

## › Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik

Collaborative Specification Engineering: Kollaborative Entwicklung einer Sprachspezifikation der Ereignisgesteuerten Prozesskette (EPK) unter Verwendung einer wikibasierten Onlineplattform



Arbeitsbericht Nr. 140

**Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik**

Herausgeber: Prof. Dr. J. Becker, Prof. Dr.-Ing. B. Hellingrath, Prof. Dr. S. Klein,  
Prof. Dr. H. Kuchen, Prof. Dr. H. Trautmann, Prof. Dr. G. Vossen

Arbeitsbericht Nr. 140

**Collaborative Specification Engineering: Kollaborative Entwicklung  
einer Sprachspezifikation der Ereignisgesteuerten Prozesskette  
(EPK) unter Verwendung einer wikibasierten Onlineplattform**

Oliver Thomas<sup>1</sup>, Jörg Becker<sup>2</sup>, Sven Jannaber<sup>1</sup>, Dennis Riehle<sup>2</sup>, Immo Leising<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universität Osnabrück,  
Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik  
Katharinenstraße 3, 49074 Osnabrück  
{oliver.thomas|sven.jannaber|ileising}@uni-osnabrueck.de  
<http://www.imwi.uos.de>

<sup>2</sup> Universität Münster,  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Informationsmanagement  
Leonardo Campus 3, 48149 Münster  
{jörg.becker|dennis.riehle}@ercis.uni-muenster.de  
<http://www.ercis.de>

**ISSN 1438-3985**



## **Kurzfassung**

Der Geschäftsprozess hat sich als eines der zentralen Gestaltungsobjekte für Informationssysteme etabliert. Die Prozessmodellierung unterstützt das Management von Geschäftsprozessen, indem u.a. die Dokumentation und Analyse von Prozessen ermöglicht wird. Zur Modellierung und Ausführung von Geschäftsprozessen existiert eine Vielzahl verschiedener Modellierungssprachen, die in der Regel aus konkreten Sprachkonstrukten, deren Relationen sowie einer Handlungsanleitung zur Anwendung besteht. Mit der Ereignisgesteuerten Prozesskette (EPK) wurde zu Beginn der 1990er-Jahre die bis dato in Deutschland dominierende Modellierungssprache entwickelt. Insbesondere in Wissenschaft und Praxis trifft die EPK seit fast drei Jahrzehnten auf breite Akzeptanz. Unabhängige Studien sehen die Verbreitung der EPK in der Wirtschaft zwischen 40 und 60%. Gleichwohl existieren fast 30 Jahre nach Erfindung der EPK weder ein konsensfähiger Sprachumfang oder eine einheitliche grafische Repräsentationsform, noch ein einheitliches Austauschformat für EPK-basierte Prozessmodelle. Aus Sicht der Hersteller von EPK-Modellierungswerkzeugen, Beratungsunternehmen sowie klein- und mittelständischen Anwendern ist die aktuelle Situation unbefriedigend. Einerseits hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass sich mit der EPK Reorganisations- oder Implementierungsprojekte effizienter durchführen lassen. Andererseits erschwert das Fehlen einer einheitlichen Definition den Modellaustausch und die Kommunikation in der projektbezogenen Zusammenarbeit und führt zu hohen Transaktionskosten. Insbesondere das Bemühen um Investitionsschutz spricht für eine Standardisierung. Ziel des in diesem Beitrag thematisierten Projekts SPEAK ist die Erarbeitung einer EPK-Spezifikation in Zusammenarbeit mit Fachexperten aus Wissenschaft und Praxis. Zur Zielerreichung werden in mehreren Arbeitspaketen die Grundlagen einer solchen Spezifikation geschaffen. Dies umfasst u.a. die Durchführung einer Anforderungsanalyse, die metamodellbasierte-, formalsemantische-, und enumerative Spezifikation der EPK sowie die Definition eines Austausch- und Speicherformats. Die Erarbeitung der Spezifikation erfolgt dabei auf einer öffentlich zugänglichen Kollaborationsplattform.

## Inhalt

1	Die Notwendigkeit einer EPK-Standardisierung	3
1.1	Ausgangssituation	3
1.2	Zielsetzung	4
1.3	Struktur und Aufbau des Beitrags	6
2	Grundlagen	7
2.1	Geschäftsprozessmanagement und die Ereignisgesteuerte Prozesskette	7
2.2	Normung und Standardisierung	9
3	Literaturanalyse	14
4	Die SPEAK-Kollaborationsplattform als Werkzeug zur Erarbeitung einer Spezifikation der EPK	19
4.1	IT-Unterstützung in Standardisierungsaktivitäten	19
4.2	Kollaboration und Kooperation	20
4.3	Collaboration Engineering und Kollaborationsplattformen	22
4.4	Anforderungsanalyse zur Auswahl einer Kollaborations-Plattform	24
4.4.1	Anforderungen an Standardisierungsprozesse und Standards	24
4.4.2	Anforderungen an die IT-Unterstützung kollaborative Prozesse	28
4.4.3	Anforderungen an Prozessmodellierungssprachen	30
4.4.4	Nutzwertanalyse zur Auswahl einer Kollaborationsplattform für das Projekt SPEAK	32
4.4.5	Ergebnisse und Softwareauswahl	34
4.5	Die SPEAK-Architektur	36
4.6	Organisation und Struktur der SPEAK-Kollaborationsplattform	38
5	Die Ereignisgesteuerte Prozesskette	49
5.1	Enumerative Spezifikation	49
5.2	Meta-Modell-basierte Spezifikation	52
5.3	Spezifikation von Syntax, Semantik und Pragmatik	53
5.4	Formalsemantische Spezifikation	56
5.5	Eine Handlungsanleitung zur EPK-Modellierung	61
5.6	Austausch- und Speicherformate der EPK	65
5.7	Sprachvarianten und Erweiterungen der EPK	67
5.8	Sprachevaluation	69
6	Diskussion, Ausblick und Fazit	70
	Literaturverzeichnis	74

# **1 Die Notwendigkeit einer EPK-Standardisierung**

## **1.1 Ausgangssituation**

Die Gestaltung von Informationssystemen ist in der Unternehmenspraxis seit Jahren durch einen Paradigmenwechsel geprägt. Während lange Zeit struktur- und datenorientierte Analysen betont wurden, rücken heute zunehmend verhaltens- und prozessorientierte Überlegungen in den Vordergrund – der Geschäftsprozess hat sich als das zentrale Gestaltungsobjekt für Informationssysteme etabliert. Bei der Entwicklung von Anwendungssystemen, die Geschäftsprozesse unterstützen, hat sich gezeigt, dass Prozessmodelle nicht nur einen nachhaltigen Einfluss auf die Beschaffenheit der entwickelten Software haben. Aktuelle Studien belegen darüber hinaus, dass allein das Dokumentieren fachlicher Abläufe mit ihren Bearbeitungszeiten und entsprechenden Verantwortlichkeiten zu Produktivitätssteigerungen führen kann (Melenovsky 2005). Zur Modellierung und Ausführung von Geschäftsprozessen wird in Wissenschaft und Praxis eine Vielzahl von Modellierungssprachen eingesetzt. Diese bestehen i. d. R. aus einer Menge ausgewählter Sprachkonstrukte und deren möglichen Relationen sowie einer Handlungsanleitung, welche die Anwendung der sprachlichen Artefakte erklärt. Beispiele für diese Beschreibungssprachen sind das Datenflussdiagramm der Structured-Analysis-Methode, der Netzplan, das Petri-Netz, die Ereignisgesteuerte Prozesskette, das UML-Aktivitätsdiagramm, die Business Process Model and Notation (BPMN) oder die Business Process Execution Language (BPEL). Insbesondere die EPK trifft in Wissenschaft und Praxis seit fast drei Jahrzehnten auf breite Akzeptanz.

Die EPK wurde Anfang der 1990er-Jahre am Institut für Wirtschaftsinformatik an der Universität des Saarlandes, Saarbrücken, zusammen mit der SAP AG entwickelt (Keller u. a. 1992) und ist eine graphbasierte Prozessmodellierungssprache bestehend aus den elementaren EPK-Sprachkonstrukten Ereignis, Funktion, Kontrollflusskante und Verknüpfungsoperator. Unabhängige Studien sehen die Verbreitung der EPK in der Wirtschaft zwischen 40 und 60 %, wobei diese zweistellige Zuwachsraten im Prozentbereich verzeichnet (Knuppertz und Schnägelberger 2008; Fettke 2009). Im Rahmen dieser Studien wurde ebenso deutlich, dass die EPK die am häufigsten eingesetzte dedizierte Prozessmodellierungsmethode darstellt und in unterschiedlichsten Branchen gleichermaßen eingesetzt wird, um ein erfolgreiches Geschäftsprozessmanagement zu unterstützen. Dies lässt sich auf ihre Einfachheit, ihre intuitive Verständlichkeit und leichte Erlernbarkeit zurückführen. Die Bedeutung der EPK wird auch im Kontext der deutschen Ingenieurausbildung sichtbar. Sie wird nicht nur in der prozessorientierten Betriebswirtschaftslehre als wichtige Modellierungsmethode gelehrt, sondern hat sich auch in den Standardlehrbüchern der Ingenieurwissenschaften, wie z. B. dem

Maschinenbau, zur Darstellung und Dokumentation von Prozessen etabliert (Grote und Feldhusen 2007).

Gleichwohl existiert fast 30 Jahre nach Erfindung der EPK weder ein konsensfähiger Sprachumfang oder eine einheitliche grafische Repräsentationsform, noch ein einheitliches Austauschformat für EPK-Modellierungswerkzeuge. Dadurch wird der Modellaustausch in der projektbezogenen Zusammenarbeit verhindert sowie die Kommunikation zwischen Modellierern, Beratern und Systementwicklern erschwert. Es resultieren hohe Transaktionskosten. Aus der Sicht der Hersteller von EPK-Modellierungswerkzeugen, Beratungsunternehmen und klein- und mittelständischen Anwendern ist die aktuelle Situation unbefriedigend. Einerseits hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass sich mit der EPK Reorganisations- oder Implementierungsprojekte effizienter durchführen lassen, andererseits gibt es kein einheitliches Notations- bzw. Speicher- und Austauschformat für EPK-Modelle. Vor allem das Bemühen um Investitionsschutz spricht für eine Standardisierung.

Der vorliegende Beitrag ist entstanden im Rahmen des BMWi-geförderten Forschungsprojekts SPEAK der Universitäten Osnabrück und Münster. Innerhalb dieses Beitrages werden die zentralen Ergebnisse des Projekts konsolidiert und veröffentlicht.

## **1.2 Zielsetzung**

Mit der Ereignisgesteuerten Prozesskette (EPK) wurde zu Beginn der 1990er Jahre die bis dato in Deutschland dominierende Modellierungssprache entwickelt. Allerdings existieren bisher noch kein konsensfähiger Sprachumfang bzw. eine einheitliche EPK-Notation, was den Modellaustausch in der projektbezogenen Zusammenarbeit verhindert, die Kommunikation der Beteiligten erschwert und zudem hohe Transaktionskosten verursacht. Dieser Missstand soll durch den vorliegenden Beitrag als zentrales Ergebnis des Projekts SPEAK durch den Entwurf und die Realisierung einer EPK-Spezifikation behoben werden.

Mit dem nationalen Auftrag, die EPK zum Standard der Prozessmodellierung zu erheben, wird in SPEAK ein Konsortium aus Wissenschaftlern und Fachexperten der Modellierungspraxis sowie Herstellern und Anwendern von EPK-Modellierungswerkzeugen zusammengestellt. Insgesamt bearbeitet das Projekt SPEAK mit der Spezifikation und Standardisierung von Modellierungssprachen, insbesondere der EPK, ein Themengebiet, das im Rahmen einer internationalen Delphi-Studie im Bereich des Prozessmanagements als zentrale Herausforderung der nächsten Jahre eingestuft wurde (Indulska u. a. 2009). Im Projekt SPEAK werden die folgenden Ziele verfolgt:

- Vereinfachung der Wiederverwendung von EPK-Modellen in verschiedenen Kontexten,
- Verbesserung des Modellaustauschs in der projektbezogenen Zusammenarbeit,
- Verbesserung der Überführung von EPK-Prozessmodellen in Ausführungswerkzeuge, wie z. B. Workflow Engines oder Simulationswerkzeuge,
- Reduktion der Heterogenität existierender EPK-Modellierungswerkzeuge,
- Reduktion der Einführungs- und Entwicklungszeiten für Modellierungswerkzeuge,
- Verbesserung der Absatzchancen für EPK-Werkzeuganbieter,
- Reduktion der Schulungsaufwendungen für Modellierer und
- Verbesserung der Personalakquisition einschlägig qualifizierter Mitarbeiter.

Grundsätzlich bieten sich für die EPK die vollständig konsensbasierte Spezifikation an, welche die inhaltliche, den Sprachumfang betreffende Übereinstimmung zwischen im Vorfeld der Normung festgelegten Personen und Organisationen widerspiegelt. Aufgrund des großen Sprachumfangs der EPK, der vielen verschiedenen bereits in IT-Anwendungen implementierten EPK-Notationen und der hohen Anzahl an der Konsensbildung beteiligter Unternehmen und Experten wird im Projekt SPEAK das Instrument der Spezifikation gewählt. Spezifikationen sind auf Innovationen zugeschnitten, indem sie in kürzester Zeit veröffentlicht und bei erfolgreicher Diffusion als Normvorlage herangezogen werden können. Wenn die Spezifikation sich in der Praxis bewährt, ist das Einbringen in den formalen Normungsprozess erheblich leichter, da viele inhaltliche Erarbeitungen bereits vorliegen und ein grundsätzlicher Konsens erarbeitet wurde. Somit schließt die entwickelte EPK-Spezifikation eine bestehende Schwachstelle der Notation und legt gleichermaßen eine notwendige Basis, die die EPK als Modellierungssprache braucht, um als de-facto Standard für die Prozessmodellierung eine effektive und rasche Diffusion in Forschung und Praxis zu gewährleisten.

Im Rahmen des Projektes SPEAK wird die EPK-Spezifikation von Beginn an dazu genutzt, auch kurzfristig Ergebnisse zu verwerten und den interessierten Kreisen (IT-Dienstleistungsunternehmen, Hersteller von Modellierungswerkzeugen, KMU-Anwender) zugänglich zu machen. Die EPK-Spezifikation ist damit auch eine Voraussetzung für eine transparente Gegenüberstellung alternativer Lösungen. Die sich während und nach Abschluss des Projektverlaufs durchsetzende und langfristig zum EPK-Standard erwachsende Lösung generiert auf diese Weise maximalen Nutzen, da die Akzeptanz der Sprachdefinition in der Wirtschaft durch den zuvor über die Spezifikationen sichergestellten Konsensfindungsprozess bereits mit Einführung eines Standards sehr hoch wäre.



Schwerpunkt des Beitrags ist es daher, durch die Erarbeitung einer Spezifikation der EPK unter Berücksichtigung von u.a. Syntax, Semantik und Pragmatik sowie eines integrierten EPK-Metamodells eine langfristige Grundlage für eine erfolgreiche EPK-Standardisierung zu schaffen. Als Werkzeug zur Erarbeitung eines EPK-Sprachkonsens als fundamentale Basis einer Spezifikation wird eine webbasierte Kollaborationsplattform entworfen, auf der die Spezifikationsaktivitäten koordiniert und durchgeführt werden. Innerhalb dieses Beitrags wird demnach nicht nur eine konsensbasierte Sprachspezifikation der EPK als Zielsetzung verfolgt, sondern gleichzeitig innovative Wege ausgelotet, um den Prozess der Spezifikation und Standardisierung auch im Kontext der digitalen Transformation weiterzuentwickeln.

### **1.3 Struktur und Aufbau des Beitrags**

Um die skizzierte Problemstellung zu adressieren und die dargelegte Zielstellung zu bearbeiten, folgt der vorliegende Beitrag dem folgenden Aufbau: Im Anschluss an die Darstellung von Motivation und Zielsetzung werden zunächst fundamentale Grundlagen und Begrifflichkeiten eingeführt. Dazu zählt eine Kurzbeschreibung der Prozessmodellierungssprache „Ereignisgesteuerte Prozesskette“ sowie einen Einblick in die Erarbeitung von Spezifikationen und Standards in Kapitel 2. Kapitel 3 erläutert die in diesem Beitrag angewandte Literaturrecherche. In Kapitel 4 wird zunächst die zum Zweck der kollaborativen Sprachspezifikation entwickelte Kollaborationsplattform skizziert, indem sowohl eine Anforderungsanalyse an die Ausgestaltung einer solchen Plattform sowie die Architektur und Realisierung der SPEAK-Kollaborationsplattform dargestellt wird. Kapitel 5 umfasst die Kernzielsetzung dieses Beitrages, die Spezifikation der EPK. Zu diesem Zweck wird die EPK in diesem Kapitel multiperspektivisch spezifiziert, in dem unter anderem eine enumerative Spezifikation der EPK-Elemente erfolgt und das Meta-Modell detailliert wird. Der Beitrag endet mit der Diskussion der gewonnenen Erkenntnisse, sowie einen Ausblick auf weitere anschließende Forschungsvorhaben und einem Fazit.

## **2 Grundlagen**

### **2.1 Geschäftsprozessmanagement und die Ereignisgesteuerte Prozesskette**

Geschäftsprozesse werden als zusammenhängende Folge von Tätigkeiten, die in Unternehmen zur Erreichung der Unternehmens- bzw. Organisationsziele erledigt werden, definiert. Einzelne Tätigkeiten innerhalb des Geschäftsprozesses werden von Aufgabenträgern in organisatorischen Einheiten unter Nutzung der benötigten Produktionsfaktoren geleistet. Informations- und Kommunikationssystem (IKT/IKS) der Organisationen unterstützen die Abwicklung der Geschäftsprozesse (Staud 2006). Bezugnehmend auf Porter (1985) unterscheidet Staud (2006) Geschäftsprozesse in Kernprozesse und unterstützende Prozesse. Kernprozesse tragen direkt zur Wertschöpfung des Unternehmens bei. Unterstützende Prozesse sind nicht wertschöpfend. Sie sind aber notwendig, um die Kernprozesse ausführen zu können. Die Qualität von Geschäftsprozessen kann anhand von Kriterien, wie z.B. der ISO-9000 gemessen werden. Es soll aus der Güte der Prozesse auf die Güte der erstellten Leistungen geschlossen werden können (Scheer 2002).

Geschäftsprozessmanagement bzw. Business Process Management (BPM) bezeichnet im Allgemeinen „ein integriertes System aus Führung, Organisation und Controlling, das eine zielgerichtete Steuerung der Geschäftsprozesse ermöglicht. Es ist auf die Erfüllung der Bedürfnisse der Kunden und anderer Interessengruppen ausgerichtet und trägt wesentlich dazu bei, die strategischen und operativen Ziele des Unternehmens zu erreichen“ (Schmelzer und Sesselmann 2008, S.6). Das Management von Geschäftsprozessen hat in den vergangenen Jahren im Rahmen der betrieblichen Unternehmenspraxis zunehmend an Bedeutung gewonnen (Trkman 2010). Grundlage eines erfolgreichen Geschäftsprozessmanagements (GPM) sind Prozessmodelle. Wenn diese eine hohe Qualität aufweisen, so gelten sie im Allgemeinen als ein Erfolg versprechendes Instrument der Unternehmensgestaltung (Mendling u. a. 2007). In diesem Kontext erfährt die EPK in der Praxis sowohl in kleinen und mittelständischen Unternehmen als auch in Großkonzernen, vor allem im Kreis der DAX-Unternehmen, zur Unterstützung des GPM eine breite Akzeptanz (Fettke 2009). Die EPK zählt zu den graphbasierten Modellierungssprachen und ist in den 1990er Jahren aus einer gemeinsamen Arbeit des Instituts für Informationssysteme in Saarbrücken und SAP entstanden (Keller u. a. 1992). Ziel des Projekts war es, eine Modellierungssprache für Geschäftsprozesse zu entwickeln, mit Hilfe derer die Prozesse des SAP R/3 Enterprise Resource Planning-Systems dokumentiert werden können. Nicht zuletzt aufgrund ihrer zusätzlichen Verwendbarkeit für die Referenzmodellierung entwickelte sich die EPK zu einer weithin akzeptierten und etablierten Geschäftsprozessmodellierungssprache in Praxis und akademische Forschung. Die ursprüngliche Definition der EPK nach (Keller u. a. 1992) besteht grundsätzlich aus

Ereignissen, Funktionen und logischen Konnektoren bzw. Operator-Elementen (im Folgenden Operatoren genannt, die mithilfe von Verbindungselementen verbunden werden und somit einen Prozessfluss repräsentieren. Ereignisse können entweder Nachbedingungen oder Vorbedingungen im Geschäftsprozess beschreiben und werden als Sechseck dargestellt. Funktionen repräsentieren eine konkrete Aktivität innerhalb des Prozessflusses. Funktionen werden als abgerundetes Rechteck dargestellt. Operatoren werden verwendet, um den Kontrollfluss zu verbinden oder zu teilen. Dies kann mit AND-, OR- und XOR-Operatoren erfolgen. Der AND-Operator beschreibt dabei diese parallele Aufteilung des Prozessflusses. Durch den XOR-Operator wird der Prozessfluss auf Basis einer exklusiven Entscheidung in mindestens zwei Prozesspfade aufgeteilt. Der OR-Operator teilt den Prozessfluss auf Basis einer nicht-exklusiven Entscheidung. Die EPK ist bis heute Bestandteil von Forschungsarbeiten im GPM-Umfeld und wird demnach stetig weiterentwickelt und durch verschiedene Funktionalitäten erweitert, die sich aus speziellen Problemstellungen in der Praxis ergeben. So lassen sich umfassende Spracherweiterungen (Varianten) und Erweiterungen um einzelne Konstrukte in der Literatur und Praxis identifizieren. Ein Ausschnitt aus einem Überblick über EPK-Varianten (Fettke u. a. 2010) wird in Kapitel 5 dargelegt. Im Rahmen der langjährigen praktischen Nutzung der EPK wurden zahlreiche Erfahrungen dokumentiert, die z. B. im Rahmen von Fallstudien oder Laborexperimenten zum Einsatz von EPK ermittelt wurden (Groß und Dörr 2009). Eine Zusammenfassung dieser Ergebnisse auf Basis einer umfassenden Literaturstudie wurde von (Houy u. a. 2009) erstellt. Diese Erkenntnisse stellen ebenso eine wichtige Grundlage für die Erstellung der EPK-Spezifikation dar und liefern wertvolle Hinweise über Eigenschaften und Wirkungen der verschiedenen EPK-Varianten.

