ro96, S. 274-275] übernommen werden.

Schließlich liegt das Ergebnis der rekonstruktiven Integration (siehe Abbildung 2) vor. Die beiden Prozesssteile sind als EPK auf dem gleichen Abstraktionsniveau modelliert. Aufgetretene Konflikte sind aufgelöst. Die Prozesssteile haben ein lexikalisch übereinstimmendes End- bzw. Startereignis und sind über Prozesswegweiser miteinander integriert.

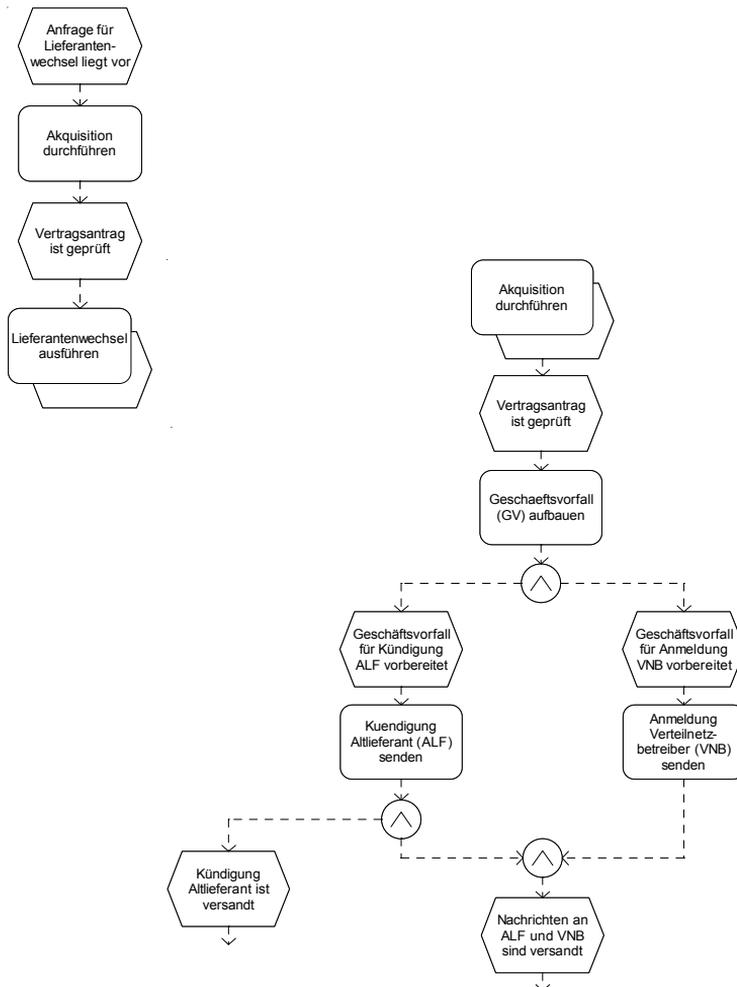


Abb. 2: Integriertes Zielmodell

6 Schlussbetrachtung

Der vorliegende Beitrag greift die Modellierung der Prozesse im Ist-Zustand als Themenstellungen heraus. Dabei wird von der These ausgegangen, dass durch Integration manuell konstruierter und automatisch generierter Modelle die Korrektheit, Aktualität und Vollständigkeit des Prozessmodells erhöht werden und der Erstellungs- bzw. Aktualisierungsaufwand reduziert werden kann. Die Schwerpunkte des Beitrags liegen darin, den Integrationsvorgang zu analysieren, Einflussfaktoren zu identifizieren, Ansatzpunkte zur systematischen Durchführung der Integration zu finden und einen ersten Integrationsansatz zu entwickeln. Die identifizierten Einflussfaktoren werden in einem morphologischen Kasten zusammengetragen. Die Untersuchung zeigte, dass die Integration der Modelle aufgrund der vielen Einflussfaktoren ein komplexer Vorgang ist und dass unterschiedliche Integrations szenarios differenziert werden müssen. Der morphologische Kasten bildet eine strukturierte Grundlage zur Abgrenzung dieser Szenarios. Die Analyse bestehender Ansätze zeigte, dass keine der untersuchten Methoden die Problemstellung vollständig lösen kann, sich jedoch einzelne Techniken der bestehenden Methoden eignen, um Teilprobleme zu lösen und damit wiederverwendet werden können. Für ein ausgewähltes Integrations szenario wurde ein erster Ansatz entwickelt und am Beispiel des Lieferantenwechselprozesses eines Unternehmens in der Energiewirtschaft durchgeführt. Der Ansatz wird aktuell an mehreren Anwendungsfällen validiert. Besondere Herausforderungen ergeben sich dabei insbesondere bei der Transformation der Modellierungssprachen und der Konfliktbehandlung bei unterschiedlichen Bezeichnungen.