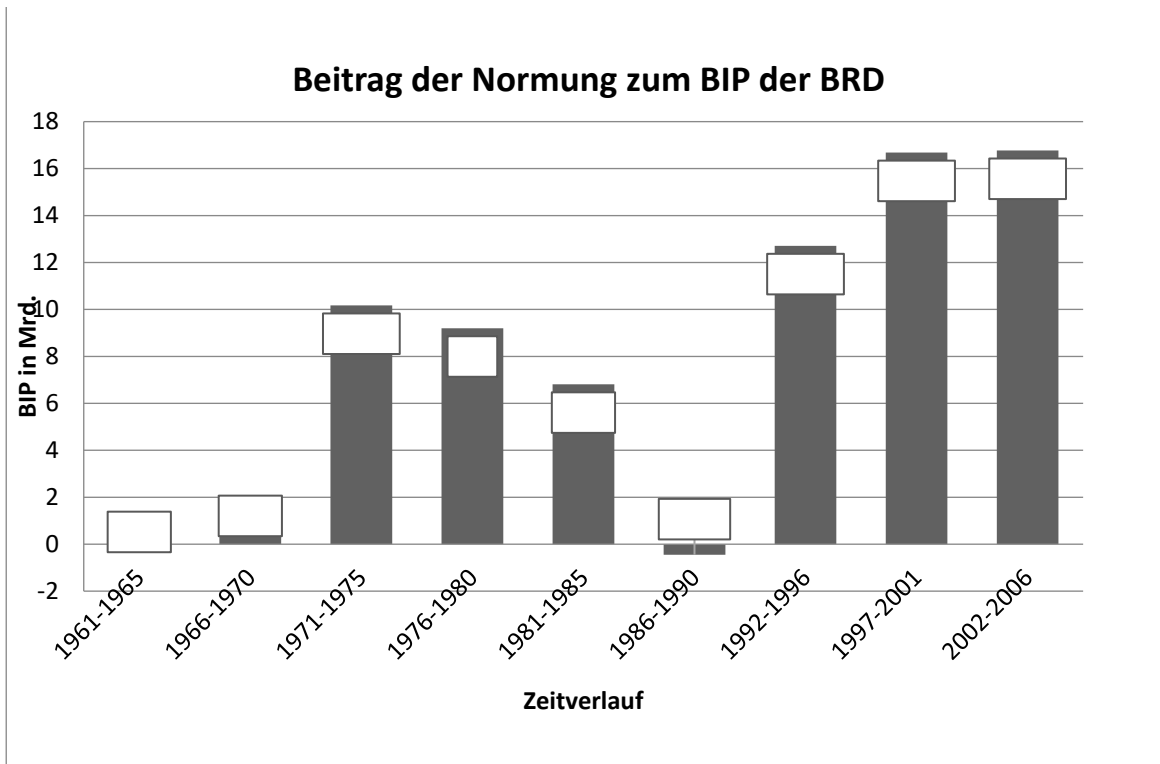
Zum Zweck der Geschäftsprozessmodellierung sind im Laufe der Zeit auch weitere Modellierungssprachen entstanden, beispielsweise die Business Process Modeling Notation (BPMN) oder die Unified Modeling Language (UML). Um den Austausch von Modellen, die Kommunikation zwischen den Interessengruppen der Modelle und die Reduzierung der Transaktionskosten zu erleichtern, wurden viele dieser Sprachen durch entsprechende Standardentwicklungsorganisationen standardisiert. Die Standardisierung wurde sowohl für die erfolgreiche Geschäftsprozessmodellierung (Indulska u. a. 2009; vom Brocke und Rosemann 2010) als auch für spezialisierte Kriterien wie die Reduzierung von Outsourcing-Risiken (Wüllenweber und Weitzel 2007) als einflussreich identifiziert. Daher kann die Standardisierung als relevant für das Design und die Wahl einer adäquaten Modellierungssprache in Bezug auf grafische Darstellung, Syntax und Semantik hervorgehoben werden. Die ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK) ist bis heute eine der verbreitetsten Modellierungssprachen für Geschäftsprozesse und sowohl in der Forschung als auch in der Praxis anerkannt (Mendling 2009; Fellmann u. a. 2013). Im Gegensatz zu seiner Entwicklungsreife fehlt dem EPK jedoch noch ein offizieller Standard.

Die intensive Forschung, die im Kontext unterschiedlicher Modellierungsmethoden vorangetrieben wird, führt zu einer schwer überschaubaren Vielfalt unterschiedlicher Ansätze und Konstrukte. Um diese Vielfalt einzuschränken und die sich daraus ergebenden wirtschaftlichen Vorteile realisieren zu können, gab es in den letzten Jahren häufiger Standardisierungsinitiativen, so z. B. für die Standardisierung der UML (Unified Modeling Language) (<http://www.uml.org/>) und Petrinetzen durch die ISO (<http://www.petrinets.info/standard.php>) bzw. der Business Process Model and Notation (BPMN) durch die OMG (Object Management Group)(<http://www.bpmn.org/>). Die Standardisierungs- und Normungsaktivitäten in diesen Bereich werden als Referenzpunkte für die bei SPEAK durchzuführenden Aktivitäten betrachtet.

## **2.2 Normung und Standardisierung**

Das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN) definiert Normen nach DIN EN 45020:2007-03 als „Dokument, das mit Konsens erstellt und von einer anerkannten Institution angenommen wurde und das für die allgemeine und wiederkehrende Anwendung Regeln, Leitlinien und Merkmale für die Tätigkeiten oder deren Ergebnisse festlegt, wobei ein optimaler Ordnungsgrad in einem gegebenen Zustand angestrebt wird)“ (Hartlieb u. a. 2009). Die Normungsarbeit ist die Tätigkeit zur Formulierung, Herausgabe und Anwendung von Normen. Zwei wesentliche Eigenschaften einer Norm sind die Herkunft und die Form. Die Herkunft lässt sich als Ergebnis eines formalen Prozesses innerhalb einer Normungsorganisation unter Einbeziehung interessierter Kreise bestimmen. Interessierte Kreise können dabei Experten von Behörden, Berufsgenossenschaften, Handel, Handwerk, Industrie, Verbraucher, Anwender und Wissenschaftler sein (Hartlieb u. a. 2009). Dabei ist allerdings keine Einstimmigkeit der Mitwirkenden für ein Ergebnis notwendig. Dieser Vorgang dient dazu eine große Akzeptanz für die jeweilige Norm zu schaffen, damit diese demokratisch legitimiert ist. Hintergrund ist, dass Normen nicht zwangsläufig rechtsverbindlich sind, sich aber durch große Akzeptanz als unumgänglich erweisen. Die erarbeiteten Ergebnisse werden durch eine kodifizierte Form zum Beispiel in einem Normblatt festgehalten (Appl 2012).

Die Aufgabe von Standards und Normen ist es, das aus Wissenschaft und Forschung entstandene Wissen zu verbreiten. Fortschritt erfolgt maßgeblich durch die Diffusion und Bereitstellung von Wissen. Der gesamtwirtschaftliche Nutzen, der durch diese Arbeit entsteht ist nicht unerheblich (Blind u. a. 2011). Mehrere Studien bestätigen, dass die Standardisierung und Normung einen großen Einfluss auf die wirtschaftliche Entwicklung eines Landes haben. In diesem Zusammenhang sind die Ergebnisse von Blind u.a. (2011) zu nennen, die in ihrer Studie mehrere europäische Staaten auf den Einfluss von Normen und Standards untersucht haben. Abb. 1 verdeutlicht die Bedeutung von Normung und Standardisierung im Zeitverlauf:



**Abb. 1:** Beitrag der Normung zum BIP

Die Abbildung demonstriert den Wertbeitrag von Normen und Standards zum Wirtschaftswachstum in Deutschland. Dieser kontinuierliche positive Einfluss der Diffusion des Wissens lässt sich mit durchschnittlich ca. 16,77 Mrd. Euro des jährlichen Bruttoinlandproduktes des Zeitraums 2002-2006 quantifizieren. Daraus ergibt sich ein Beitrag von 0,7-0,8% zum Bruttosozialprodukt pro Jahr (Blind u.a. 2011,).

Die positiven Einflüsse der Normung auf das Bruttosozialprodukt kommen durch mehrere Faktoren zustande. Zum einen sind in diesem Zusammenhang kürzere Entwicklungs- und Einführungszeiten für Produkte zu nennen. Zudem soll durch die Normung eine Absicherung der Qualität von Produkten und Dienstleistungen sichergestellt werden, was die Exportwirtschaft begünstigt. Durch die hohe Diversifikation von Normen und Standards werden viele verschiedene Gebiete tangiert. Zu nennen sind hier unter anderem die Qualitätssicherung, Zuverlässigkeit, Kommunikation, Managementprozesse und Arbeitsverhältnisse. Außerdem werden durch Normen und Standards die Lebensqualität gesteigert, die Umwelt geschützt und allgemeine Risiken reduziert (Hartlieb u. a. 2009). Innerhalb der Literatur werden vier ökonomische Gründe für die Implementierung von Standards genannt. Wichtiger Implementierungsgrund sind Kompatibilitätsvorteile durch die Standardisierung von Leistungen. Der zweite Aspekt ist die Minimierung von zulässigen Eigenschaften, wodurch Mindestanforderungen gestellt werden. Drittens werden durch Standards ausführliche Informationen über das Produkt geliefert. Der letzte Aspekt ist die

Verringerung von Variationen innerhalb der Produktionsergebnisse, was Kosten senkt und die Qualität steigert (Haimowitz und Warren 2007).

Die federführenden Instanzen bei der Normungsarbeit sind die Normungsorganisationen. Auf nationaler (deutscher) Ebene ist dabei das DIN (Deutsches Institut für Normung), auf europäischer Ebene das CEN (European Committee for Standardization) und auf internationaler Ebene die ISO (International Organization for Standardization) zu nennen. Neben den aufgeführten Institutionen gibt es weitere Institutionen, Organisationen und Gremien, die sich mit bestimmten Fachgebieten befassen (Hartlieb u. a. 2009). Die Normungsorganisationen handeln bei der Normungsarbeit als Projektmanager, der den Prozess betreut und möglichst effektiv gestaltet. Zudem werden die Infrastruktur und das notwendige Knowhow zur Verfügung gestellt, sowie rechtliche Bestimmungen und Regularien gewahrt. Normen sollen der Öffentlichkeit zugänglich sein. Die Umsetzung dieser Vorgabe geschieht gegen eine geringe Gebühr. Bei bestimmten Normen können von den Normungsorganisationen unabhängige Unternehmen mit der Zertifizierung beauftragt werden. Die entfallende Gebühr ist jedoch im Vergleich zum Kauf von Patenten oder Lizenzen gering. Die Normungsorganisationen arbeiten als gemeinnützige Organisationen lediglich kostendeckend und müssen keinen Gewinn erzielen (Blind u. a. 2011). Grundsätzlich sollen Normen den aktuellen Stand der Technik widerspiegeln, was durch die Beteiligung von Experten des jeweiligen Fachgebietes sichergestellt werden soll. Wirtschaftliche Interessen können nur mit der Umsetzung neuer Erkenntnisse verfolgt werden. Durch diese innovative Eigenschaft von Normen soll ein wissenschaftlicher Vorsprung erzielt werden. Ein optimaler Ordnungsgrad ist dann gegeben, wenn keine Redundanzen oder Widersprüche innerhalb des internationalen Normungssystems auftreten und keine Rechtsgrundlage verletzt wird (Appl 2012).

Um den Begriff Standard erläutern zu können, wird zunächst auf den Begriff der Spezifikation eingegangen. Eine Spezifikation ist ein Basisdokument, das unter Ausschluss der Öffentlichkeit erarbeitet werden kann. Ein anderer Begriff für eine Spezifikation ist die „Werksnorm“, die sich wie folgt definiert: „Eine Werksnorm ist das Ergebnis der Normungsarbeit eines Unternehmens (Betriebes, Werkes), einer Behörde oder einer Körperschaft (Verbandes, Vereines) für eigene Bedürfnisse“ (Hartlieb u. a. 2009). Eine Spezifikation kann sich durch die Anerkennung anderer Firmen, Branchen oder Industrien zu einem Standard oder durch weitere Bearbeitung einer Normungsorganisation zu einer Norm weiterentwickeln. Es kann von einem progressiven Aufbau von einer Spezifikation zu einem Standard zu einer Norm gesprochen werden. Der Unterschied zwischen einer Spezifikation und einem Standard liegt in seiner Verbreitung und Anwendung, da Spezifikationen sich lediglich auf eine Institution beschränken (Hartlieb u. a. 2009). Standards können besonders durch ihre Reichweite/ Verbreitung charakterisiert werden. Wird ein Standard nur von einem Anbieter benutzt, wird von einem herstellereigenen Standard gesprochen. Wird der Standard von mehreren, aber nicht allen

Anbietern genutzt, wird er durch den Ausdruck herstellerübergreifender Standard beschrieben. Bei einem Industriestandard wird der Standard von einer ganzen Branche eingesetzt (Jacob und Kleinaltenkamp 2015). Trotz der großen Ähnlichkeit der Merkmale gibt es gewisse Unterschiede zwischen Normen und Standards. Da Standards auch durch einzelne Institutionen geschaffen werden können, ist ein Ausschluss interessierter Kreise möglich. Zudem ist auch eine Kodifizierung nicht zwingend erforderlich und dem Unternehmen, welches den Standard erstellt selbst überlassen. Durch das Auslassen dieser Schritte bei der Erarbeitung kann ein Standard freier und schneller entwickelt werden (Hartlieb u. a. 2009). Dementsprechend kann der Begriff des Standards weiter gefasst werden als der einer Norm. Daher ist eine weitere Unterteilung sinnvoll. Ein wichtiger Punkt in Bezug auf den Entstehungsprozess von Standards ist die Unterscheidung in zwei Dimensionen von strategischen Handlungsspielräumen der Unternehmen. Einerseits sind die Zugangsmöglichkeiten zu dem jeweiligen Standard zu beachten und andererseits die Teilhabe bei der Bildung von Standards. Die Zugangsmöglichkeiten lassen sich in geschlossen-proprietär, offen-proprietär und offen gliedern. Bei der ersten Form ist der Standard lediglich einem Unternehmen vorbehalten, das nicht gewillt ist, das vorhandene Wissen zu teilen. Den Mittelweg bildet der offen-proprietäre Standard, bei dem das Unternehmen über den Grad der Öffnung des Standards nach Außen entscheidet. Bei einem offenen Standard ist jedem das komplette Wissen über den Standard zugänglich und kann frei genutzt werden. Je nach Grad der Öffnung des Standards für Dritte, kann auch seine Verbreitung und Akzeptanz variieren. Die zweite Dimension bildet die Rolle der Teilhabe an der Bildung des Standards. Es gibt sowohl eine aktive Rolle mit der Einbringung des eigenen Wissens in den Standardisierungswettbewerb als auch eine passive Haltung, bei der eine Anpassung an gegebene Standards verfolgt wird (Borowicz und Scherm 2001). Für ein beliebiges Problem kann es eine Vielzahl von Lösungsmöglichkeiten von verschiedenen Anbietern geben. De facto Standards lassen sich dadurch definieren, dass sich Produkte, Dienstleistungen oder Technologie gegenüber denen der Konkurrenten als Standard für den jeweiligen Bereich durchgesetzt haben. Dementsprechend lassen sich de facto Standards im Speziellen über ihren Verbreitungsgrad charakterisieren. Die Käufer und Nutzer haben einen großen Einfluss auf die Entstehung eines de facto Standards. Die Attraktivität steigt durch eine größere Basis an Nutzern. Dieser Umstand wird als positive Rückkopplung bezeichnet (Techatassanasoontorn und Suo 2011). Setzen sich mehrere Standards auf demselben Gebiet durch, wird von fragmentierten Standards gesprochen (Jacob und Kleinaltenkamp 2015,). Für den Erfolg eines de-facto Standards spielen mehrere Aspekte eine Rolle. Durch einen frühen Zeitpunkt der Etablierung kann sich ein positiver Trend entwickeln. Dadurch können so genannte „Lock-in“ Effekte entstehen, wodurch sich dieses Produkt nicht nur aufgrund seiner Eigenschaften durchsetzen kann. Ein weiteres Kriterium bei einem solchen Trend ist die kritische Masse. Dieser Punkt ist erreicht, wenn es den Konkurrenzunternehmen kaum möglich ist, sich auf dem Markt zu etablieren ohne den bereits etablierten Standard zu verwenden. Eine Voraussetzung dafür ist, dass der Anbieter die steigende Nachfrage des Trends bedienen kann

(Stoll 2008). De-jure Standards hingegen werden durch den Staat oder eine ihm nahestehende Organisation festgelegt. Normungsorganisationen, wie das DIN können de jure Standards festlegen (Stoll 2008). De jure Standards werden auch antizipatorische Standards genannt, weil sie teilweise vor der Entwicklung der eigentlichen Technologie festgelegt werden. Meist beziehen sich de jure Standards daher nur auf ein technologisches Produkt und hegen nicht den Anspruch übergreifend zu gelten (Techatassanasoontorn und Suo 2011).



### 3 Literaturanalyse

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird auf Basis der dargestellten begrifflichen Einordnung zunächst eine Sprachspezifikation der EPK erarbeitet, die sich an etablierten Grundsätzen und Anforderungen der Entwicklung von Prozessmodellierungssprachen orientiert (Jannaber u. a. 2017b).

Für die Literaturrecherche wurden vier verschiedene Datenquellen berücksichtigt. Da die EPK ursprünglich am Institut für Informationssysteme in Saarbrücken (Keller u. a. 1992) entwickelt wurde, wurde zunächst die Arbeitspapierreihe des Instituts mit insgesamt 198 Papieren betrachtet. Darüber wurden Veröffentlichungen der Workshop-Reihe „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (EPK-Workshop) von 2002 bis 2009 in Betracht gezogen, und somit weiteren 57 Papieren identifiziert. Zuletzt wurde nach Literatur unter Nutzung zweier verschiedener Suchmaschinen gesucht, SpringerLink<sup>1</sup> und ScienceDirect<sup>2</sup>. Als Suchbegriffe sind die Terme "ereignisgesteuerte Prozesskette", "ereignisgesteuerte Prozesskette" und "Ereignisgesteuerte Prozesskette" verwendet worden (jeder Suchbegriff wurde separat eingegeben), was zu insgesamt 1.806 Ergebnissen bei SpringerLink und 198 Ergebnissen bei ScienceDirect führte.

Wie von Webster und Watson (2002) vorgeschlagen, wurden in einem ersten Schritt zunächst die Titel aller 2.259 Papiere in Betracht gezogen. Anschließend wurden Beiträge aussortiert, die aufgrund ihres Titels als nicht relevant für die Erarbeitung einer Sprachspezifikation erachtet werden konnten. Durch diesen Schritt blieben 315 Artikel übrig, deren Abstracts in einem nächsten Schritt gelesen und ausgewertet wurden, um die Relevanz dieser Artikel beurteilen zu können. Auf diese Weise konnten weitere Artikel ausgeschlossen, sodass 150 Beiträge verblieben. Nach Entfernung der Duplikate wurde eine Menge von 78 Artikeln identifiziert, die unter der gegebenen Fragestellung als relevant betrachten werden können.

Im letzten Schritt ist eine Vorwärts- und Rückwärtssuche durchgeführt worden, um das Forschungsfeld möglichst umfangreich abzudecken. Während die Rückwärtssuche manuell anhand der Referenzen durchgeführt wurde, wurde die Vorwärtssuche mithilfe von Google Scholar<sup>3</sup> durchgeführt, da weder SpringerLink noch ScienceDirect eine derartige Funktion zur Rückwärtssuche bieten. Das gleiche Prinzip von Titel, Zusammenfassung und Inhalt wurde

---

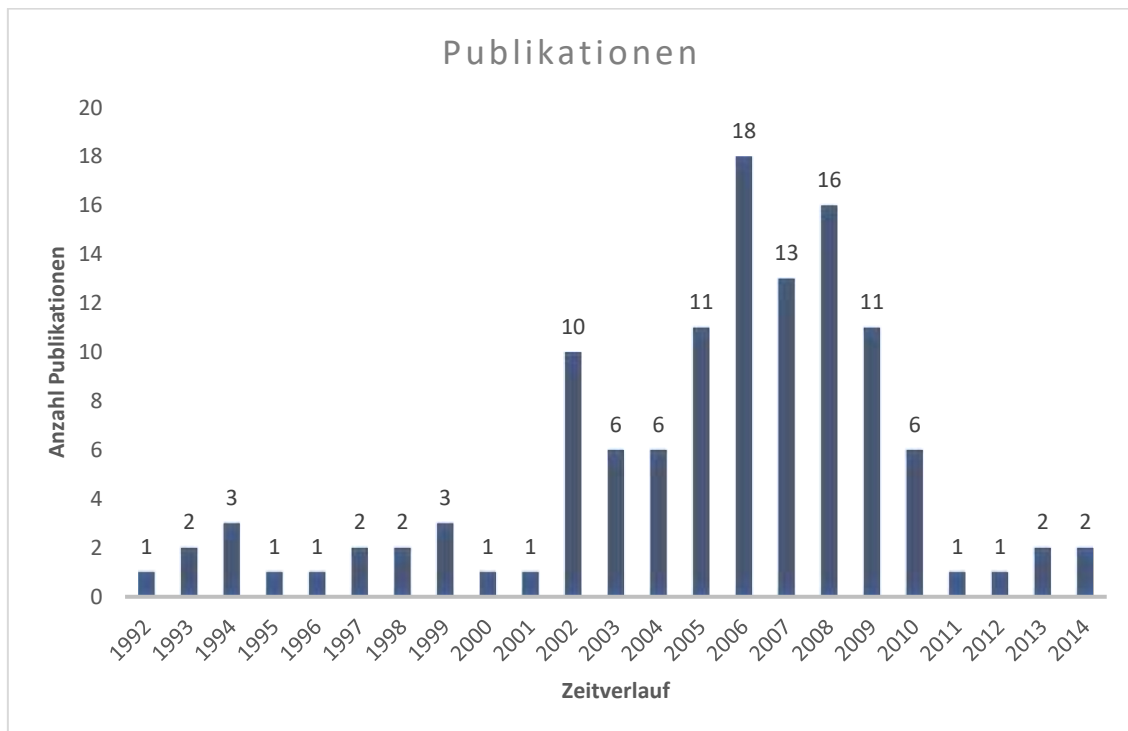
<sup>1</sup> <https://link.springer.com/>

<sup>2</sup> <https://www.sciencedirect.com/>

<sup>3</sup> <https://scholar.google.de/>

angewendet, und führte letztendlich zur Menge von 29 weiteren Papieren. Die vorgestellte Literaturübersicht basiert daher auf insgesamt 107 Arbeiten.

Zur besseren Übersicht wurden die betrachteten Publikationen im Hinblick auf den Zeitpunkt ihrer Veröffentlichung eingeordnet. Nicht überraschend stammen viele der frühen Publikationen aus dem Umfeld von August-Wilhelm Scheer, während spätere Publikationen die EPK vermehrt mit zusätzlichen Konzepten, Spracherweiterungen und technischen Implementationen versehen. Eine Übersicht der 107 identifizierten Artikel nach Jahren findet sich in Abb. 2.



**Abb. 2:** Publikationen mit EPK-Bezug im zeitlichen Verlauf

Um die identifizierte Literaturbasis im weiteren Verlauf des SPEAK-Projekts erfolgreich verwenden zu können, wurden die 107 Artikel zusätzlich klassifiziert. Hierzu wurden alle Artikel im Detail ausgewertet und einer beliebigen Anzahl der nachfolgenden Klassen zugeordnet, je nach Inhalt des bewerteten Artikels:

- **Modellierung:** Aspekte zur Modellierung mit der EPK, z.B. durch Modellierungskonventionen, Handlungsanleitungen, o.ä.
- **Pragmatik:** Pragmatische Aspekte der EPK.
- **Semantik:** Semantische Aspekte der EPK.
- **Syntax:** Syntaktische Aspekte der EPK.
- **Meta-Modell:** Definitionen zur EPK durch geeignete Meta-Modelle.

- **Austauschformat:** Speicher- und Dateiformate zum Austausch von EPK-Modellen.
- **Prozesselement:** Definition von Prozesselementen (und Erweiterungen).

Um eine möglichst objektive Klassifikation zu erzielen, wurde diese von drei Wissenschaftlern gemeinschaftlich durchgeführt. Im Falle von unterschiedlichen Ansichten, wurde der Artikel gemäß dem Mehrheitsvotum klassifiziert. Das Ergebnis dieser Klassifikation findet sich in Tabelle 1.

**Tabelle 1:** Ergebnis der Literaturrecherche

Referenz	Modellierung	Pragmatik	Semantik	Syntax	Meta-Modell	Austauschformat	Prozesselement
(Appel u. a. 2014)	x						
(Barborka u. a. 2006)	x			x		x	
(Becker u. a. 2003)	x						x
(Cuntz u. a. 2005)	x		x	x			x
(Cuntz, Kindler 2005)	x		x	x			x
(Decker, Tscheschner 2009)	x		x	x			x
(Decker, Mendling 2009)			x	x			x
(Dehnert 2002)			x				x
(Dehnert, Rittgen 2001)			x	x			x
(Delfmann u. a. 2008)					x		
(Dijkman 2008)	x		x	x			x
(Dreiling u. a. 2008)		x	x				
(Fellmann u. a. 2013)	x	x	x	x			x
(Fettke, Loos 2002)	x			x			x
(Filipowska u. a. 2009)	x		x	x			x
(Geissler, Krüger 2002)	x			x		x	x
(Gottschalk u. a. 2005)	x			x			x
(Gottschalk u. a. 2008)	x		x	x			x
(Gruhn und Laue 2006)				x		x	x
(Gruhn und Laue 2007a)	x		x	x			x
(Gruhn und Laue 2007b)	x		x	x			x
(Gruhn und Laue 2007c)	x		x	x			x
(Hirschmann, Scheer 1994)	x				x		
(Hoffmann u. a. 1993b))			x	x			x
(Hoffmann u. a. 1995)	x		x	x			x
(Hoffmann u. a. 1993a))							x
(Hogrebe u. a. 2009a)	x	x					
(Hogrebe u. a. 2009b)						x	x
(Huth und Wieland 2008)	x			x			x
(Jansen-Vullers u. a. 2006)	x			x			x
(Keller u. a. 1992)	x			x	x		x
(Kindler 2003)			x	x			x
(Klein u. a. 2004)	x	x	x	x	x		x
(Kopp u. a. 2007)			x	x			x
(Kopp u. a. 2006)	x		x	x	x		x
(Kopp u. a. 2010)	x			x	x		x
(Korherr, List 2006)	x			x	x		x
(Korherr 2007)	x			x	x		x
(Krumnow u. a. 2008)	x			x		x	x
(Kühne u. a. 2009)	x		x	x			x
(La Rosa u. a. 2006)	x			x			x
(La Rosa u. a. 2008)	x			x	x		x
(La Rosa u. a. 2011a)	x			x	x		x
(Langner u. a. 1997)	x		x	x			x
(Langner u. a. 1998)			x	x			
(Laue und Mendling 2008)	x		x	x			x
(Laue und Mendling 2010)			x	x			x
(Leopold u. a. 2011)	x	x					x
(Mans 2006)	x		x	x		x	x
(Mendling 2007)	x	x	x	x			x
(Mendling 2009)			x	x			x
(Mendling u. a. 2004)	x					x	x
(Mendling u. a. 2005b)	x			x		x	x
(Mendling u. a. 2006b)	x	x	x	x		x	x
(Mendling u. a. 2006a)			x	x			x
(Mendling u. a. 2007b)			x	x			x
(Mendling u. a. 2007c)	x	x	x	x			x
(Mendling u. a. 2008a)		x					
(Mendling u. a. 2008b)			x	x			x
(Mendling u. a. 2005a)	x			x			x

(Mendling undNüttgens 2003a)			x	x			
(Mendling, Nüttgens 2003b)	x			x		x	x
(Mendling, Nüttgens 2003c)				x		x	x
(Mendling, Nüttgens 2003d)				x		x	
(Mendling, Nüttgens 2004a))	x					x	x
(Mendling, Nüttgens 2004b)			x	x		x	
(Mendling, Nüttgens 2006)	x		x	x			x
(Mendling, Van Der Aalst 2007)			x	x			x
(Mendling, van der Aalst 2006)			x	x			x
(Neiger, Churilov 2004)			x	x			x
(Nüttgens und Rump 2002)	x			x			x
(Nüttgens und Zimmermann 1998)	x						x
(Philippi und Hill 2007)	x	x		x			
(Polyvyanyy u. a. 2008)	x	x	x				
(Polyvyanyy u. a. 2010)	x	x	x	x			
(Recker u. a. 2005)	x					x	
(Recker u. a. 2006)	x			x			
(Reijers u. a. 2009)	x			x			x
(Rieke und Winkelmann 2008)	x		x	x	x		x
(Rittgen 1999)	x		x	x			x
(Rittgen 2000)							x
(Rosemann, van der Aalst 2007)	x		x	x			x
(Rodenhagen 2002)	x		x	x			x
(Rump 1999)			x	x	x		x
(Sarshar u. a. 2005)	x						x
(Scheer u. a. 1997)	x	x	x	x			x
(Scheer u. a. 2005)	x					x	x
(Seel, Vanderhaeghen 2005)						x	x
(Skroch 2008)			x	x			x
(Staud 2006)	x	x	x	x	x		x
(Szczęśniak 2013)	x		x	x			x
(Szczęśniak 2014)	x		x	x			x
(Thomas 2009)		x	x	x	x	x	x
(Thomas, Adam 2002)	x		x	x	x		x
(Thomas, Dollmann 2006)	x		x	x			x
(Thomas, Dollmann 2008)	x			x		x	x
(Thomas, Fellmann 2006)	x		x	x	x		
(van der Aalst 1999)	x		x	x			x
(van der Aalst u. a. 2006)	x						x
(van der Aalst u. a. 2002)			x				x
(van Dongen u. a. 2007)	x	x	x	x			x
(van Dongen u. a. 2008)			x	x			x
(van Hee u. a. 2005)	x						x
(Winter, Simon 2006))						x	
(Zukunft, Rump 1996)							x
(zur Muehlen, Indulska 2010)							

---

## **4 Die SPEAK-Kollaborationsplattform als Werkzeug zur Erarbeitung einer Spezifikation der EPK**

### **4.1 IT-Unterstützung in Standardisierungsaktivitäten**

Zur IT-Unterstützung der Standardisierungs- und Normenarbeit etablierter Organisationen wie DIN und ISO werden Softwaretools innerhalb der Standardisierungsprozesse eingesetzt. So bietet das DIN beispielsweise ein Forum zur kollaborativen Entwicklung von Standards an. Die Plattform DIN-Connect befindet sich in der Testphase. Innerhalb der Plattform können verschiedene Gruppen und darin enthaltene Themen erstellt werden. Diese Themen können von interessierten Personen(gruppen) kommentiert und durch hochgeladene Daten ergänzt werden. Das Deutsche Rechnungslegung Standards Committee e. V. (DRSC) lässt die Partizipation der Öffentlichkeit an seiner Arbeit im Rahmen von öffentlichen Sitzungen zu. Die IT-Unterstützung besteht in diesem Fall durch die Bereitstellung von Live-Audio-Übertragungen der Sitzungen sowie die anschließende Bereitstellung der Sitzungspapiere und Ergebnisberichte auf der Webseite des DRSC. Darüber hinaus kann die fachlich interessierte Öffentlichkeit im Anschluss Kommentare direkt beim DRSC einreichen. Das American National Standards Institute (ANSI) bzw. die Organisationen die unter der Leitung des ANSI arbeiten lassen die Partizipation von Repräsentanten von Bevölkerungsgruppen am Standardisierungsprozess über ein Consumer Interest Forum (CIF) zu. Mitglieder des Forums können zum einen auf Entwürfe aktueller Standardisierungsprozesse durch Nutzung der Document Library zugreifen, zum anderen können sie in den regelmäßigen Meetings der Teilnehmer über Entwürfe abstimmen. Auch im CIF können Gruppen und Sub-Gruppen erstellt werden, um einzelne Themen genauer besprechen zu können.

Vielfältigen Einsatz im Zusammenhang mit Standardisierungsaktivitäten von DIN und ISO erfahren sogenannte eCommittees, die auf dem OpenText Modul Communities of Practice (CoP) basieren und extra für die Organisationen angepasst wurden. Durch das Portal erhalten sowohl die Verantwortlichen als auch die sonstigen Beteiligten Zugriff auf verschiedene Applikationen wie z. B. dem Electronic Balloting, dem Meeting Management und dem Project Portal sowie auf die benötigten Dokumente. Über dieses Portal erfolgt auch der Zugang zu verschiedenen Komitees oder Arbeitsgruppen an denen der Nutzer teilnimmt sowie zu User-Guides für die verschiedenen Applikationen. Die eCommittees dienen außerdem als Dokumenten-Viewer oder zum Mail-Versand. Über die Drop-In-Box kann ein Mitglied außerdem Dateien hochladen. Da jedes Komitee ein eigenes Forum besitzt können dort Ideen und Gedanken geteilt werden. Die Hauptaufgabe des Electronic Balloting-Tools besteht im Wesentlichen aus Abstimmungen über Standards und deren Entwürfe. Dazu können verschiedene Rollen verteilt werden. Committee Secretaries und deren Support Teams können

Abstimmungen erstellen und überwachen, Voter können an Abstimmungen teilnehmen und Ballot Monitors können Abstimmungen beobachten. Die Abstimmungen können nach Komitees oder Arbeitsgruppen sortiert werden. Das Project Portal gibt einen Überblick über aktuelle Projekte inklusive Fristen, Entwürfen und Historien. Das Meeting Management-Tool repräsentiert einen Kalender, der kommende Meetings der Komitees und der ISO enthält. Über eine WebX-Applikation können Online-Meetings abgehalten werden. Ghidini u. a. (2010) beschreiben in ihrem Aufsatz außerdem das auf der Software MediaWiki basierende Tool MoKi, das ontologisches und prozedurales Wissen integriert und unter anderem die Business Process Modelling Notation (BPMN) unterstützt. MoKi-Seiten haben einen strukturierten und einen unstrukturierten Teil. Der unstrukturierte Teil enthält bspw. einfachen Text, Links zu anderen MoKi-Seiten oder Bilder. Der strukturierte Teil speichert Wissen entsprechende dem Format der zu bearbeitenden Modellierungssprache. Das Tool wurde unter anderem innerhalb des FP6-EU-Projekts APOSDLE5 genutzt, um Modelle verschiedener Unternehmen zu erstellen. MoKi ist generell eher dazu geeignet, Geschäftsprozessmodelle kollaborativ und integriert zu erarbeiten und wird grundsätzlich nicht zur Standardisierung verwendet. Nichtsdestotrotz demonstriert das Tool, welche Möglichkeiten im Zusammenhang mit kollaborativer Arbeit und Geschäftsprozessmodellierung bestehen.

## **4.2 Kollaboration und Kooperation**

In einer Kooperation steht ein Arbeitsprozess im Mittelpunkt, bei welchem eine starke Arbeits- und Funktionsteilung stattfindet. Dieser auf Kooperation basierende Arbeitsprozess steht für eine individuelle Bearbeitung von unterschiedlichen Teilaufgaben von einzelnen Gruppenmitgliedern, diese Teilleistungen der einzelnen Mitglieder werden am Schluss additiv zusammengeführt. Daher kann eine Kooperation eine verabredete und arbeitsteilige Wissensteilung von mehreren Gruppenmitgliedern zur Lösung eines Problems bezeichnet werden, hierbei ist die Schaffung von Synergien kein unentbehrlicher Faktor (Reinmann-Rothmeier, Mandl 1999; Stadermann 2010). Eine Kollaboration hingegen beruht auf einer engen, unmittelbaren sowie auf geringer Arbeitsteilung fußender Zusammenarbeit. Selbstgesteuerte interaktive Austauschprozesse, sind Charakteristika von Kollaboration, da es das Ziel ist einen synchronisierten und konstruktiven Prozess der Wissensgenerierung zwischen zwei oder mehreren Mitgliedern der Kollaboration zu erzeugen. Im Prozess der Wissensgenerierung lassen sich hierbei die einzelnen Schritte der stattfindenden Wissensgenerierung nicht direkt bestimmten beteiligten Mitgliedern zuschreiben, sondern sind stets einem konstruktiven Prozess geschuldet (Leimeister 2014.). Bei Kollaborationen werden non-summative Prozesse gefördert. Diese Prozesse ergeben oftmals im Endergebnis ein Mehr an neuem generierten Wissen, als es durch reine Addition von Einzelleistungen in einem kooperativen Prozess der Fall wäre. Somit ist der Grad der individuellen Arbeit als ein

Gradmesser der Art der Zusammenarbeit zu sehen, denn hohe individuelle Arbeitsphasen der Kollaborationsteilnehmer eines Projekts deuten auf kooperatives Arbeiten hin, wohingegen geringe individuelle Arbeitsphasen auf ein kollaboratives Arbeiten hinweisen. Kooperation und Kollaboration unterscheiden sich also vor allem in der Intensität der Zusammenarbeit. Die Kooperation ist hierbei als der gesicherte und klar definierte Weg der Zusammenarbeit zu sehen, wohingegen die Kollaboration als ein ergebnisoffener Prozess kollektiver Wissenserlangung betrachtet werden kann, bei dem non-summative Teameffekte erzielt werden können (Bornemann 2011). Kollaboration ist demnach ein Prozess, der aus mehreren Teilprozessen besteht. Die Teilprozesse der Kollaboration sind Kommunikation, Koordination und Kooperation (Leimeister 2014.). In Kollaborationen nimmt die begründete Kommunikation einen zentralen Stellenwert ein, denn die beteiligten Mitglieder müssen miteinander kommunizieren und sich verständigen, um einen gemeinsamen Bedeutungsraum zu entwickeln. Dieser gemeinsame Bedeutungsraum dient dazu, für eine Problematisierung bei auftretenden Missverständnissen zu sorgen und diese somit abstellen zu können. Hierfür wird ein kommunikatives Umfeld benötigt, welches sich möglichst ohne hierarchische Zwänge darstellen sollte und allen beteiligten Mitgliedern Gleichberechtigung einräumt.

Bei Kollaborationen handelt es sich grundsätzlich um ein komplexes Konstrukt, bei dem zwei oder mehrere Subjekte oder Objekte miteinander arbeiten, um etwas zu erreichen was singulär nicht möglich wäre. Besonders erfolgreich sind Kollaborationen, wenn dort Mitglieder mit komplementären Kompetenzprofilen vereint werden, da dies eine gemeinsam geteilte Problembetrachtung aus verschiedenen Blickwinkeln gewährleistet (Stoller-Schai 2003). In diesem Zusammenhang muss man auch die unterschiedlichen Denk- und Lösungsmuster von Menschen im Blick haben. Der kollaborative Austausch von Mitgliedern stellt einen Wissens- und Meinungsaustausch und somit eine Form des lateralen Denkens dar, da die innere Persistenz der individuellen Denklogik durch die Auseinandersetzung mit anderen Denklogiken aufgebrochen wird und somit Platz für neue Kreativität geschaffen wird, was ein zentraler von kollaborativer Teamarbeit ist. Bereits bei der Vergabe von Teilaufgaben und bei der gemeinsamen Bestimmung von Schwerpunkten innerhalb einer Kollaboration müssen strukturelle Entscheidungen getroffen werden. Der Nutzen einer Kollaboration divergiert auch von Projekt zu Projekt, da der Nutzen auch von der Art der Problemstellung und der Mannigfaltigkeit der Mitarbeiter abhängt (Stadermann 2010). Hierbei sei darauf hingewiesen, dass sich vertikales Handeln in einem Team im Sinne der Kooperation besonders bei Aufgabenstellungen anbietet, welche mit bereits vorhandenem Wissen gelöst werden können. Es lässt sich dann durch eine passende kompetenzspezifische Aufgabenverteilung die gewünschten Lösungsstrukturen verwirklichen, da jeder beteiligte Mitarbeiter eine Teillösung anhand der ihm gestellten Aufgabe erbringt und somit durch additive Verbindung der Teillösungen eine Gesamtlösung ergibt. Betritt ein kollaboratives Projekt jedoch mit seiner Problemstellung (wissenschaftliches) Neuland und versucht, mögliche Lösungsräume zu



definieren, so muss dort lateral gearbeitet und das vorhandene Wissen kollaborativ verbunden werden. Non-summative Leistungen können somit durch einsetzende Synergieeffekte geschaffen werden, wenn der kollaborative Arbeitsprozess sich wie gewünscht entfaltet. Essentiell für die gewünschte Entfaltung von kollaborativen Arbeitsprozessen ist die Entwicklung eines effektiven Arbeits- und Wissenflusses beim kollektiven Lösen eines spezifischen Problems durch die Schaffung von Freiräumen und die Kommunikation von Übergängen von einer Projektphase zur anderen (Bornemann 2011).

#### **4.3 Collaboration Engineering und Kollaborationsplattformen**

Durch fortschreitende Globalisierung und sich weiterverbreitende Informations- und Kommunikationstechnik wird die interorganisationale Zusammenarbeit zunehmende begünstigt und vereinfacht. Es können daher viele Personen, Unternehmen und Organisationen an Projekten teilnehmen und Leistungen produzieren. Die neugewonnene Freiheit der Informationsbeschaffung und –Zugänglichkeit beinhaltet die Möglichkeit, Verbesserungen in vielen möglichen Bereichen der menschlichen Entwicklung zu schaffen (Benkler 2006). Camarinha-Matos u. a. (2005) beschreiben bspw. eine Form der virtuellen Organisation, als eine Zusammenstellung von (rechtlich) unabhängigen Organisationen, die Ressourcen und Fähigkeiten austauschen um ihr Ziel zu erreichen. Dabei ist die Zusammenkunft nicht auf profitorientierte Unternehmen beschränkt (Camarinha-Matos u. a. 2005). Sydow (1992) skizziert außerdem den Begriff der interorganisationalen Domäne, ein funktionales, soziales System, welches einen Platz im sozialen Raum einnimmt und sich dabei zwischen der Gesellschaft als Ganzem und einzelnen, spezifischen Organisationen befindet. Collaboration Engineering (CE) ist ein interdisziplinäres Forschungsgebiet, welches verschiedene Aspekte z. B. der Wirtschaftsinformatik, Soziologie und Wirtschaftswissenschaften vereint. Es sollen wiederholbare Kollaborationsprozesse gestaltet, modelliert und implementiert werden, die von Nutzern mit verschiedenen Techniken und Technologien ausgeführt werden können (Kolfshoten u. a. 2006). Kollaboration wird im CE auch als gruppenzielorientierte Zusammenarbeit definiert, die die Aspekte Kommunikation, Koordination und Kooperation umfasst. Kommunikation dient dabei dem Ziel der Übertragung von Informationen und bezeichnet das dafür notwendige, aufeinander bezogene Verhalten zweier oder mehrerer Personen. Koordination ist definiert als das Management von (häufig dezentralen) Aktivitäten, die zur Zielerreichung notwendig sind. Sie zielt auf das Erreichen von Individualzielen ab. Kooperation hingegen fokussiert sich auf das Gruppenziel mithilfe der gemeinsamen Manipulation von Ressourcen (Leimeister 2014b). CE wird definiert als ein Ansatz, der wiederholbare Kollaborationsprozesse für wiederkehrende Aufgaben von hohem Wert liefert, die von Anwendern (Practitioners) mithilfe von vereinfachenden Techniken und Technologien ausgeführt werden. Neben dem Practitioner beinhaltet das CE noch die Rollen des Facilitators,

der spezialisiert ist auf den zu erstellenden Kollaborationsprozess und diesen gestaltet und unterstützt und die Kommunikation und den Austausch der Gruppe erleichtert, sowie den Collaboration Engineer, der den Kollaborationsprozess beschreibt und dokumentiert, sodass er vom Anwender problemlos ausgeführt werden kann (Kolfschoten u. a. 2006). Die Arbeiten des Forschungsfelds Computer Supported Collaborative Work (CSCW) thematisieren eine Forschungsrichtung vergleichbar wie die des CE. In diesem Themengebiet liegt der Fokus allerdings eher auf der Rechnerunterstützung. Die Erkenntnisse aus dem Bereich CSCW sollen Techniken liefern, die kooperatives Arbeiten ermöglichen (Schmidt 2011). Die Verbindung zum CE besteht darin, dass die Gestaltungsaktivitäten des CSCW häufig zu sogenannter Groupware führen, bspw. Hardware, Software und Dienste zur Unterstützung von Gruppen (Gross, Koch 2007). Die im späteren Verlauf dieser Arbeit untersuchten Softwarelösungen lassen sich nach dieser Definition ebenfalls als Groupware bezeichnen.