Neben der weiteren Validierung des vorgestellten Ansatzes werden zukünftige Arbeiten vor allem in der Abgrenzung der Szenarien sowie der Entwicklung von szenariobasierten Integrationsmethoden gesehen. Die unterschiedlichen Pfade durch den morphologischen Kasten können hier als gute Grundlage dienen. Zudem sollte die Frage, für welche Bereiche einer Prozessarchitektur eher manuell konstruierte oder eher automatisch generierte Prozessmodelle zu erstellen sind, näher untersucht werden und Auswahlkriterien bereitgestellt werden.

Eine weitere künftige Aufgabe besteht darin, die Automatisierbarkeit des entwickelten Ansatzes zu prüfen. Um den Erstellungs- und Aktualisierungsaufwand zu reduzieren, sollte die Integration zumindest in Teilen automatisiert werden. Erste Schritte werden hierzu bereits durch die Entwicklung des Ansatzes geleistet, der den Integrationsvorgang strukturiert und einzelne Integrations schritte (soweit möglich) formalisiert.

Literaturverzeichnis

- [Aa05] Aalst, W.M.P. van der: Business Alignment: Using Process Mining as a Tool for Delta Analysis and Conformance Testing. In: Requirements Engineering Journal, 10, 3, 2005; S. 198-211.
- [Aa07] Aalst, W.M.P. van der: Trends in Business Process Analysis - From Verification to Process Mining. In (Cardoso, J. et al. Hrsg): Proceedings of the 9th International Con-

- ference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2007), Medeira, Portugal, 2007, 12-22.
- [AAW05] Aalst, W.M.P. van der et al.: Genetic Process Mining. In (Ciardo, G., Darondeau, P. Hrsg): 26th International Conference on Applications and Theory of Petri Nets (ICATPN 2005), LNCS 3536, 2005, 48-69.
- [Aa03a] Aalst, W.M.P. van der et al.: Workflow Patterns In: Distributed and Parallel Databases, 14, 1, 2003; S. 5-51.
- [Aa03b] Aalst, W.M.P. van der et al.: Workflow mining: a survey of issues and approaches. In: Data & Knowledge Engineering, 47, 2, 2003; S. 237-267.
- [AW04] Aalst, W.M.P. van der; Weijters, A.J.M.M.: Process Mining: A Research Agenda. In: Computers in Industry, 53, 3, 2004; S. 231-244.
- [ARW08] Aier, S. et al.: Unternehmensarchitektur – Literaturüberblick und Stand der Praxis. In: Wirtschaftsinformatik, 50, 4, 2008; S. 292-304.
- [AWA07] Alves de Medeiros, A.K. et al.: Genetic Process Mining: An Experimental Evaluation. In: Data Mining and Knowledge Discovery, 14, 2, 2007; S. 245-304.
- [BLN86] Batini, C. et al.: A Comparative Analysis of Methodologies for Database Schema Integration. In: ACM Computing Surveys, 18, 4, 1986; S. 323-364.
- [Be07] Becker, J. et al.: Bausteinbasierte Modellierung von Prozesslandschaften mit der PICTURE-Methode am Beispiel der Universitätsverwaltung Münster. In: Wirtschaftsinformatik, 49, 4, 2007; S. 267-279.
- [BK05] Becker, J.; Kahn, D.: Der Prozess im Fokus. In (Becker, J. et al. Hrsg.): Prozessmanagement - Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung, 5. Auflage, Springer, Berlin et al. 2005; S. 3-16.
- [Bu06] Bundesnetzagentur: Beschluss BK6-06-009. 2006, <http://www.bundesnetzagentur.de/media/archive/10893.pdf> (Zugriff: 22.09.2008).
- [Br03] Brocke, J. vom: Referenzmodellierung. Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen. Logos, Berlin, 2003.
- [CW98] Cook, J.E.; Wolf, A.L.: Discovering models of software processes from event-based data. In: ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, 7, 3, 1998; S. 215-249.
- [De09] Dehnert, J.: Making eps fit for workflow management. In: EMISA FORUM, 23, 1, 2009; S. 12-26.
- [Do05] Dongen, B.F. van et al.: The ProM framework: a new era in process mining tool support. In (Ciardo, G., Darondeau, P. Hrsg.): 26th International Conference on Applications and Theory of Petri Nets (ICATPN 2005), LNCS 3536, Springer Heidelberg 2005; S. 444-454.
- [FS95] Ferstl, O.K.; Sinz, E.J.: Der Ansatz des Semantischen Objektmodells (SOM) zur Modellierung von Geschäftsprozessen. In: Wirtschaftsinformatik, 37, 3, 1995; S. 209-220.
- [Fr94] Frank, U.: Multiperspektivische Unternehmensmodellierung: theoretischer Hintergrund und Entwurf einer objektorientierten Entwicklungsumgebung. Oldenburg, München, 1994.