Innerhalb von Kollaborations-Gemeinschaften findet eine große Fluktuation der Mitglieder und Projektbeteiligten statt. Es handelt sich in diesem Fall um Teams, die zwar kollaborativ an einer Sache arbeiten, aber sonst kaum miteinander kommunizieren und organisatorisch nur lose, volatil miteinander verbunden sind. Diese Form von Teamorganisation werden kollaborative Cluster genannt, die vor allem auf Kollaborationsplattformen Anwendung finden. Ein Beispiel für eine solche Kollaborationsplattform ist Wikipedia (Bornemann 2011). Kollaborative Cluster ermöglichen den Menschen, innerhalb von Gemeinschaften, ihre Meinungen und Erfahrungen miteinander auszutauschen und gegebenenfalls, sofern der Wunsch besteht, auch Kontakte zu knüpfen. Somit besteht zwar kommunikativer Wissensaustausch zwischen Beteiligten, ohne sich persönlich oder physisch zu kennen. Abgebildet wird somit auch der zunehmend soziale Charakter des Internets der sich auf Kollaborationsplattformen widerspiegelt, und demonstriert gleichzeitig den Drang des Menschen zur Bildung von Gemeinschaften. Ebenso zeigt sich, dass durch die vorherrschende Heterogenität auf Kollaborationsplattformen strategisch erfolgreichere Projekte realisieren lassen, als dies ohne Kollaborationsplattformen im Netz möglich wäre, da sich auf Kollaborationsplattformen durch die Vielzahl der Mitglieder mehr Wissen erzeugen lässt, als dies durch die Fähigkeiten eines Einzelnen alleine möglich wäre (Christakis und Fowler 2010,). Bei der Gestaltung einer Kollaborationsplattform müssen verschiedene Faktoren beachtet werden. Ein wichtiger Faktor ist, dass die Struktur des Netzwerks stets flexibel gehalten wird, damit regelmäßig neue Personen innerhalb der Kollaborationsplattform in die Gemeinschaft integriert werden können. Auf diese Weise kann die Plattform eine große Anziehungskraft auf die Mitglieder ausstrahlen, da die dort auftretenden Teilnehmer gemeinsame Absichten und Ziele verfolgen. Das Ziel von Kollaborationsplattformen bezüglich der Zusammenstellung der Mitglieder sollte sein, möglichst ein Gleichgewicht zwischen neuen kreativen Mitgliedern und bewährten, erfahrenen Mitgliedern zu erreichen, um Stabilität, Kreativität und Raum für Innovation zu gewährleisten (Christakis und Fowler 2010).

#### **4.4 Anforderungsanalyse zur Auswahl einer Kollaborations-Plattform**

Die Software-Auswahl zur Gestaltung einer Kollaborationsplattform für das Projekt SPEAK erfolgt anhand einer systematischen Anforderungsanalyse. Die Anforderungsanalyse ist in drei Teile aufgeteilt und wird in den folgenden Kapiteln beschrieben. Auf Basis einer Literaturrecherche werden sowohl Anforderungen an Standardisierungsprozesse als auch Anforderungen an Standards identifiziert. Darauf folgen softwareseitigen Anforderungen an kollaborative Prozesse sowie Anforderungen an die Entwicklung u. Spezifikation von Geschäftsprozessmodellierungssprachen.

##### **4.4.1 Anforderungen an Standardisierungsprozesse und Standards**

Um die Anforderungen an Standardisierungsprozesse zu analysieren wurde eine Stichwortsuche beim Dienst GoogleScholar mit folgenden Stichwörtern vorgenommen: „standardization process requirements“, „Anforderungen an Standards“ sowie „standardization requirements“. Darüber hinaus wurde beim Dienst SpringerLink eine Stichwortsuche mit den Stichwörtern „Anforderungen an Standardisierung“ durchgeführt. Auf diese Weise konnten 21 potentiell geeignete Artikel identifiziert werden.

Nach Detailprüfung konnten 5 Artikel aus der Gesamtmenge entfernt werden. Die verbliebenen 16 Artikel wurden einer Rückwärtssuche unterzogen. Durch die Untersuchung der angegebenen Referenzen konnten weitere zwölf Artikel als potentiell geeignet identifiziert werden. Im Inhaltsverzeichnis des Journal of the American Society for Information Science konnte ein weiterer Artikel gefunden werden. Außerdem wurden durch die Vorwärtssuche mit Hilfe des Web of Science sechs weitere potentiell relevante Artikel erfasst. Vier Artikel konnten nach genauerer Betrachtung ausgeschlossen werden.

Abschließend bleiben 31 Artikel in denen die Autoren Anforderungen an Standardisierungsprozesse, als auch an daraus entstehende Standards nennen bzw. aus denen sich diese Anforderungen ableiten lassen. Es wurden 13 Anforderungen an Standardisierungsprozesse sowie sechs Anforderungen an Standards identifiziert. Tabelle 2 zeigt, bei welchem Werk welche Anforderungen an Standardisierungsprozesse identifiziert konnten. Wird eine Anforderung von einem Autor genannt oder impliziert, so ist sie mit einem „X“ markiert. Die dort aufgelisteten Anforderungen werden im Folgenden genauer beschrieben und erklärt:

Endnutzer-Partizipation erfordert, dass der (direkte oder indirekte) Nutzer des Standards am Standardisierungsprozess teilnehmen können soll. Eine Abstimmung bezeichnet die

Möglichkeit, Stimmen für bestimmte Entwürfe abgeben zu können. Unter einem Komitee-basierten Konsens wird verstanden, dass der Standardisierungsprozesse von Gruppen bestimmt ist, die sich auf Standards einigen sollen. Eine vorhandene Infrastruktur soll gewährleisten, dass Informationen und Dokumente zwischen den verschiedenen Nutzern und Nutzergruppen übertragen werden können. Formelle Regeln legen ein genaues Ablaufschema fest, wann was an wen berichtet werden muss und welche Fristen eingehalten werden müssen. Unter der Lösung wiederkehrender Probleme wird verstanden, dass Standardisierungsprozesse nicht für einmalig auftretende Probleme initiiert werden. Interoperabilität besagt, dass ein universelles, plattformunabhängiges Dokumentenformat verwendet wird. Flexibilität gewährleistet die Wandelbarkeit von Organisations- oder Software-Strukturen während des Prozesses. Eine einheitliche Sprache beinhaltet eine bestimmte Terminologie für den jeweiligen Prozess. In die Kategorie „Sense-Making“ fällt im Rahmen dieser Analyse im weitesten Sinne das Bewusstmachen des Nutzens eines Standardisierungsvorhabens. Darunter fällt auch Offenheit für visionäre Ideen oder das Überwinden von Misstrauen. Verhandlung bedeutet, dass Mitglieder die Möglichkeit haben, über einzelne Punkte in erstellten Entwürfen zu verhandeln und ggf. eigene Varianten anzubieten. Keine Dominanz besagt, dass ein Standardisierungsprozess nicht von einer einzigen Interessensgruppe dominiert werden darf, um Verzerrungen zu vermeiden. Schließlich besagt die Anforderung der Publizität, dass die Standardisierungs-Aktivitäten in passenden Medien publik gemacht werden muss, um Mitwirkung möglich zu machen.

Um die Anforderungsanalyse transparenter zu gestalten, soll im Folgenden ein Beispiel gegeben werden, wie die Anforderungen identifiziert worden sind. So schreibt Lehr (1992, S. 550) bspw., dass die meisten SDOs sich auf freiwillige, offene Partizipation verlassen sowie eine Entscheidungsfindung im Komitee-basierten Konsens anstreben. Daraus ergeben sich die Anforderungen der Endnutzer-Partizipation und des Komitee-basierten Konsens.

Am häufigsten genannt wurden die Anforderungen Komitee-basierter Konsens, Endnutzer-Partizipation sowie Infrastruktur. Die kumulierte Summe der vergebenen Punkte beträgt 110.

**Tabelle 2:** Anforderungen an Standardisierungsprozesse

Autor(en), Jahr	Endnutzer-Partizipation	Komitee-basierter Konsens	Infrastruktur	Formale Regeln	Lösung wiederkehrender Probleme	Interoperabilität	Flexibilität	Einheitliche Terminologie	"Sense-Making"	Verhandlung	Keine Dominanz	Publizität
(Spring u. a. 1995)	X	X	X							X		
(Lehr 1992)	X		X	X	X							

(Tassey 2000)			X			X							
(Pankowska 2008)	X		X	X				X					
(Ortiz 2011)	X		X							X			
(Lonjon 2004)	X												
(Gerst u. a. 2005)	X			X		X	X						
(Pelkmans 1987)		X	X	X									
(Hanseth u. a. 2006)			X			X							
(Fomin und Keil 2000)	X		X	X							X		
(Farrell und Simcoe 2012)	X		X							X			
(Berlecon Research 2003)			X	X	X				X				
(Liu u. a. 2008)												X	
(Wendt 2011)	X		X	X						X			
(Zwick 2006)					X	X					X		
(Dassen 2016)	X		X		X								
(Greenstein 1992)	X		X	X		X							
(David und Greenstein 1990)	X		X		X					X	X		
(Fomin u. a. 2003)				X		X			X			X	X
(Graham u. a. 1995)			X	X	X					X			
(Hanseth und Braa 2001)			X			X	X	X			X	X	
(Hanseth u. a. 1996)	X	X	X						X				
(Shapiro u. a. 2001)			X	X		X					X		
(ANSI 2006)	X	X	X			X					X		X
(Simcoe 2012)	X		X	X	X								
(Molka 1992)				X				X					
(Umapathy u. a. 2012)	X		X	X		X					X	X	
(Choi u. a. 2009)								X	X			X	X
(Jiang u. a. 2014)						X							
(Zhao und Xia 2014)				X				X		X			
(Bar und Leiponen 2014))	X		X										
Summe	17	4	22	15	7	11	10	8	2	7	5	1	1

Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der identifizierten Anforderungen an Standards. Einigung auf Spezifikationen bezeichnet das Hauptmerkmal eines Standards, es sind sowohl die Bedürfnisse der Nutzer als auch Kosten und Beschränkungen einzubeziehen. Ein Standard soll außerdem Interoperabilität sichern, d. h. er soll das Zusammenarbeiten von verschiedenen Systemen oder Komponenten ermöglichen. Eine intuitive Notation bedeutet, dass der Standard leicht zu lesen und somit leicht zu verstehen ist. Die Terminologie-Anforderung beinhaltet das Vorhandensein eines Meta-Modells sowie einem Vokabular bzw. vorgegebener Syntax oder grafischer Elemente. Verschiedene Sichten bedeutet, dass der Standard bspw. auf Organisations- und /

oder Funktionssicht angewendet werden kann. Ein Austauschformat für Modelle und Diagramme soll gewährleisten, dass aus geschriebenem Code ein Diagramm erstellt werden kann und umgekehrt.

**Tabelle 3:** Anforderungen an Spezifikationen und Standards

Autor(en), Jahr	Einigung auf Spezifikationen	Interoperabilität sichern	Intuitive Notation	Terminologie	Verschiedene Sichten	Austauschformat für Modelle und Diagramme
(Spring et al. 1995)	X					
(Tassej 2000)	X					
(Pankowska 2008)		X				
(Ortiz 2011)		X				
(Lonjon 2004)			X	X	X	X
(Gerst et al. 2005)	X	X				
(Hanseth et al. 2006)	X					
(Farrell und Simcoe 2012)	X					
(Berlecon Research 2003)		X		X		X
(Wendt 2011)	X	X		X		
(Zwick 2006)				X		
(Dassen 2016)				X		
(David und Greenstein 1990)	X			X		
(Hanseth und Braa 2001)	X	X		X	X	X
(Hanseth et al. 1996)				X	X	
(Shapiro et al. 2001)	X	X				
(Simcoe 2012)	X					
(Molka 1992)		X		X		
(Jiang et al. 2014)	X			X		
(Zhao und Xia 2014)		X		X	X	X
Summe	11	9	1	11	4	4

Folgendes Beispiel soll die Identifikation der verschiedenen Anforderungen erläutern: Nach Pankowska (2008) können interorganisationale IKS nur dann funktionieren, wenn sie in der Lage sind, mit anderen Systemen und Personen zu kommunizieren. Diese Anforderung wird Interoperabilität genannt und sie kann nur erfüllt werden, wenn Standards angewendet werden (Pankowska 2008). Auf Basis dieser Aussage wurde die Anforderung „Interoperabilität sichern“ an Standards abgeleitet. Die letzten drei Anforderungen sind bereits spezifisch für die Standardisierung von Modellierungssprachen zu sehen. Die am häufigsten genannten Anforderungen sind die Einigung auf Spezifikationen, die Terminologie sowie Gewährleistung von Interoperabilität. Die kumulierte Summe der vergebenen Punkte beträgt 40.

#### **4.4.2 Anforderungen an die IT-Unterstützung kollaborative Prozesse**

Die Suche bei Google Scholar mit den Stichwörtern „requirements collaborative work“ und „Anforderungen kollaboratives Arbeiten“ lieferte eine Auswahl von 19 potentiell für die Anforderungsanalyse geeigneten Beiträgen.

Da hier die softwareseitigen Anforderungen an kollaborative Prozesse untersucht werden sollen, wurden, aufgrund der Aktualität und stetigen Progression der Technik, alle Artikel, die vor dem Jahr 2000 erschienen sind, ausgeschlossen. Eine Rückwärtssuche auf Grundlage der verbliebenen neun Artikel lieferte weitere neun potentiell geeignete Aufsätze, die Vorwärtssuche deren fünf. Artikel, die vor dem Jahr 2000 erschienen sind wurden aufgrund des vorgenannten Ausschlussgrundes, nicht als potentiell relevant eingestuft. Von den identifizierten 14 Werken konnten nach genauerer Sichtung wiederum fünf aufgrund von zu großem Fokus auf andere Bereiche oder fehlendem Bezug zum untersuchten Thema aus der Betrachtung ausgeschlossen werden.

Für die Abschlussbetrachtung bleiben 18 Aufsätze, in denen softwareseitige Anforderungen an kollaborative Prozesse erarbeitet bzw. genannt wurden. Insgesamt wurden 16 Anforderungen identifiziert. Tabelle 4 gibt einen Überblick darüber, welche Anforderungen in welchen Aufsätzen identifiziert werden konnten. Im Folgenden werden die dort aufgelisteten Anforderungen näher beschrieben.

Interoperabilität bedeutet, dass das System mit anderen (gängigen) Softwarelösungen zusammenarbeiten und deren Dokumenttypen unterstützen muss. Die Anforderung Datensicherheit / Rollenverteilung fordert, dass Daten nur von berechtigten Personen eingesehen werden kann. Diese Berechtigungen (z. B. Lese- und Schreibzugriff) müssen vergeben werden können. Autonomie des Teilnehmers bedeutet, dass der Nutzer der Software unabhängig von Ort- und Zeit arbeiten kann, abgesehen von im Projekt gesetzten Fristen. Die Infrastruktur wird zum Austausch von Informationen Dokumenten benötigt. Unter Einsicht in den Arbeitsfortschritt ist zu verstehen, dass dokumentiert werden kann, wie weit fortgeschritten die aktuelle Aufgabe bereits ist. Dies kann durch Logfiles oder Protokolle geschehen, aber auch durch manuelle, regelmäßige Updates, die z. B. von Projektleitern erstellt werden. Die Sichtbarkeit der Kommunikation besagt, dass es möglich sein muss, zu sehen, wer wann und mit wem kommuniziert. Auch für diesen Zweck können vom System angelegt Logfiles dienen. Flexibilität bezieht sich in diesem Fall darauf, dass das System auf verschiedene Umwelteinflüsse reagieren können muss. Eine sprunghaft steigende Zahl von Nutzern muss z. B. genauso handhabbar sein, wie ein plötzlicher Anstieg des Arbeitspensums. Einige Autoren nennen standardisierte Objekte als Anforderung. Das bedeutet, dass z. B. HTML-Seiten einen bestimmten Aufbau haben sollen oder dass andere Objekte innerhalb des Systems standardisiert

und indiziert sind. Wartung und Support bezeichnet das stetige Updaten und kontrollieren des Systems sowie eine Schnittstelle, an die sich der Nutzer bei Problemen wenden kann. Eine intuitive Nutzbarkeit soll gewährleisten, dass der Nutzer ohne unverhältnismäßig hohe Einarbeitungszeit mit dem System umgehen kann. Die Unterstützung verschiedener Medien ist eine weitere Form der Interoperabilität, es sollen z. B. Bilder und Videos mit der Lösung kompatibel sein. Auch die Ausgabe von Standard-Reports gewährleistet eine Form der Interoperabilität, die Ausgaben des Tools sollen von weiteren Anwendungen verwendet oder von verschiedenen Personen ohne großen Aufwand analysiert werden können. Synergieeffekte bezeichnen im Wesentlichen die Vorteile durch das Verknüpfen von Dokumenten durch Hyperlinks. So kann in einem Beitrag eines Wikis auf einen weiteren Beitrag verlinkt werden. Mit der Differenzierbarkeit individueller Beiträge ist gemeint, dass klar erkennbar sein muss, wer welchen Beitrag zum Projekt geleistet hat, auch wenn es sich um ein Gruppenprojekt handelt. Prozesskontrolle ist eine ähnliche Anforderung wie die Einsicht in den Arbeitsfortschritt, nur es wird hier vorausgesetzt, dass sich eine dafür bestimmte Person mit der Kontrolle des Fortschrittes beschäftigt. Darüber hinaus bedeuten niedrige Ein- und Ausstiegsbarrieren, dass Nutzer die Arbeit mit dem System sowohl einfach aufnehmen als auch einfach wieder beenden können.

Perrin und Godart (2003) untersuchen in ihrem Beitrag über kollaboratives Arbeiten in virtuellen Unternehmen. Sie weisen darauf hin, dass neue Technologien problemlos mit anderen intra- und inter-organisationalen Geschäftsprozessen arbeiten sowie die Datensicherheit und die Autonomie der Teilnehmer gewährleisten müssen (Perrin und Godart 2003). Daraus lassen sich die folgenden drei Anforderungen ableiten: Interoperabilität, Datensicherheit und Autonomie der Teilnehmer.

**Tabelle 4:** Anforderungen an die IT-Unterstützung kollaborativer Prozesse



Autor(en), Jahr	Interoperabilität	Datensicherheit / Rollenverteilung	Autonomie der Teilnehmer (Ort / Zeit)	Infrastruktur	Einsicht in Arbeitsfortschritte	Sichtbarkeit der Kommunikation	Flexibilität	Standardisierte Objekte	Wartung / Support	Intuitive Nutzbarkeit	Unterstützung verschiedener Medien	Ausgabe von Standard-Reports	Synergieeffekte	Differenzierbarkeit individueller Beiträge	Prozesskontrolle	Niedrige Ein- und Ausstiegsbarrieren
(Perrin und Godart 2004)	X	X	X	X	X											
(Ackerman 2000)		X				X	X									
(Lee 2007)			X	X		X	X	X	X							
(Boehm u. a. 2001)	X		X	X			X		X	X						
(Bendix, und Emanuelsson 2009)			X	X			X		X	X						
(Lang, und Duggan 2001)	X		X	X	X			X		X	X	X				
(Hildenbrand u. a. 2006)	X		X	X			X		X	X						
(Bopp u. a. 2005)	X	X		X	X	X				X	X		X	X		
(Stüber 2011)		X	X	X	X	X							X			
(Grefen u. a. 2000)	X		X	X	X	X							X			
(Perrin und Godart 2003)	X		X		X	X							X			
(Larsson 2003)		X	X	X			X									
(Augustin u. a. 2002)	X		X	X	X	X	X	X								
(Ballarini u. a. 2003)			X	X	X	X		X	X						X	
(Layzell u. a. 2000)	X		X	X	X	X		X								
(Yang u. a. 2013)	X	X		X	X	X										
(Karunakaran u. a. 2013)	X			X	X	X										
(Forte und Lampe 2013)	X	X	X	X		X		X	X					X		X
Summe	12	7	14	16	11	12	7	6	6	6	2	1	4	2	1	1

#### 4.4.3 Anforderungen an Prozessmodellierungssprachen

Für die Analyse der Anforderungen an die Prozessmodellierung wurde eine Google-Scholar-Stichwortsuche mit den Keywords „Anforderungen an Prozessmodellierung“ und „requirements business process modelling“ vorgenommen. Dieses Vorgehen lieferte eine Auswahl von 16 potentiell für die Analyse geeigneten Artikeln. Vier Artikel wurden nach genauerer Sichtung aus der Betrachtung ausgeschlossen. Die Rückwärtssuche in den Literaturverzeichnissen der bisher identifizierten Artikel lieferte weitere neun potentiell geeignete Artikel, die Vorwärtssuche mithilfe des Web of Science deren vier. Von diesen 13 zusätzlich identifizierten Werken wurden zwei Beiträge) aufgrund einer zu großen Spezialisierung auf andere Teilbereiche aus der Betrachtung ausgenommen.

Insgesamt wurden für diesen Teil der Anforderungsanalyse 23 Artikel herangezogen. Die identifizierten Anforderungen werden im Folgenden beschrieben und deren Verteilung in der Tabelle 5 dargestellt. Die hier identifizierten Anforderungen beziehen sich nicht ausschließlich auf die Prozessmodellierung und Prozessmodellierungssprachen, sondern auch auf das

Management von Geschäftsprozessen. Sie werden wie zuvor im Folgenden näher beschrieben und mit zum Teil Verweisen auf die entsprechende Quellliteratur versehen.

Korrektheit beschreibt neben dem grundsätzlichen Vorhandensein eines Geschäftsprozessmodells auch dessen korrekte Erfassung und Modellierung. Diese Anforderung ist vereinbar mit dem Grundsatz der Richtigkeit der Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung (GoM) (Becker u. a. 2012). Ein dokumentierter Ist-Zustand wird durch Workshops, Dokumentenanalyse oder strukturierte Interviews erhoben. Eine Rolle spielt hier auch die Transformation von implizitem zu explizitem Wissen (Nonaka 1994). Die strategische Verbesserung besteht in der Regel aus inkrementellen Verbesserungen. Es wird ein Soll-Prozessmodell durch schrittweise Analyse und Verbesserung des Ist-Zustandes entwickelt. Wichtig ist in diesem Zusammenhang ebenfalls, dass das Prozessmanagement den strategischen Zielen des Unternehmens angepasst ist. Involvement besagt, dass am Prozess beteiligte Personen über den Arbeitsfortschritt informiert werden müssen. Prozesse müssen darüber hinaus koordiniert werden. Es werden verantwortliche Personen sowie Trainings und Schulungen benötigt. Ein Common-Mind-Set entsteht z. B. durch die Nutzung von integrierten Modellierungstechniken bzw. der Nutzung von einheitlichen grafischen Elementen und natürlich-sprachlichen Bezeichnungen. Wirtschaftlichkeit bedeutet, dass zum einen die Modellierungsaktivitäten ein angemessenes Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen, zum anderen, dass die Modellierung auch Einsparungen erbringen kann. Dies lässt sich auch mit dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit der GoM beschreiben (Becker u. a. 2012). Das Prozessmodell an sich kann in verschiedene Sichten wie die Funktions-, Daten- und Organisationssicht unterteilt werden. Die jeweiligen Anforderungen in der Tabelle beziehen sich auf das Vorhandensein der entsprechenden Ansicht. Eine Steuerungssicht fungiert als Bindeglied zwischen den einzelnen Sichten und gibt einen Überblick über das Prozessmodell. Komplexitätsreduktion ist eines der Ziele der Prozessmodellierung, es soll also eine verständliche Darstellung der Unternehmensprozesse geschaffen werden. Diese Anforderung deckt sich mit dem Grundsatz der Klarheit der GoM (Becker u. a. 2012). Die Zugänglichkeit des Modells wird in dieser Anforderungsanalyse auch als Vergleichbarkeit bezeichnet. Ein entsprechender Grundsatz findet sich auch bei Becker u. a. (2012). Ein systematischer Aufbau bedeutet, dass es Schnittstellen für verschiedene, andere Systeme gibt. Diese Anforderung steht in Zusammenhang mit der bereits mehrfach genannten Interoperabilität von Systemen. Auch die GoM enthalten den Grundsatz des systematischen Aufbaus Becker u. a. (2012). Ausführbarkeit bedeutet, dass modellierte Prozesse z. B. mit Workflow-Management-Systemen ausführbar sind oder die Transformation zur Ausführbarkeit zumindest problemlos umgesetzt werden kann. Standardisierung bezieht sich hier auf ein vorhandenes Meta-Modell bzw. die Nutzung einer einheitlichen Sprache bei der Modellierung. Flexibilität bedeutet, dass ein Prozessmodell auf Eingriffe von Kunden oder Modellierern reagieren kann bzw. dass das Modell angepasst werden kann. Außerdem muss das Modell relevante Sachverhalte erfassen

und Irrelevantes ausschließen (Grundsatz der Relevanz) Becker u. a. (2012). Die am häufigsten identifizierten und damit wichtigsten Anforderungen sind die Korrektheit, das Vorhandensein einer Funktionssicht sowie ein Common-Mind-Set der beteiligten Personen. Die kumulierte Summe der vergebenen Punkte beträgt 205.

**Tabelle 5:** Anforderungen an Prozessmodellierungssprachen

Autor(en), Jahr	Korrektheit	Ist-Zustand	Verbesserung	Involvement	Common Mind-Set	Wirtschaftlichkeit	Funktionssicht	Datensicht	Organisationssicht	Steuerungssicht	Komplexitätsreduktion	Vergleichbarkeit	Systematischer Aufbau	Ausführbarkeit	Standardisierung	Flexibilität	Relevanz
(Deiters 1997)	X	X	X	X			X	X	X		X	X	X	X	X		
(Scheer u. a. 2000)	X	X			X		X	X	X	X			X			X	
(Rosemann u. a. 2005)	X					X					X	X	X				X
(Reichert 2000)	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		
(Kaczmarek 2002)	X				X	X					X	X	X			X	X
(Erol 2012)	X	X	X		X						X				X		
(Hallerbach u. a. 2008)	X	X	X		X	X	X				X			X		X	
(Wetzstein u. a. 2007)	X	X	X		X									X			
(Hepp u. a. 2005)							X	X					X	X	X		X
(Pourshahid u. a. 2009)	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X			
(Trkman 2010)	X	X	X	X			X						X	X	X	X	
(Becker u. a. 2012)	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
(Gruhn 1996)	X	X			X		X	X	X			X	X			X	X
(Adamides und Karacapilidis 2006)	X	X		X	X		X	X	X				X			X	
(Bandara u. a. 2007)	X			X	X		X		X	X	X	X	X	X	X		
(Dean u. a. 1994)	X	X	X	X	X	X	X				X			X			X
(Indulska u. a. 2009)	X		X	X	X		X	X	X					X	X		X
(Lee und Dale 1998)	X	X	X		X		X				X						X
(Pritchards und , Armistead 1999)	X		X	X	X		X		X	X	X					X	X
(Leymann und Altenhuber 1994)	X	X		X	X		X	X	X				X	X	X	X	
(Buh u. a. 2015)	X		X	X		X	X						X	X			
(Wong u. a. 2014)	X		X								X	X	X				X
(Vuksic u. a. 2013)	X		X	X		X	X		X			X					
Summe	22	13	14	12	16	8	18	10	12	5	13	9	15	12	8	8	10

#### 4.4.4 Nutzwertanalyse zur Auswahl einer Kollaborationsplattform für das Projekt SPEAK

Im Folgenden wird das Zielprogramm für die Nutzwertanalyse aufgestellt (Tabelle 6). Da die in der Anforderungsanalyse ermittelten Summen, die in diesem Fall für die Gewichte  $G_k(s,j)$  herangezogen werden, kumuliert nicht immer 100 ergeben, müssen diese umgerechnet und gerundet werden. Das Gewicht für die Endnutzer-Partizipation,  $G_k(3,1)$  berechnet sich beispielsweise wie folgt: Die ursprüngliche Summe dieser Anforderung beträgt 17. Sie wird

durch die Gesamtzahl der vergebenen Punkte von 110 geteilt und mit 100 multipliziert. Die Nennungshäufigkeit wird also grundsätzlich prozentual berechnet und der daraus entstehende Wert auf ganze Zahlen gerundet. Das Verfahren wird analog für alle anderen Werte angewendet. Ergeben die gerundeten, kumulierten Werte nicht 100 werden die übrigen Punkte intuitiv verteilt.

Auf der zweiten Stufe wird das Hauptaugenmerk auf die Softwareanforderungen an kollaborative Prozesse gelegt. Daher wird Gk (2,1) mit 50 gewichtet, was der Hälfte der zu vergebenen Punkte entspricht. Die Anforderungen an Standardisierungsprozesse und an die Prozessmodellierung werden jeweils gleichwertig mit 20 gewichtet. Da anzunehmen ist, dass sich mit jeder der zu evaluierenden Lösungen grundsätzlich ein Standard erstellen lässt, werden die Anforderungen an Standards mit dem geringsten Wert (10) gewichtet.

**Tabelle 6:** Nutzwertanalyse zur Softwareauswahl

Stufe s	Nr. j	Elemente des Zielprogramms	Gewichte	
			Gk(s,j)	Summe
1	1	Erfüllung aller identifizierten Anforderungen	100	100
2	1	Erfüllung der Anforderungen an Standardisierungsprozesse	20	100
	2	Erfüllung der Anforderungen an Standards	10	
	3	Erfüllung der Softwareanforderungen an kollaborative Prozesse	50	
	4	Erfüllung der Anforderungen an Prozessmodellierungssprachen	20	
3	1	Endnutzer-Partizipation	15	100
	2	Abstimmung	4	
	3	Komitee-basierter Konsens	20	
	4	Infrastruktur	14	
	5	Formale Regeln	6	
	6	Lösung wiederkehrender Probleme	10	
	7	Interoperabilität	9	
	8	Flexibilität	7	
	9	Einheitliche Sprache	2	
	10	"Sense-Making"	6	
	11	Verhandlung	5	
	12	Keine Dominanz	1	
	13	Publizität	1	
	14	Einigung auf Spezifikationen	29	100
	15	Interoperabilität sichern	23	
	16	Intuitive Notation	3	
	17	Terminologie	23	
	18	Verschiedene Sichten	11	
	19	Austauschformat für Modelle und Diagramme	11	
	20	Interoperabilität	11	
	21	Datensicherheit / Rollenverteilung	6	
	22	Autonomie der Teilnehmer (Ort / Zeit)	13	
	23	Infrastruktur	15	
	24	Einsicht in Arbeitsfortschritt	10	
	25	Sichtbarkeit der Kommunikation	11	
	26	Flexibilität	6	
	27	Standardisierte Objekte	6	
	28	Wartung / Support	6	
	29	Intuitive Nutzbarkeit	6	
	30	Unterstützung verschiedener Medien	2	
	31	Ausgabe von Standard-Reports	1	

32	Synergieeffekte	3	
33	Differenzierbarkeit individueller Beiträge	2	
34	Prozesskontrolle	1	
35	Niedrige Ein- und Ausstiegsbarrieren	1	100
36	Korrektheit	11	
37	Dokumentierter Ist-Zustand	6	
38	Strategische Verbesserung	7	
39	Involvement	6	
40	Common Mind-Set	8	
41	Wirtschaftlichkeit	4	
42	Funktionssicht	9	
43	Datensicht	5	
44	Organisationssicht	6	
45	Steuerungssicht	2	
46	Komplexitätsreduktion	6	
47	Vergleichbarkeit	4	
48	Systematischer Aufbau	7	
49	Ausführbarkeit	6	
50	Standardisierung	4	
51	Flexibilität	4	
52	Relevanz	5	
			100

#### 4.4.5 Ergebnisse und Softwareauswahl

Die Auswahl relevanter Softwarelösungen, die im Folgenden durch eine Nutzwertanalyse im Hinblick auf ihrer Eignung für das Projekt SPEAK evaluiert werden, ist grundsätzlich auf Basis von zwei Schritten durchgeführt worden: Zum einen wurden Softwarelösungen, die innerhalb der Anforderungsanalyse von Autoren im Kontext kollaborativer Prozesse genannt wurde, in Betracht gezogen. Somit konnte einerseits Microsoft Sharepoint (Hildenbrand u. a. 2006), als auch Tixxt.com (Leimeister 2014) als potenzielle Softwarelösungen identifiziert werden. Zum anderen wurde SourceForge als populäre Vertriebsplattform für Open Source-Software mit Hilfe des Suchbegriffs „collaboration wiki“ nach potenziellen Lösungen zur Gestaltung von Kollaborationsplattformen durchsucht. Nach Einschränkung der Ergebnisse auf Open Source-Lösungen, die regelmäßige Aktualisierungen erfahren sowie auf Ergebnisse, die eine grundsätzliche Eignung vermuten lassen, wurde die Liste potenzieller Softwarelösungen um das Semantic Media Wiki (SMW), TWiki, EGroupware und Foswiki ergänzt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Nutzwertanalyse (Tabelle 7-9) dargestellt. Um das Bewertungsschema einfach zu halten werden folgende Werte für die Kriterien vergeben: „0“ für nicht vorhanden bzw. nicht sinnvoll bewertbar, „1“ für teilweise vorhanden und „2“ für vollständig vorhanden. Im Falle des Kriteriums der Wirtschaftlichkeit muss die Bewertung angepasst werden. Da alle betrachteten Open-Source-Softwarelösungen grundsätzlich kostenlos zugänglich sind, werden Open-Source-Produkte mit „2“ bewertet. Auch die Anforderungen an Standardisierungsprozesse, Standards und Prozessmodellierung werden zum Teil modifiziert evaluiert im Vergleich zu den Anforderungen an kollaborative Softwarelösungen. Bei den drei genannten Bereichen ergibt sich die folgende Fragestellung:

„Ist eine Domäne/Community/Gruppe von Fachexperten in der Lage, mit Hilfe des Tools, einen Standard nach den identifizierten Anforderungen zu erstellen bzw. ist ein solcher Standardisierungs- oder Modellierungsprozess damit möglich?“. Aufgrund der umfangreichen Dokumentationen der einzelnen Tools sowie der zahlreichen Möglichkeiten der Erweiterungen durch Add-Ons und Plugins, insbesondere bei den Open-Source-Lösungen, sind die oben errechneten Nutzwerte nicht als absolute Bewertung zu sehen. Vielmehr sind sie als Indikator des Nutzens anzusehen, der aber durch Erweiterungen anderer Tools grundsätzlich übertroffen werden kann. Aus der Analyse ist zu erkennen, dass die betrachteten Lösungen sich im Bereich Standardisierungsprozess und Standard kaum sowie im Bereich Prozessmodellierung nicht unterscheiden.

**Tabelle 7:** Ergebnisse der Nutzwertanalyse: Standardisierungsprozesse und Standards

Bereiche, s=2		Standardisierungsprozess													Standard						
Kriterien j, s=3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Σ	14	15	16	17	18	19	Σ
Gewichte G <sub>k(s,j)</sub> [%]	15	4	20	14	6	10	9	7	2	6	5	1	1	20	11	6	7	6	8	4	10
SMW	2	1	2	2	1	2	2	2	2	0	0	0	1	1,65	1	1	2	1	0	2	0,45
Microsoft	2	1	2	2	1	2	1	1	2	0	0	0	1	1,49	1	1	2	2	0	1	0,47
SharePoint																					
Twiki	2	0	2	2	1	2	2	1	2	0	0	0	1	1,54	1	1	2	2	0	0	0,43
E-groupware	2	0	2	1	0	2	2	2	2	0	0	0	0	1,40	1	1	1	1	0	1	0,34
Foswiki	2	0	2	2	1	2	2	2	2	0	0	0	1	1,61	1	1	2	2	0	0	0,43
Tixxt.com	2	0	2	2	1	2	0	1	2	0	0	0	2	1,37	1	1	1	2	0	0	0,36

**Tabelle 8:** Ergebnisse der Nutzwertanalyse: IT-Unterstützung kollaborativer Prozesse

Bereiche, s=2		Softwareanforderungen an kollaborative Prozesse															
Kriterien j, s=3	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	Σ
Gewichte Gk(s,j)	11	6	13	15	10	11	6	6	6	6	2	1	3	2	1	1	50
[%]																	
SMW	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1,87
Microsoft	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	0	2	2	2	1	1,89
SharePoint																	
Twiki	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	2	2	2	2	1,76
Egroupware	2	2	2	2	2	0	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1,65
Foswiki	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	0	2	2	2	2	1,86
Tixxt.com	1	2	2	2	2	2	2	0	2	1	1	0	1	2	2	1	1,63

**Tabelle 9:** Ergebnisse der Nutzwertanalyse: Prozessmodellierungssprachen

Bereiche, s=2		Prozessmodellierungssprachen															
Kriterien j, s=3	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Gewichte G <sub>k(s,j)</sub> [%]	11	6	7	6	8	4	9	5	6	2	6	4	7	6	4	4	5
SMW	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	1	1	2	0	2	0	2
Microsoft	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	1	1	2	0	2	0	2
SharePoint																	
Twiki	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	1	1	2	0	2	0	2
Egroupware	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	1	1	2	1	2	1	2
Foswiki	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	1	1	2	1	2	1	2
Tixxt.com	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	1	1	2	1	2	1	2

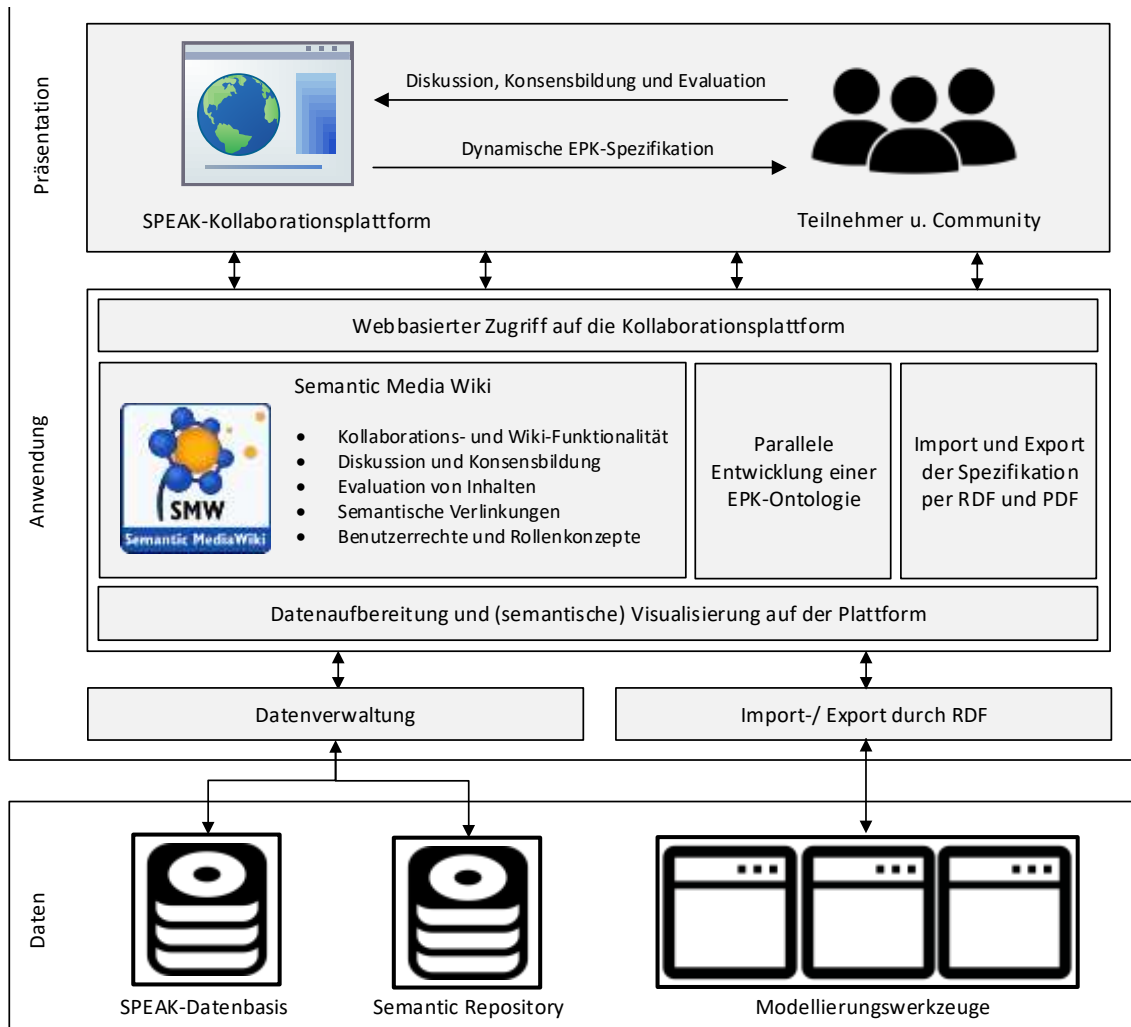
Es ist anzunehmen, dass mit allen vorgestellten Lösungen grundsätzlich ein Standardisierungsprozess einer Prozessmodellierungssprache durchgeführt werden kann, die Unterschiede allerdings in der Umsetzung der kollaborativen Zusammenarbeit liegen. Das SMW<sup>4</sup> profitiert in diesem Fall von der Interoperabilität und Flexibilität des Systems. Als Open-Source-Produkt sind die Ein- und Ausstiegsbarrieren wirtschaftlich gesehen sehr gering.). Beiträge können also grundsätzlich natürlich-sprachlich verfasst und in dem eigens dafür entworfenen Interface formatiert werden. Es können also auch Nutzer ohne Programmierkenntnisse die Wiki-Seiten bearbeiten. Darüber hinaus ist es frei und kostenlos zugänglich, was die prototypische Umsetzung und Evaluation der Plattform erleichtert. Großer Vorteil der SMW-Lösung ist die Verknüpfung von Wiki-Funktionalität mit Ontologie-Eigenschaften, so beispielsweise die semantische Verknüpfung von einzelnen Wiki-Seiten und die automatische Entwicklung einer EPK-Ontologie im Hintergrund, die gleichzeitig einen maschinenlesbaren Export der im Wiki spezifizierten Inhalte ermöglicht. Auf Basis der dargelegten Eigenschaften sowie der Ergebnisse der Nutzwertanalyse wird im Folgenden ein SMW als Kern der SPEAK-Kollaborationsplattform implementiert.