- [He09] Heinrich, B. et al.: The process map as an instrument to standardize processes: design and application at a financial service provider. In: *Information Systems and E-Business Management*, 7, 1, 2009; S. 81-102.
- [He04] Hevner, A.R. et al.: Design Science In Information Systems Research. In: *MIS Quarterly*, 28, 1, 2004; S. 75-105.
- [Jo07] Johannsen, F.: *Transformation von Prozessmodellen: Bewertung XML-basierter Ansätze*. Salzwasser-Verlag, Bremen, 2007.
- [Ju06] Jung, R.: *Architekturen zur Datenintegration - Gestaltungsempfehlungen auf der Basis fachkonzeptueller Anforderungen*. Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden, 2006.
- [KNS92] Keller, G. et al.: Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage „Ereignis-gesteuerter Prozeßketten (EPK)“. In (Scheer, A.-W. Hrsg.): *Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik - Heft 89*, Saarbrücken 1992; S.
- [Kü05] Küng, P. et al.: Business Process Monitoring & Measurement in a Large Bank: Challenges and selected Approaches. *Proceedings of the 16th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA'05)*, Copenhagen, 2005.
- [Ku06] Kupsch, F.: *Framework zur dezentralen Integration systemübergreifender Geschäftsprozesse*. Eul, Lohmar, 2006.
- [Le06] Leist-Galanos, S.: *Methoden zur Unternehmensmodellierung - Vergleich, Anwendungen und Diskussion der Integrationspotentiale*. Logos, Berlin, 2006.
- [Lo09] Lohmann, N. et al.: Petri Net Transformations for Business Processes - A Survey. In: *Transactions on Petri Nets and Other Models of Concurrency II, LNCS Volume 5460*, 2009; S. 46-63.
- [Ma99] Malone, T.W. et al.: Tools for Inventing Organizations: Toward a Handbook of Organizational Processes. In: *Management Science*, 45, 3, 1999; S. 425-443.
- [Me08] Mendling, J.: *Metrics for Process Models: Empirical Foundations of Verification, Error Prediction, and Guidelines for Correctness*. Springer, 2008.
- [Me07] Mertens, P.: *Integrierte Informationsverarbeitung 1 - Operative Systeme in der Industrie 16., überarbeitete Auflage*, Gabler, Wiesbaden, 2007.
- [Ös95] Österle, H.: *Business Engineering - Prozeß- und Systementwicklung. 2., verbesserte Auflage*, Springer, Berlin et al., 1995.
- [Pe09] Peyret, H. et al.: *The Forrester Wave: Business Process Analysis, EA Tools, And IT Planning, Q1 2009*. Forrester Research, Inc., Cambridge, 2009.
- [Pr95] Priemer, J.: *Entscheidungen über die Einsetzbarkeit von Software anhand formaler Modelle*. Pro Universitate, Sinzheim, 1995.
- [Pr09a] ProM: Conversion Plug-ins contained in ProM. 2009, <http://is.tm.tue.nl/trac/prom/query?component=Management&milestone=Conversion&order=priority> (Zugriff: 06.10.09).
- [Pr09b] ProM: Mining Plug-ins contained in ProM. 2009, <http://is.tm.tue.nl/trac/prom/query?component=Management&milestone=Mining&order=priority> (Zugriff: 2009-08-20).

- [Re09] Recker, J. et al.: Business Process Modeling - A Comparative Analysis. In: Journal of the Association for Information Systemes, 10, 2, 2009; S. 333-363.
- [Ro96] Rosemann, M.: Komplexitätsmanagement in Prozeßmodellen - Methodenspezifische Gestaltungsempfehlungen für die Informationsmodellierung. Gabler, Wiesbaden, 1996.
- [Ro99] Rosemann, M.: Gegenstand und Aufgaben des Integrationsmanagements. In (Scheer, A.-W. et al. Hrsg.): Integrationsmanagement - Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik Nr.65, Münster 1999; S. 5-18.
- [RSD05] Rosemann, M. et al.: Vorbereitung der Prozessmodellierung. In (Becker, J. et al. Hrsg.): Prozessmanagement - Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung, 5. Auflage, Springer, Berlin et al. 2005; S. 45-103
- [Sc98] Schütte: Grundsätze ordnungsmässiger Referenzmodellierung: Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle. Gabler, Wiesbaden, 1998.
- [SL05] Schwegmann, A.; Laske, M.: Istmodellierung und Istanalyse. In (Becker, Jörg et al. Hrsg.): Prozessmanagement - Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung, 5. Auflage, Springer, Berlin et al. 2005; S. 155-184.
- [Ta90] Takeda, H. et al.: Modeling Design Processes In: AI Magazine, 11, 4, 1990; S. 37-48.
- [TTM08] Tiwari, A. et al.: A review of business process mining - state-of-the-art and future trends. In: Business Process Management Journal, 14, 1, 2008; S. 5-22.