#### **4.5 Die SPEAK-Architektur**

Eine erfolgreiche Standardisierung erfordert die Zustimmung und den Konsens einer bestimmten Gemeinschaft über Eigenschaften, Merkmale und Details des zu standardisierenden Gegenstandes. Um das Standardisierungs- und Spezifikationsverfahren im Rahmen des Projekts SPEAK zu unterstützen, wurde mithilfe des SMW eine webbasierte Plattform gestaltet, um EPK kollaborativ zu spezifizieren. Die Plattform und alle ausgearbeiteten Inhalte bleiben dabei öffentlich zugänglich und gewährleisten einen breiten Konsens der Teilnehmer aus verschiedenen Bereichen über alle Aspekte und Bausteine der EPK. Neben dem Grundstein für eine erfolgreiche Standardisierung wird mit Hilfe der bereitgestellten Plattform gleichzeitig ein innovatives Standardisierungsverfahren mit speziellem Fokus auf Geschäftsprozessmodellierungssprachen im Allgemeinen erarbeitet und evaluiert.

---

<sup>4</sup>[https://www.semantic-mediawiki.org/wiki/Semantic\\_MediaWiki/de](https://www.semantic-mediawiki.org/wiki/Semantic_MediaWiki/de)



**Abb. 3:** Die Architektur der SPEAK-Kollaborationsplattform

Abb. 3 visualisiert die Architektur der SPEAK-Kollaborationsplattform, die in drei grundsätzliche Architekturschichten unterteilt ist. Auf der untersten Datenschicht sind die Datenverwaltung und externe Anwendungssysteme verortet. Im Kontext der SPEAK-Kollaborationsplattform sind in diesem Zusammenhang insbesondere die Verwaltung der Daten des Wikis zu nennen, die sowohl inhaltliche Informationen, wie zum Beispiel Texte, Grafiken als auch Nutzungs-bezogene Informationen wie Anmeldedaten umfassen. Die semantischen Aspekte des SMW-Kerns der Plattform werden in einem separaten Semantic Repository abgelegt. Hier werden u.a. die Triplet-Beziehungen  $\langle \text{Ontologiekategorie} \rangle + \langle \text{semantische Annotation} \rangle + \langle \text{Ontologiekategorie} \rangle$  verwaltet. Modellierungswerkzeuge sind als Teil der Datenschicht aufgeführt, da durch derartige Systeme sowohl für Import als auch Export sprachrelevanter Strukturen im RDF-Format in Frage kommen. Auf der Anwendungsschicht findet sich die Systemlogik der SPEAK-Plattform. Zentraler Kern der Plattform ist das SMW, durch das sowohl Wiki-Funktionalitäten als auch Ontologie-Eigenschaften zum Zweck der Standardisierung genutzt werden können. Die Anwendungslogik des SMW ist angereichert

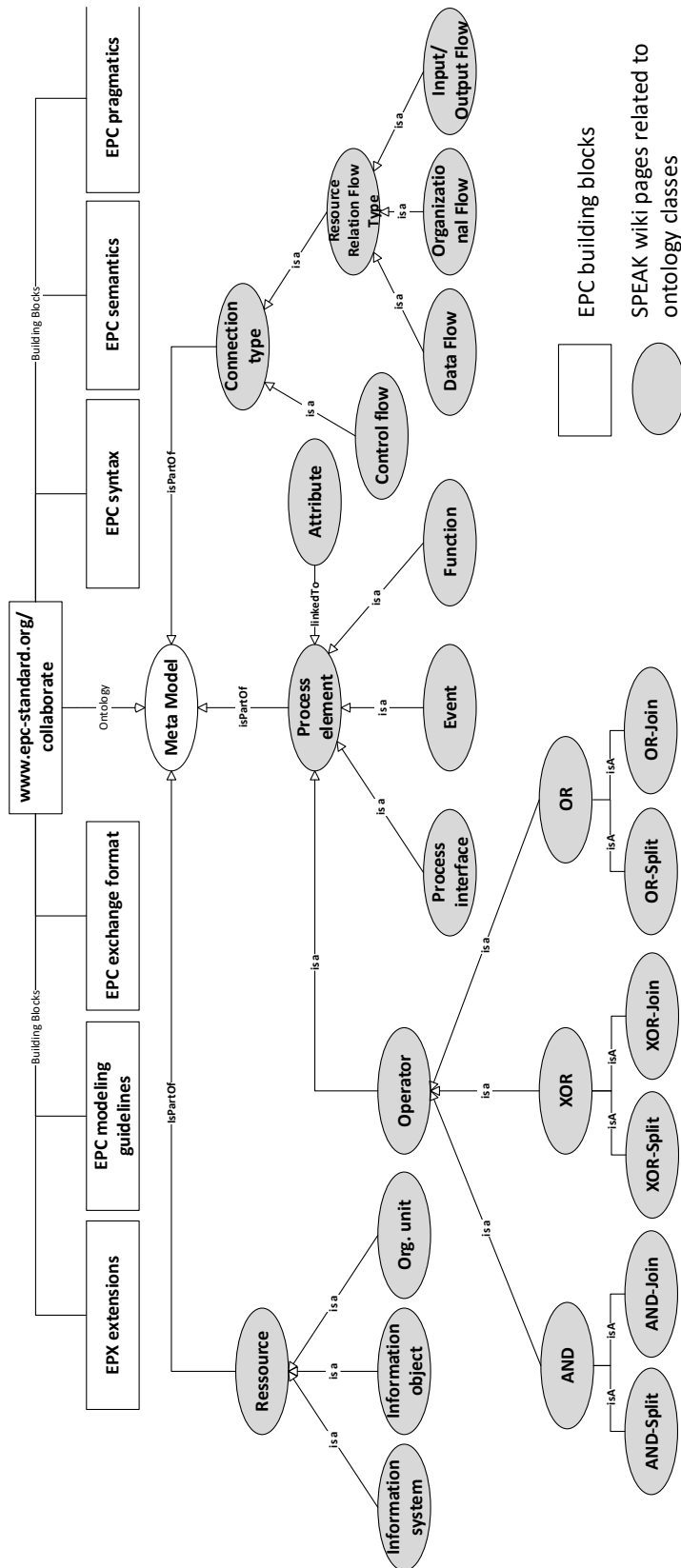


durch selbstentwickelte Software-Plug-Ins, die u.a. ermöglichen, dass eine Abstimmung von Seiteninhalten durch ein Bewertungssystem durchgeführt werden kann. Gleichzeitig wurde eine Exportfunktion entwickelt, sodass die in der Plattform spezifizierten Inhalte per Knopfdruck sowohl maschinenlesbar im RDF-Format als auch im PDF-Format exportiert werden können. Der Zugriff auf die Kollaborationsplattform erfolgt webbasiert und ermöglicht damit eine plattformunabhängige Teilnahme am SPEAK-Spezifikationsverfahren.

Die Präsentationsschicht wird dementsprechend primär durch die Weboberfläche der Kollaborationsplattform repräsentiert. Auf dieser obersten Ebene sind zusätzlich die Spezifikationsaktivitäten der Teilnehmer verortet. Innerhalb der offenen Plattform können angemeldete Nutzer durch das Erstellen oder Editieren von Wiki-Seiten aktiv inhaltlich an der Spezifikation teilnehmen. Durch Diskussion, Feedback und Evaluationsfunktionen kann somit ein Konsens gebildet werden, der das inhaltliche Verständnis zgl. essentieller Sprachkomponenten der EPK-Community widerspiegelt.

#### **4.6 Organisation und Struktur der SPEAK-Kollaborationsplattform**

Die Plattformstruktur repräsentiert die Komponenten, die bei der Spezifikation einer gegebenen Modellierungssprache berücksichtigt werden müssen. Die Plattformstruktur ist in Abb. 4 dargestellt. Von der Projektwebseite, die grundsätzliche Informationen über das Projekt SPEAK und beteiligte Personen vorstellt, gelangen interessierte Besucher per Link in die eigentliche Kollaborationsplattform, die an ein klassisches Wiki-Layout angelehnt worden ist. Der Nutzer befindet sich nun auf der Hauptseite der Kollaborationsplattform. Die Hauptseite dient als kurze Zusammenfassung des aktuellen Stands der EPK-Spezifikation und fasst somit den Inhalt aller Unterseiten zusammen. Insgesamt gibt es sieben Hauptkomponenten, so genannte Bausteine, die im Rahmen EPK-Sprachspezifikationsentwicklung inhaltlich abgedeckt werden und per Link von der Hauptseite aus erreichbar sind. Diese zentralen Bausteine der SPEAK-Plattform sind im Folgenden gekennzeichnet. Jeder Baustein entspricht dabei einer eigenen Seitendarstellung innerhalb der SPEAK-Kollaborationsplattform, auf der die zugehörigen Inhalte des jeweiligen Bausteins erstellt, diskutiert und schlussendlich evaluiert werden können:



**Abb. 4:** Struktur der SPEAK-Kollaborationsplattform

**1. Syntax:** Eine Syntax definiert Sprachregeln, die die Konstruktion von korrekten EPK-Modellen sicherstellen. Diese Plattform ermöglicht sowohl eine formale Syntax der EPK als

auch eine Ontologie-basierte Syntax-Spezifikation durch die semantische Verlinkung von Seiten.

**2. Semantik:** Semantik bezieht sich auf Verhaltensaspekte der EPK sowie einzelnen EPK-Elementen. Auf der Plattform werden sowohl die formale als auch die semantischen Beziehungen zwischen EPK-Modellierungselementen durch eine Ontologie spezifiziert.

**3. Pragmatik:** Die pragmatische Qualität gibt an, in welchem Maße ein Benutzer ein bestimmtes Modell verstehen kann. Dazu gehören beispielsweise Richtlinien, wie EPK-Modelle mit hoher pragmatischer Qualität oder Namenskonventionen von EPK-Modellelementen erstellt werden.

**4. Meta-Modell:** Das EPK-Metamodell beschreibt den Sprachumfang und die Beziehungen zwischen EPK-Modellelementen. Da ein Metamodell als allgemeiner Ausgangspunkt für syntaktische Probleme dient, wurden alle Elemente, die in dem Metamodellabschnitt enthalten sind, mit semantischen Annotationen versehen, um auf diese Arte und Weise eine möglichst umfangreiche semantische Repräsentation der EPK-Syntax zu erhalten.

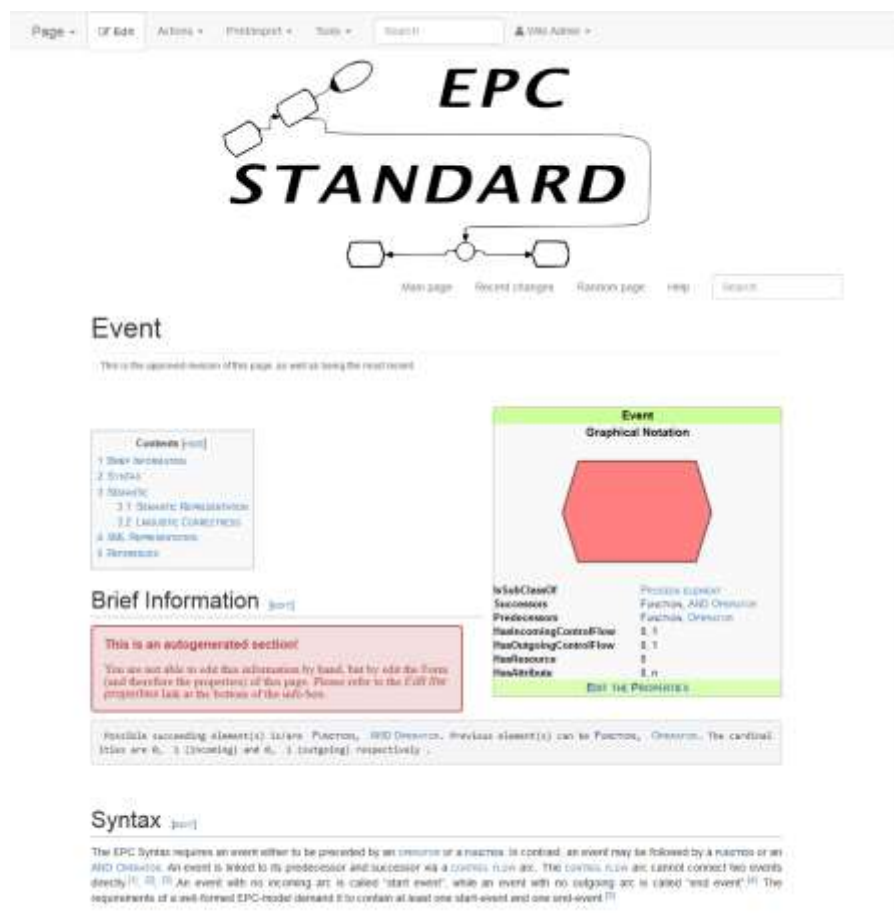
**5. Austauschformat:** Um EPK-Modelle auszutauschen und zu speichern, muss ein geeignetes Format definiert werden. Dementsprechend werden in diesem Abschnitt frühere Forschungsarbeiten zur Definition eines EPK-Austauschmodells diskutiert und für ihre Eignung als Austauschformat im Kontext des Spezifikationsprojekts evaluiert.

**6. Modellierungsregeln:** Die Modellierungsrichtlinien sind eng mit der Pragmatik verknüpft und unterstützen EPK-Modellierer dabei, korrekte und verständliche EPK-Modelle zu erstellen. Zur Unterstützung dieses Problems wird insbesondere eine EPK-Handlungsanleitung erarbeitet, die Modellierer bei der Transformation einer textuellen Prozessbeschreibung in ein EPK-Modell unterstützt.

**7. Erweiterungen:** Im Laufe der Jahre wurde die EPK-Sprache in verschiedenen Formen erweitert. Dieser Baustein führt die relevantesten Spracherweiterungen ein und diskutiert eine mögliche Integration in die zu erarbeitende EPK-Spezifikation.

Der Baustein „Metamodell“ ist dabei in Anlehnung an das dem SPEAK-Spezifikationsvorhaben zugrunde liegende Metamodell in weitere Unterseiten unterteilt (Abb. 4). Die inhaltliche Erarbeitung der Spezifikation findet daher nicht auf der Wiki-Seite „Metamodell“ statt, sondern stattdessen auf den Wiki-Seiten der Einzelelemente, wie z.B. „Event“ oder „Funktion“. Abb. 5 zeigt beispielhaft als Ausschnitt der SPEAK-Kollaborationsplattform die Wiki-Seite zur Spezifizierung des „Event“-Elements. Ein

angemeldeter Nutzer kann, die entsprechenden Benutzerrechte vorausgesetzt, umfangreiche Änderungen jeder Seite der Plattform durch Klick auf das Leistenelement „Edit“ am oberen Bildrand vornehmen. Jede inhaltliche Seite der Plattform enthält, angelehnt an das klassische Wiki-Layout, ein Inhaltsverzeichnis der auf dieser Seite abgearbeitet Unterpunkte, hier insbesondere Syntax, Semantik und die Repräsentation im XML-Format. In der rechten Bildmitte befindet sich eine sogenannte Infobox, die nicht nur den aktuellen Konsens bzgl. der grafischen Notation widerspiegelt, sondern auch die durch semantische Verknüpfungen des SMW aktuelle Verortung des Elements innerhalb des EPK-Metamodells darstellt. Beispielsweise ist ersichtlich, dass das Element „Ereignis“ ausschließlich Elemente vom Typ „Funktion“ oder „AND Operator“ als nachfolgendes Element haben darf. Die Anzeige der Infobox verändert sich dynamisch, sobald sich durch weitere semantische Verknüpfungen der Inhalte neue Verbindungen ergeben haben.



**Abb. 5:** Ausschnitt der Kollaborationsplattform - Spezifikation des Elements "Event"

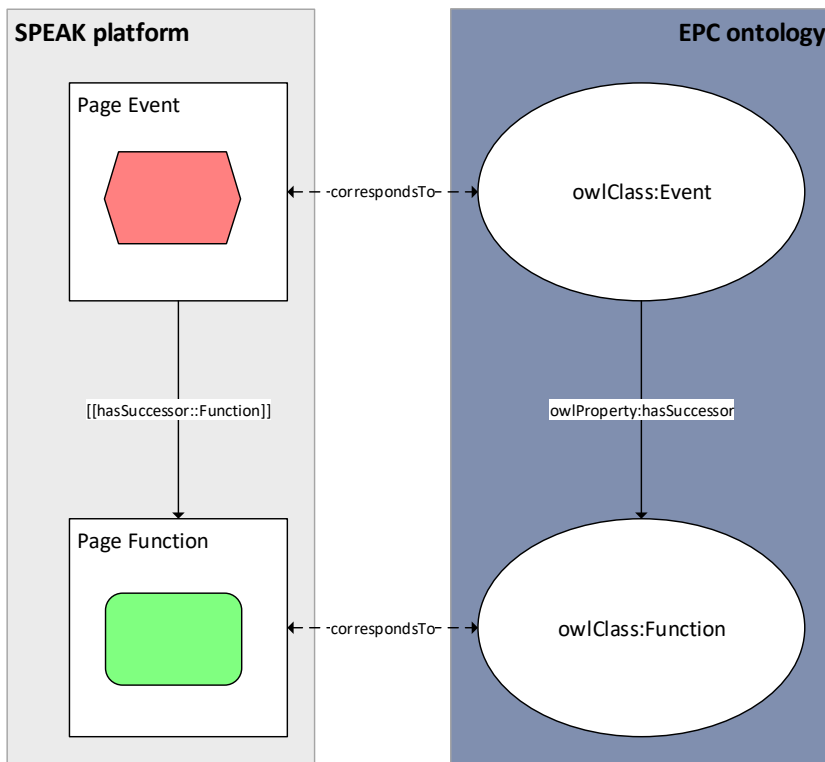
Die in Abb. 4 dargestellte Seiten-Struktur der Kollaborationsplattform entspricht dabei dem aktuellen Stand (04/2018) der Plattform. Durch die offene, konsensbasierte Form des Spezifikationsvorhabens ist es daher möglich, dass zu einem späteren Zeitpunkt weitere

Bausteine und entsprechende Wiki-Seiten angelegt werden und im Rahmen der EPK-Spezifikation aufgenommen werden.

Im Folgenden erfolgt eine Darstellung der wesentlichen Eigenschaften und Funktionalitäten, die von der SPEAK-Kollaborationsplattform zum Zweck der Spezifikationserarbeitung der EPK zur Verfügung gestellt werden:

### Semantische Annotationen

Eines der Kernmerkmale der Plattform ist ihre semantische Grundlage. Unter Verwendung des Konzepts der Ontologie als zugrunde liegendes Schema basieren die Plattform und alle Seiten der Kategorie "Metamodell" auf einem Ontologie-basierten Modell, das die syntaktische Struktur der EPK-Modellierungssprache widerspiegelt. Genauso wie Ontologie-Klassen über semantische Eigenschaften verbunden sind, ermöglicht die Nutzung des SMW als Kern der SPEAK-Kollaborationsplattform dem Benutzer, solche semantischen Eigenschaften und Verknüpfungen auch zwischen Wiki-Seiten zu erstellen. Wie in der Abb. 6 gezeigt, wird jede Wiki-Seite der Kollaborationsplattform, die ein Element des EPK-Metamodells darstellt, als eigene Ontologie-Klasse behandelt. Semantische Annotationen können verwendet werden, um Seiten zu verlinken, wenn eine Verbindung auf der Syntaxebene der EPK besteht. Die erzeugte semantische Verbindung wird sofort auf der Ontologie-Ebene widergespiegelt, wobei eine Eigenschaft zwischen den Ontologie-Klassenrepräsentationen dieser Seiten erzeugt wird.

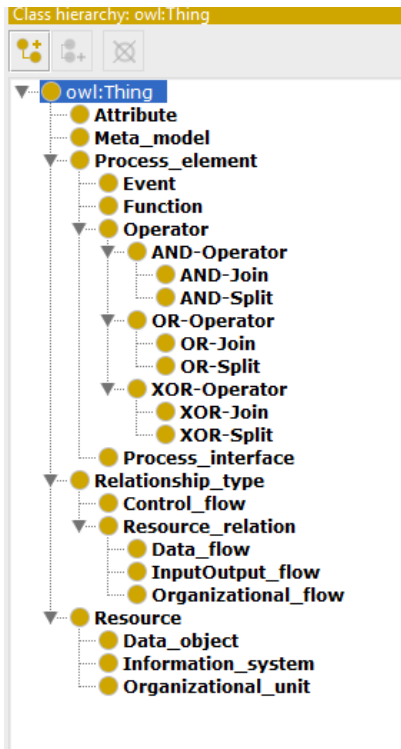


**Abb. 6:** Semantische Annotationen durch Verlinkung der Wiki-Seiten

Die Verknüpfung von Wiki-Seiten via semantische Verlinkung kann verwendet werden, um die Beziehungen zwischen Sprachelementen zu spezifizieren. Hiermit kann die Syntax und eine Semantik der EPK in einem großen Detaillierungsgrad beschrieben werden. Beispielhaft hat die "Ereignis" -Seite eine semantische Eigenschaft "ist Vorgänger", die sowohl auf die "Funktion" -Seite als auch der "Operator" -Seite verweist. Diese semantische Verbindung zeigt an, dass dem EPK-Prozesselement "Ereignis" nur das Prozesselement "Funktion" oder eine beliebige Art von "Operator" vorangestellt sein kann, wodurch verhindert wird, dass ein anderes Prozesselement einem "Ereignis" vorausgeht. Die Hauptvorteile der Anwendung von Ontologien für die EPK - Spezifikation sind:

- Untersuchung einer alternativen Form des Spezifizierens von Syntax und Semantik einer Geschäftsprozessmodellierungssprache neben der formalen Spezifikation.
- Direkte Übertragung der Ergebnisse des Standardisierungsprozesses auf eine visualisierbare Form (EPK-Ontologie).
- Bereitstellung einer maschinenlesbaren Spezifikation der EPK-Syntax und -Semantik, auf die jede Software über das semantische Web zugreifen kann.

Um semantische Eigenschaften zu definieren und festzulegen, enthalten Wiki-Seiten, die EPK-Elemente repräsentieren, eine separate Informationsbox. Teilnehmer des Spezifikationsvorhabens können neue Verbindungen zwischen Seiten unter Verwendung existierender Eigenschaften definieren oder auch neue semantische Eigenschaften anfordern. Das Zusammenspiel von Webansicht (Wiki-Seite) und der im Hintergrund aufgebauten Ontologie durch die Nutzung semantischer Verknüpfungsoperatoren ist die zentrale Funktionalität der SPEAK-Kollaborationsplattform. Auf die dargestellte Art und Weise kann somit durch das reine Anlegen von Wiki-Seiten und deren Verlinkungen ein semantisches Modell erzeugt werden, dass als Blaupause der EPK-Sprachsyntax genutzt werden kann.

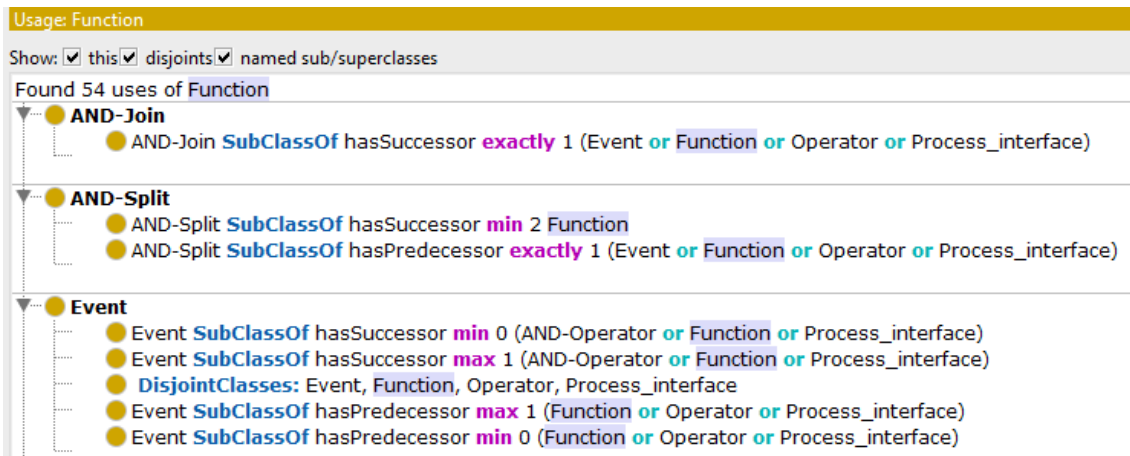


**Abb. 7:** Hierarchie der Ontologie-Klassen in Protégé

Abb. 7 zeigt eine Visualisierung der Ontologie-Klassen in dem Open Source-Ontologie-Editor Protégé<sup>5</sup>, die sich aus dem aktuellen Stand der in der Kollaborationsplattform erstellten inhaltlichen Wiki-Seiten ergeben hat. Sichtbar ist, dass alle Elemente des EPK-Metamodells einer eigenen Wiki-Seite zugeordnet werden, in denen die jeweils inhaltliche Spezifizierung des Elements vorgenommen wird. Durch die semantische Verlinkung von Wiki-Seiten können Teilnehmer am Spezifikationsprozess Beziehungen zwischen EPK-Elementen herstellen, die durch die Funktionalität des SMW im Hintergrund eine ontologische Abbildung des EPK-Metamodells erstellen. Abb. 8 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt der semantischen Annotationen für das Element „Funktion“, die im SWM hinterlegt sind.

---

<sup>5</sup> <https://protege.stanford.edu/>



**Abb. 8:** Semantische Beziehungen zwischen Ontologie-Klassen in Protégé

Durch die dargestellten Annotationen, die sich über Verlinkungen der einzelnen Wiki-Seiten ergeben, wird deutlich, wie sukzessive eine EPK-Syntax als Ontologie-Modell erarbeitet wird. Im gezeigten Ausschnitt zeigt sich die Modellierungssyntax der EPK am Beispiel des Zusammenspiels der Elemente „Funktion“ und „Ereignis“. Die semantischen Annotationen geben durch die Verlinkung „hasSuccessor“ vor, dass ein Ereignis ausschließlich einen AND-Operator, eine Funktion oder eine Prozessschnittstelle als Nachfolgeelemente besitzen darf. Die ontologische Darstellung dieser Regel untersagt demnach, dass auch ein XOR-Operator als Nachfolger eines „Ereignisses“ modelliert werden kann. Gleichzeitig wird durch die Kardinalitäten auch abgedeckt, dass ein „Ereignis“ gleichzeitig auch End-Ereignis sein kann, demnach also kein Nachfolgeelement folgen muss.

### Offene, webbasierte Teilnahme am Spezifikationsvorhaben

Die SPEAK-Kollaborationsplattform verfolgt einen innovativen Prozess der Konsensbildung, die zu einer der wichtigsten Grundlagen in der Standardisierung und Spezifikation von Inhalten gezählt wird. Dieser offene Ansatz zeichnet sich dadurch aus, dass die Teilnahme an der Erarbeitung der EPK-Spezifikation grundsätzlich allen interessierten Besuchern der Plattform offen steht. Für eine aktive Teilnahme, d.h. das Erstellen und Editieren von Wiki-Seiten sowie die Beteiligung an der Diskussion, ist eine Anmeldung erforderlich. Angemeldeten Nutzern werden entsprechende Benutzerrechte zugeteilt, die die Art und Weise der Teilnahme des einzelnen Nutzers determinieren. Aber auch ohne Anmeldung sind die Inhalte der Plattform offen zugänglich und für alle Personen einsehbar, womit insbesondere die Transparenz des Spezifikationsvorhabens hervorgehoben wird. Gleichzeitig verfolgt SPEAK einen neuen, innovativen Ansatz der Spezifikationserstellung, in dem die Spezifikationserarbeitung zu keinem Zeitpunkt als abgeschlossen festgelegt wird, sondern der EPK-Sprachumfang und alle Komponenten auch langfristig zu jedem Zeitpunkt Wandlungen unterliegen kann, um dem raschen technischen Fortschritt der Digitalisierung und alle dadurch entstehenden etwaigen



Anforderungen an Modellierungssprachen zu entsprechen. Die EPK-Spezifikationsentwicklung im Projekt SPEAK erfolgt somit evolutionär, die Spezifikationsaktivitäten bleiben langfristig lebendig und gewährleisten somit einen hohen Grad an Aktualität der zu spezifizierenden Inhalte.

### **Log In**

Um Inhalte zu erstellen und zu bearbeiten, müssen die Nutzer sich zunächst bei der Plattform registrieren. Die Anmeldung interessierter Nutzer und das Hinterlegen einer Email-Adresse sind essentiell, um Missbrauch der Kollaborationsplattform durch mutwilliges Löschen oder Bot-Angriffe vorzubeugen. Zusätzlich ist die initiale Vergabe von Rechten- und Rollen zunächst an eine validierbare, fachliche Expertise des Nutzers gebunden. Zusätzlich werden alle Teilnehmer der SPEAK-Kollaborationsplattform regelmäßig per Status-Updates oder per Newsletter über wichtige Diskussionspunkte, Termine und Abstimmungen des gesamten Spezifikationsvorhabens informiert, um einerseits größtmögliche Transparenz über alle Spezifikationsaktivitäten zu gewährleisten. Andererseits kann somit dafür gesorgt werden, dass ein möglichst großer Kreis an Teilnehmern und Fachexperten in die Lage versetzt wird, an der Spezifikation und der letztendlichen Konsensbildung aktiv und langfristig teilzunehmen.

### **Benutzerrechte**

Ein Hauptmerkmal der Plattform ist die öffentliche Verfügbarkeit von Inhalten. Nicht registrierte Besucher werden der Gruppe "Benutzer" zugewiesen. Benutzer sind in der Lage, durch die alle Wiki-Seiten der Kollaborationsplattform zu blättern und Inhalte zu lesen. Für die aktive Teilnahme ist ein Benutzerkonto erforderlich. Nachdem ein neues Benutzerkonto erstellt wurde, werden die Nutzer zunächst automatisch der Gruppe "Registrierte Benutzer" zugewiesen. Diese Gruppe darf an Diskussionen teilnehmen, neue Bilder hochladen und bestehende Seiten bearbeiten. Integraler Bestandteil der Konsensbildung innerhalb der SPEAK-Kollaborationsplattform ist die Prüfung aller neuen Beiträge und Änderungen durch höherrangige Benutzer, um auf der einen Seite Missbrauch an den Inhalten der Kollaborationsplattform vorzubeugen, und auf der anderen Seite eine hohe Qualität der durch andere Nutzer erstellten oder veränderten Inhalte zu gewährleisten. Teilnehmern mit umfassenden, durch qualitativ hochwertige Beiträge oder durch Reputation innerhalb der Modellierungscommunity nachgewiesenen Domänenkenntnissen im Bereich EPKs, wird die Rechte-Gruppe "Domain Experts" zugewiesen. In dieser Gruppe können die Nutzer neue Seiten erstellen, vorhandene Bilder ändern, E-Mails an andere Benutzer senden, eigene Änderungen als "geringfügig" markieren (sodass sie nicht überprüft werden müssen) und Änderungen anderer Benutzer überprüfen. Die höchste nicht administrative Gruppe sind "Bürokraten", die Rechte zum Validieren und Genehmigen von Bearbeitungen anderer Benutzer und zum Festlegen von Benutzerrechten besitzen.

### **Erstellen und Bearbeiten von Inhalten**

Nach der Registrierung können Benutzer Inhalte entsprechend ihrer zugewiesenen Benutzerrechte erstellen. Die mögliche Erstellung von Inhalten kann von Aktualisierungen auf vorhandenen Seiten, z. B. neuen Absätzen oder Bildern, bis hin zu neuen Seiten reichen. Zum Bearbeiten vorhandener Seiten können die Benutzer die Schaltfläche "Bearbeiten" im oberen Bildschirmrand der Plattform verwenden. Zum Erstellen neuer Seiten kann die Suchleiste verwenden, um nach der gewünschten Seite (z. B. "Event") zu suchen. Ein Dialogfeld wird angezeigt, das den Nutzer darüber informiert, wenn noch keine Seite mit dem gesuchten Inhalt erstellt wurde. Der Nutzer, entsprechende Benutzerrechte vorausgesetzt, kann anschließend auf der Plattform selbstständig eine neue Wiki- Seite erstellen und mit dem gewünschten Inhalt befüllen. Dabei ist zu beachten, auch die neu erstellte Wiki-Seite durch semantische Verlinkungen in die Struktur des Wikis einzubetten. Somit können andere Benutzer den Inhalt dieser Seite verifizieren. Gleichzeitig wird die neu angelegte Wiki-Seite und somit der Inhalt in die semantische Struktur der Plattform eingebettet. Um ein Bild zu ändern, kann der Nutzer auf das bisher aktuelle Bild und eine neue Version hochladen. Das ist beispielsweise bei der Konsensbildung im Rahmen der grafischen Notation der EPK relevant. Auch neue Bildvorschläge werden erst in die aktuelle Version des Wikis übernommen, wenn sie einer Abstimmung unterzogen und anschließend von Benutzern mit höheren Rechten angenommen worden sind. Das Hauptmerkmal der Plattform ist die Verwendung der Semantik des additiven Elements. Die Plattform basiert auf einem SMW, einer Media Wiki-Variante, die um zusätzliche Funktionen für semantische Annotationen erweitert wurde. Wiki-Seiten, die wesentliche EPK-Modellierungselemente abdecken, visualisieren zusätzlich den aktuellen Zustand der semantischen Verknüpfung über Eigenschaften, die aus Ontologien bekannt sind. Um die Eigenschaften zu bearbeiten, gibt es eine spezielle Schaltfläche "Bearbeiten" unterhalb der "Eigenschaften" -Box. Hier können die Nutzer semantische Verknüpfungen zwischen EPK-Modellelementen, die über Plattformseiten dargestellt werden, bearbeiten oder erstellen. Wenn eine neue semantische Eigenschaft noch nicht berücksichtigt werden muss, kann eine Seitendiskussion eröffnet und der Vorschlag unter allen Teilnehmern diskutiert werden.

### **Diskussion und Konsens**

Die Erarbeitung von Standards und Spezifikationen basiert grundsätzlich auf Übereinstimmung und Konsens innerhalb einer Interessensgemeinschaft. Daher ist es notwendig, dass die SPEAK-Plattform den Teilnehmern eine Möglichkeit bereitstellt, einen solchen Konsens über alle Aspekte der EPK zu erreichen. Der aktuelle Stand der Plattform ermöglicht es den Benutzern, Inhalte zu diskutieren, indem zu jeder inhaltlichen Seite des Wikis eine Diskussionsseite geöffnet werden kann, die anschließend der jeweiligen Inhaltsseite zugeordnet wird. Als prominentes Merkmal populärer Wikis (z. B. Wikipedia) zielt das Diskussionsfeature darauf ab, verschiedene Perspektiven zusammenzuführen, um letztendlich eine

Übereinstimmung über den Inhalt einer Plattformseite zu erreichen. Eine Diskussion kann aus folgenden Gründen geöffnet oder bearbeitet werden:

- Teilnehmer haben einen Fehler auf einer vorhandenen Seite festgestellt.
- Teilnehmer möchten einen Vorschlag oder eine Verbesserung vorschlagen (z. B. Form und Farbe des Prozesselements "Ereignis").
- Teilnehmer möchten an einer laufenden Debatte teilnehmen und Ihre Argumentation ausführen.

Um eine Diskussion zu öffnen, klickt der Benutzer auf die Schaltfläche "Seite" am oberen Bildschirmrand und wählt "Diskussion". Anschließend kann der Benutzer die Diskussionsseite genauso bearbeiten und speichern wie jede andere normale Inhaltsseite. Benutzer, die eine bestimmte Seite markiert haben, erhalten eine Benachrichtigung über Änderungen auf der entsprechenden Diskussionsseite. Die Diskussionsprozedur sieht vor, dass Vorschläge oder Vorschläge für einen bestimmten Zeitraum zur Diskussion offen bleiben. Wenn es zu den erörterten Themen einen großen Konsens gibt, werden die vorgeschlagenen Änderungen in die Inhaltsseite integriert und als der aktuelle Endzustand genehmigt.

### **Evaluation und Qualitätssicherung**

Der offene, kollaborative und konsensbasierte Ansatz der SPEAK-Plattform erfordert Maßnahmen und Mechanismen zur regelmäßigen Evaluation und Qualitätssicherung der erarbeiteten Inhalte. Zu diesem Zweck wurde eine Softwareerweiterung eingebunden, durch die Benutzer in der Lage sind, mit Hilfe eines intuitiven Bewertungssystems die einzelnen inhaltlichen Seiten des Wikis zu bewerten. Jeder Bewertung der fünfstufigen Skala kann mit einem Kommentar versehen werden, sodass transparent einsehbar ist, aus welcher Begründung heraus eine inhaltliche Seite der Plattform gut oder schlecht bewertet worden ist. Das Bewertungssystem ist ein wesentliches Werkzeug, um einen Konsens im gesamten Teilnehmerkreis zu identifizieren. Ein Konsens in Bezug auf eine spezifische inhaltliche Seite gilt dann als erreicht, wenn im Anschluss an eine Benachrichtigung einer anstehenden Abstimmung an alle Teilnehmer die Seite die höchstmögliche Bewertung der Kategorien „Reliability“ und „Completeness“ erhält. Dennoch ist in dem im Projekt SPEAK verfolgten Ansatz an dieser Stelle die Spezifikation der Inhalte nicht abgeschlossen. Die Spezifikation wird langfristig verfolgt und evolutionär weiterentwickelt. Das bedeutet, dass bestimmte Umwelteinflüsse, wie zum Beispiel technologische Weiterentwicklungen (z.B. neue Schnittstellenformate oder neue Endgeräte), dazu führen können, dass eine Überarbeitung einzelner Inhalte der Spezifikation notwendig ist um zu gewährleisten, dem aktuellen technischen Fortschritt zu genügen. Der Benutzer kann die Notwendigkeit zur Anpassung einerseits durch eine entsprechende Bewertung innerhalb des Bewertungssystems vornehmen, oder durch eine neue Diskussionsseite eine Überarbeitung von veralteten Inhalten anstoßen.


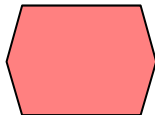
## 5 Die Ereignisgesteuerte Prozesskette





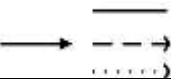
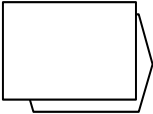


Um die EPK umfassend zu spezifizieren, wurden im SPEAK-Projekt mehrere Herangehensweisen verwendet. Neben einer enumerativen Spezifikation, wurden eine Meta-Modell-basierte Spezifikation, eine Spezifikation von Syntax, Semantik und Pragmatik sowie eine formalsemantische Spezifikation erarbeitet. Da neben der Spezifikation der EPK auch die Verwendung selbiger von Bedeutung ist, wurden Handlungsanleitungen zur Modellierung der EPK, Austausch- und Speicherformate sowie EPK-Erweiterungen betrachtet und verglichen. Abschließend wurde die erarbeitete Sprachdefinition evaluiert. Es ist zu beachten, dass die im Folgenden vorgestellten Inhalte den aktuellen Stand (04/2018) der Spezifikation auf der Kollaborationsplattform repräsentieren und einen möglichst breiten Konsens über existierende Vorarbeiten widerspiegeln sollen. Vor dem Hintergrund des dynamischen und lebendigen Ansatzes der Spezifikations-Entwicklung sind Inhalte der vorgestellten Spezifikation kontinuierlichen Änderungen unterworfen.

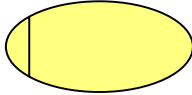
### 5.1 Enumerative Spezifikation

Zunächst wurden die Sprachelemente der EPK aus der Literatur identifiziert. Hierbei wurde sich insbesondere auf die Kernelemente der EPK beschränkt, die sich maßgeblich auf die Arbeiten von (Keller u. a. 1992) zurückführen lassen und einen Grundkonsens über existierende Vorarbeiten und Implementierungen darstellen. Die identifizierten Elemente sind samt ihrer Darstellungsweise und Beschreibung in Tabelle 10 abgebildet.

**Tabelle 10:** Enumerative Spezifikation der EPK

Grafische Notation	Name	Beschreibung	Referenzen (Auszug)
	Funktion	Die Funktion repräsentiert eine Aktion oder eine Aufgabe in einem EPK-Modell. Sie können daher als aktive Zustandsänderungen oder Transformationen von einem Initialzustand in einen resultierenden Zustand beschrieben werden.	(Appel u. a. 2014)  (Dehnert und Rittgen 2001)
	Ereignis	Das Ereignis repräsentiert einen aktuellen, statischen Zustand in einem EPK-Modell. Jedes EPK-Modell hat mindestens ein Start- und ein Endereignis.	(Appel u. a. 2014)  (Dehnert und Rittgen 2001)

	Konjunktion	Der AND-Operator ist ein Subtyp des Operator-Prozesselements. Ein AND-Split teilt den Kontrollfluss in mindestens zwei verschiedene Prozesspfade, die parallel ausgeführt werden. Ein AND-Join führt die durch einen AND-Split geteilten Pfade zusammen, wenn der aktivierte Prozesspfad den Join-Operator erreicht.	(Fellmann u. a. 2013)  (Cuntz und Kindler 2005)
	Adjunktion	Der OR-Operator ist ein Subtyp des Operator-Prozesselements. Ein OR-Split teilt den Kontrollfluss in mindestens zwei verschiedene Prozesspfade auf Basis einer nicht-exklusiven Entscheidung. Ein OR-Join führt durch einen OR-Split geteilten Kontrollfluss zusammen, wenn der/die aktivierte(n) Prozesspfad(e) den Join-Operator erreichen.	(Cuntz und Kindler 2005)  (van Dongen u. a. 2008)
	Disjunktion	Der XOR-Operator ist ein Subtyp des Operator-Prozesselements. Ein XOR-Split teilt den Kontrollfluss in mindestens zwei verschiedene Prozesspfade auf Basis einer exklusiven Entscheidung. Ein XOR-Join führt einen geteilten Kontrollfluss wieder zusammen, wenn der aktivierte Prozesspfad den Join-Operator erreicht.	(Cuntz und Kindler 2005)  (van Dongen u. a. 2008)
	Kontrollfluss-kanten	Der Kontrollfluss wird verwendet, um Ereignisse, Funktionen, Operatoren und Prozessschnittstellen zu verbinden und somit in sachlogisch Abfolge zu überführen. Es ist eine Unterklasse des Beziehungstyps.	Keller u.a. (1992)
	Ressourcen-Beziehung	Das Ressourcen-Verbindungselement wird genutzt, um genutzte Ressourcen innerhalb eines EPK-Prozesses mit Funktionen zu verbinden. Abhängig von der Art der Ressource kann der Verbinder gerichtet oder ungerichtet sein (siehe Datenobjekt).	
	Prozesswegweiser	Eine Prozessschnittstelle ist ein Element, das zwei aufeinanderfolgende EPK-Modelle verbindet. Eine Prozessschnittstelle verweist innerhalb eines EPK-Modells auf ein zweites EPK-Modell, wobei die Prozessschnittstelle das Initialelement des zweiten EPK-Modells darstellt.	(Mendling 2008)  (Seel und Vanderhaeghen 2005)
	Informationssystem	Ein Informationssystem ist eine EPK-Ressource und repräsentiert ein Informationssystem, das innerhalb des Prozesses bei der Durchführung einer Funktion genutzt wird.	(Decker und Tscheschner 2009)
	Datenobjekt	Ein Datenobjekt (auch Informationsobjekt genannt) ist eine EPK-Ressource, die durch einen Datenfluss an eine Funktion angehängt werden kann, um von der Funktion verarbeitete (Input) oder erzeugte Daten (Output) zu repräsentieren.	(Rump 1999)  (Staud 2006)

	Organisations- einheit	Eine Organisationseinheit ist eine EPK-Ressource, die Personen, Rollen oder betriebliche Organisationseinheiten wie Abteilungen repräsentiert. Eine Organisationseinheit verdeutlicht die organisationale Zuordnung und Verantwortung bei der Ausführung dieser Funktion.	(Klein u. a. 2004)  (Korherr und List 2006)
---	---------------------------	---	---

### **Funktion**

Die Funktion repräsentiert eine Aktion oder eine Aufgabe in einem EPK-Modell. Sie können daher als "aktuelle Zustandsänderungen" oder Transformationen von einem Anfangszustand in einen resultierenden Zustand beschrieben werden. Im Gegensatz zu Ereignissen haben sie Entscheidungskompetenz und können alle Arten von Operatoren auslösen.

### **Ereignis**

Das Ereignis repräsentiert einen aktuellen Zustand in einem EPK-Modell und wird sowohl als Start- als auch als End-Element eines EPK-Modells verwendet. Daher hat jedes EPK-Modell mindestens ein Start- und ein Endereignis. Ereignisse können Funktionen auslösen (und werden von ihnen ausgelöst). Daher bilden das Ereignis und die Funktion eine alternierende Einheit, deren einzige Ausnahme das Start- und End-Ereignis ist. Ein Ereignis besitzt keine Entscheidungsbefugnis. OR- und XOR-Operatoren können daher nicht auf ein Ereignis folgen, da beide Operatoren eine Entscheidungssituation repräsentieren.

### **Operator**

Der Operator ist eine Unterklasse des Prozesselements. Ein Operator bestimmt das Verhalten des Prozesses, indem der Kontrollfluss in mehrere Prozesspfade aufgeteilt oder aus mehreren Prozesspfaden zusammengesetzt wird. Für jeden Operator-Subtyp {AND, XOR, OR} existieren ein Split- und ein Join-Operator. Ein Split-Operator teilt den Kontrollfluss, ein Join-Operator führt aufgeteilte Kontrollflüsse zusammen. Die Operator-Subtypen repräsentieren Entscheidungssituationen innerhalb eines Prozessablaufs: Der XOR-Operator teilt den Prozessfluss auf Basis einer exklusiven Entscheidungssituation. Der OR-Operator teilt den Prozessfluss auf Basis einer nicht exklusiven Entscheidungssituation, der AND-Operator repräsentiert eine parallel auszuführende Verzweigung von Prozesspfaden. Die Operatorlogik sieht vor, dass ein Prozessfluss nur von einem Join-Operator des Subtyps zusammengeführt werden kann, der ursprünglich auch als Split-Operator den Prozessfluss aufgeteilt hat.

### **Ressource**

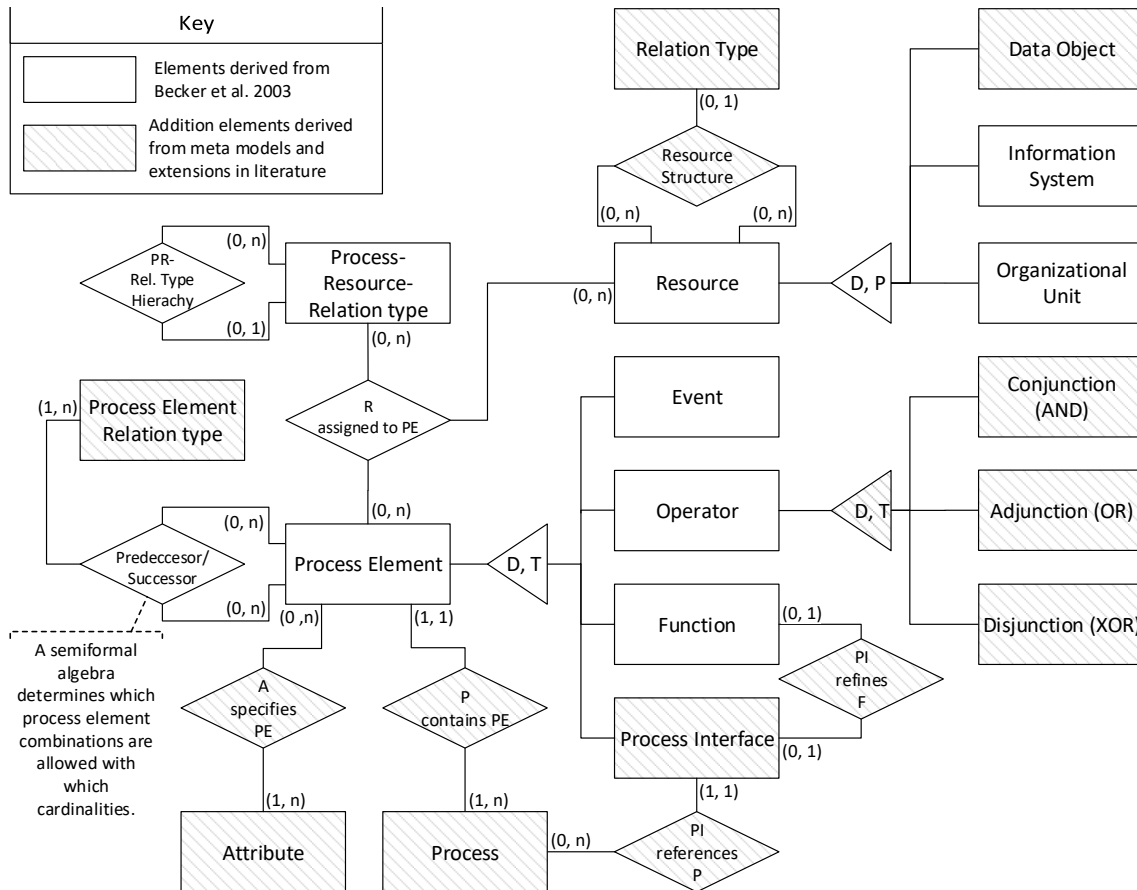
Eine Ressource ist Teil des EPK-Metamodells. Ressourcen werden verwendet, um zusätzliche Informationen für EPK-Funktionen bereitzustellen. Ressourcen können durch Organisationseinheiten, Datenobjekte oder Informationssysteme repräsentiert sein. Sie sind an

Funktionen geknüpft und stellen weitere notwendige Details dar, z. B. welche Organisationseinheit für die Ausführung der zugehörigen Aufgabe verantwortlich ist, welche Informationssysteme beteiligt sind, welche Eingaben benötigt werden und welche Ergebnisse generiert werden.

## **5.2 Meta-Modell-basierte Spezifikation**

Mit einem Meta-Modell lässt sich eine Modellierungssprache abstrakt beschreiben. Während unterschiedliche Notationen für Meta-Modelle existieren, hat sich die Entity Relationship (ER)-Notation zur konzeptionellen Beschreibung von Meta-Modellen etabliert und wird daher in diesem Beitrag für die Erarbeitung eines EPK Meta-Modells verwendet. Es wird dabei der Notationsweise von (Chen 1976) gefolgt.

Das konsolidierte Meta-Modell ist in Abb. 9 dargestellt. Die in dem Modell verwendete Schreibweise der minimalen und maximalen Kardinalitäten legen die Beziehungen zwischen verschiedenen Entitäten fest. Spezialisierungen sind disjunkt (D) oder nicht disjunkt (N) sowie partiell (P) oder nicht-partiell / vollständig (T). In dem erarbeiteten EPK-Metamodell dienen Prozesselemente als abstrakte Repräsentation von Funktionen, Ereignissen oder Operatoren. Operatoren sind weiterhin untergliedert in die eingeführten Sub-Typen XOR, OR und AND. Prozesselemente stehen in Beziehung zueinander, wodurch der Kontrollfluss zwischen den einzelnen Prozesselementen definiert wird. Ein Prozesselement kann mit Attributen versehen werden, um beispielsweise mit zusätzlichen domänenspezifischen Informationen („Risiko“) angereichert zu werden. Ein EPK-Prozess besteht aus mehreren Prozesselementen. Das Element „Prozesswegweiser“ verweist innerhalb eines Prozesses A auf einen zweiten Prozess B und ermöglicht somit eine Verkettung von EPK-Prozessmodellen. Die im Meta-Modell dargestellten Ressourcen repräsentieren die verschiedenen Ressourcentypen, die zum jetzigen Stand in der enumerativen Spezifikation der EPK aufgenommen worden sind. Für jede Ressource ist ihr Beziehungstyp zu einem Prozesselement spezifiziert. Darüber hinaus ermöglicht das Modell zusätzlich eine Beziehungstyphierarchie durch die ternäre Beziehung zwischen Ressourcen-, Prozesselement- und Prozess-Ressource-Beziehungstyp. Das dargestellte Meta-Modell ist das Ergebnis einer Integration verschiedener, in der EPK-Forschung diskutierter Meta-Modelle. Für weitere Hintergründe zu dem dargestellten Meta-Modell, dessen Erarbeitung und Evaluation sei an dieser Stelle auf (Jannaber u. a. 2016) verwiesen.



**Abb. 9:** Konsolidiertes EPK Meta-Modell (Jannaber u. a. 2016)

### 5.3 Spezifikation von Syntax, Semantik und Pragmatik

Die Beurteilung der Qualität von Prozessmodellen ist eine in der Wissenschaft viel diskutierte Fragestellung. Eine einheitliche Antwort ist insbesondere deswegen komplex, da Modelle in der Regel für einen bestimmten Zweck und mit einer bestimmten Absicht erstellt werden und folglich genau dann als „gut“ zu bewerten, wenn sie diesem Zweck dienlich sind. Trotzdem existieren generische Frameworks, welche die (formale) Beurteilung der Qualität von Modellen ermöglichen. Ein bekanntes Beispiel hierzu ist das SIQ-Framework von (Reijers u. a. 2010).

Auf dem SIQ-Framework basierend werden drei Arten der Qualität von Prozessmodellen abgeleitet. Diese aus Fellmann u. a. (2013, S.105) stammende Definition lautet wie folgt:

- **Syntaktische Qualität** „definiert sich durch den Konformitätsgrad zu einer vorher definierten Syntax. Hierfür definiert eine Modellierungssprache Regeln für Elemente und Beziehungen zwischen diesen Elementen, welche bei der Modellierung eingehalten werden müssen.“



- **Semantische Qualität** „beschreibt, wie sehr ein Modell das darunterliegende Objekt der Realität darstellt. Hierbei existieren zwei Teilziele: Vollständigkeit und Validität. Ein Modell ist valide, wenn alle durch das Modell getroffenen Aussagen korrekt sind und für das zugrunde liegende Problem relevant sind. Ein Modell ist vollständig, wenn es nicht nur korrekte Aussagen über das zugrundeliegende Objekt enthält, sondern zusätzlich Aussagen, die potentiell korrekt sein könnten.“
- **Pragmatische Qualität** „beschreibt wie gut ein Modell durch seine Nutzer oder Anwender verstanden werden kann. Während ein Modell durch seine Nutzer bzw. Anwender gut verstanden werden kann, kann es trotzdem von niedriger semantischer Qualität sein und vice-versa.“

**Tabelle 11:** Regeln zur syntaktischen Qualität (Fellmann u. a. 2013)

Regeln	Beschreibung
1	Es muss mindestens ein Start- und mindestens ein Endereignis geben
2	Die EPK ist ein bipartiter Graph mit einer Reihe von Ereignissen und Funktionen. Diese Elemente wechseln sich ab, das heißt Funktionen folgen auf Ereignisse und Ereignisse folgen auf Funktionen. Die einzige Ausnahme von dieser Regel ist das zuvor erwähnte Start- und End-Ereignis.
3	Informationsobjekte und Organisationseinheiten können nur mit Funktionen verbunden werden. In diesem Zusammenhang müssen organisatorische Einheiten mit Funktionen verbunden sein, die menschliche Interaktionen beinhalten.
4	Ein Operator verbindet mehrere Ereignisse und Funktionen. Join-Operatoren müssen vom selben Typ sein wie die Split-Operatoren.
5	Logische Operatoren haben mindestens einen eingehenden und einen ausgehenden Kontrollfluss
6	Ereignisse und Funktionen besitzen nur einen eingehenden und einen ausgehenden Kontrollfluss
7	Da ein Ereignis keine Entscheidungsbefugnis hat, darf einem Ereignis kein OR- oder XOR-Operator folgen.
8	Prozesswegweiser sind nur mit Ereignissen verknüpft

Zur Einhaltung bzw. zur Erreichung der drei genannten Qualitäten wurde durch eine Literaturrecherche eine Menge Modellierungsregeln identifiziert und konsolidiert. Das Vorgehen ist in Fellmann u. a. (2013) im Detail beschrieben. Das Ergebnis dieser Arbeit findet sich in diesem Beitrag in Tabellenform, bestehend aus acht Regeln zur syntaktischen Qualität (Tabelle 11), zehn Regeln zur formalen Semantik sowie drei Regeln zur Übereinstimmung im Hinblick auf die semantischen Qualität (Tabelle 12) und elf Regeln zur pragmatischen Qualität (Tabelle 13). Alle hier genannten Regeln beziehen sich ausschließlich auf EPK-Prozessmodelle, da sie besondere Eigenheiten der EPK berücksichtigen und sind damit, im Gegensatz zu z.B. dem SIQ-Framework, nicht auf andere Modellierungssprachen übertragbar. Durch den Fokus auf die EPK sind die hier beschriebenen Regeln jedoch präziser als ein generisches Framework.

**Tabelle 12:** Regeln zur semantischen Qualität (Fellmann u. a. 2013)

Formale	Beschreibung
Semantik	

1	Wenn zwei identische Ereignisse vor einem Join-Operator auftreten, kann das Modell oft vereinfacht werden.
2	Auf AND- und OR-Operatoren können keine sich gegenseitig ausschließenden Ereignisse folgen.
3	Zwei sich gegenseitig ausschließende Ereignisse nach einem XOR-Operator sind normalerweise ausreichend.
4	Wenn Operatoren zum Vergleichen von Werten verwendet werden, muss beachtet werden, dass der Wert konstant bleibt.
5	Bei binären Entscheidungssituationen sollte der XOR-Operator verwendet werden.
6	Ein Kontrollfluss sollte nicht mehr als einmal ausgelöst bzw. durchlaufen werden, damit Ereignisse und Funktionen nicht mehrfach instanziiert werden.
7	Im Kontext der Prozessautomatisierung blockieren XOR-Joins nicht, wenn mehrere eingehende Kontrollflüsse aktiviert worden sind.
8	Jeder Split-Operator muss einen entsprechenden Join-Operator haben.
9	Von jedem Startereignis aus muss es möglich sein, ein Endereignis zu erreichen.
10	Wenn an einer bestimmten Position in einem Prozess keine weiteren Elemente vorhanden sind, muss diese Position ein Endereignis sein.
11	Es gibt keine Elemente in einem Prozess, die nicht in einen Kontrollfluss von einem Start- zu einem Endereignis integriert sind.
EPK-Compliance	Beschreibung
1	Das Verhalten eines Modells sollte den Regeln entsprechen, die in Bezug auf die Eigenständigkeit einzelner Modellelemente festgelegt wurden.
2	Das Auftreten von Modellelementen und die Verbindungen zwischen Modellelementen in einem EPK-Modell sollten Regeln entsprechen, die in Bezug auf die Semantik einzelner Modellelemente spezifiziert sind.
3	Das Modell sollte Regeln erfüllen, die sowohl die Modellelemente als auch ihre Attribute abdecken.

**Tabelle 13:** Regeln zur pragmatischen Qualität (Fellmann et al. 2013)

Regeln	Beschreibung
1	Es sollte keine überlappenden Kontrollflüsse geben.
2	Es sollte keine Änderung der Fließrichtung des Kontrollflusses geben.
3	Die Namenskonventionen sollten beachtet werden.
4	Wenn zwei oder mehr aufeinander folgende Funktionen (mit Ereignissen) von derselben Organisationseinheit ausgeführt werden, muss nicht jede Funktion mit der jeweiligen Organisationseinheit verbunden sein. Stattdessen genügt es, bei einer Änderung der Verantwortlichkeiten Funktionen mit Organisationseinheiten zu korrelieren.
5	Wenn der Prozess beträchtlich groß ist, sollte er mit Hilfe von Prozesswegweisern aufgeteilt werden.
6	Es sollte keine unnötigen Prozesselemente geben.
7	Die Anzahl der Kontrollflüsse sollte minimiert werden.
8	Vorzugsweise sollte es nur ein Start- und ein Endereignis geben.
9	Der Prozess sollte so strukturiert wie möglich sein (vgl. Regel Nr. 8 der formalen Semantik).
10	OR-Operatoren sollten vermieden werden, da ihre Semantik komplex ist.

11	Bei der Benennung von Prozesselementen sollte sich an der Struktur <Verb-Objekt> orientiert werden.
12	Ein Prozessmodell sollte aufgeteilt werden, wenn es mehr als 50 Elemente enthält.

## 5.4 Formalsemantische Spezifikation

Mit einer formalsemantischen Spezifikation wird eine Beschreibung der Ausführungslogik von Prozessmodellierungssprachen dargestellt, welche insbesondere zur Ausführung von Prozessmodellen (z.B. zur Simulation von Workflows) notwendig ist. Eine formalsemantische Spezifikation der EPK ist bereit in einer Vielzahl von Vorgängerarbeiten thematisiert worden und ist regelmäßiger Forschungsschwerpunkt wiss. Beiträge im Kontext der EPK, was im Besonderen hinsichtlich der unklaren Semantik des OR-Operators der EPK zu einer großen Diskussion in der wissenschaftlichen Community führte (siehe unter anderem (van der Aalst u. a. 2002) und (Kindler 2006)). Im Rahmen des SPEAK-Projekts wurde, auf bestehenden Ansätzen der Literatur aufbauend, insbesondere (Mendling 2009; Nüttgens und Rump 2002), die Grundlage einer formalsemantischen Spezifikation der EPK auf der Kollaborationsplattform erarbeitet. Im Folgenden wird beispielhaft die formalsemantische Spezifikation eines flachen EPK-Schemas unter Berücksichtigung der in 5.1. spezifizierten EPK-Elemente dargelegt. Formalsemantische Spezifikationen aus der Literatur sind zudem in die Konsolidierung der EPK-Modellierungsregeln (Kap. 5.3.) überführt worden.

Das flache EPK-Schema wird definiert als das Tupel  $EPK = \{E, F, P, C, l, A\}$  mit den folgenden Mengendefinitionen:

- Ein Element der Menge E wird Ereignis genannt.
- Ein Element der Menge F wird Funktion genannt.
- Ein Element der Menge P wird Prozessschnittstelle genannt.
- Ein Element der Menge C wird Operator genannt.
- Die Zuordnung l weist jedem Operator  $c \in C$  einen Operator-Subtyp zu.
- A bezeichnet den Kontrollfluss, der ein EPK-Modell als zusammenhängenden, gerichteten Graphen definiert. Ein Element der Menge A wird Kante genannt. Ein Element der Menge  $N = E \cup F \cup P \cup C$  wird Knoten genannt.

Zusätzlich werden die folgenden Mengen und Notationen definiert:

- $CEF = \{c \in C \mid *c \subseteq E \wedge c^* \subseteq (F \cup P)\}$  als Menge von Ereignis-Funktion (ef)-Operatoren.

- $CFE = \{c \in C \mid *c \subseteq (F \cup P) \wedge c* \subseteq E\}$  als Menge von Funktion-Ereignis (fe)-Operatoren.
- $nin = \{(x,n) \mid x \in N \wedge (x,n) \in A\}$  als Menge eingehender Kontrollflusskanten.
- $nout = \{(n,y) \mid y \in N \wedge (n,y) \in A\}$  als Menge ausgehender Kontrollflusskanten.

### Ereignis

Ein Ereignis  $E$  ist ein Teil eines EPK-Modells  $= (E, F, P, C, l, A)$ , für das  $E$  wie folgt definiert ist: Ein Element von  $E$  heißt Ereignis.  $E \neq \emptyset$ .  $E$  ist eine paarweise disjunkte und endliche Menge:  $E \cap F = \emptyset$ ,  $E \cap C = \emptyset$ .

Ein Ereignis ist auch ein Knoten  $N$ , der Teil von  $N = E \cup F \cup P \cup C$  ist.

Ein EPK-Prozessmodell beginnt mit einer Anzahl von Startereignissen und endet mit einer Anzahl von Endereignissen. Jedes andere Ereignis wird Zwischenereignis genannt. Ein Ereignis ist mit anderen Knoten ( $\bullet e$  und  $e \bullet$ ) durch eingehende und ausgehende Kanten verbunden. Folgende Teilmengen sind definiert:

- $E_s = \{e \in E \mid |\bullet e| = 0 \wedge |e \bullet| = 1\}$  ist die Menge der Startereignisse
- $E_{int} = \{e \in E \mid |\bullet e| = 1 \wedge |e \bullet| = 1\}$  ist die Menge der Zwischenereignisse
- $E_e = \{e \in E \mid |\bullet e| = 1 \wedge |e \bullet| = 0\}$  ist die Menge der Endereignisse
- $CEF = \{c \in C \mid *C \subseteq E \wedge c \subseteq F(F \cup P)\}$  als Satz von Ereignis-Funktion-Konnektoren.

Folgende Anforderungen werden an Ereignisse gestellt, so dass ein EPK-Modell als entspannt syntaktisch korrekt bezeichnet werden kann:

- $\forall n \in N: \exists e_1 \in E_s, e_2 \in E_e$ , sodass der Pfad  $e_1 \rightarrow n \rightarrow e_2$  eines EPK-Modells ein direkter und zusammenhängender Graph ist.
- Funktionen und Ereignisse (über Operatoren verknüpft) wechseln sich entlang des Kontrollflusses ab.
- $|E_s \cup P_s| \geq 1 \wedge |E_e \cup P_e| \geq 1$ . In einem EPK-Modell gibt es mindestens einen Startknoten und einen Endknoten
- $\forall e \in E: |\bullet e| \leq 1 \wedge |e \bullet| \leq 1$ . Ereignisse haben höchstens eine eingehende und eine ausgehende Kante. Dies bedeutet, dass  $E_s$ ,  $E_{int}$  und  $E_e$   $E$  partitionieren
- $\forall e \in E: \bullet e \subseteq (F \cup P \cup CFE) \wedge (F \cup P \cup CEF)$ . Ereignisse müssen über Funktionen, Prozessschnittstellen oder fe-Operatoren in der Menge der Vorgängerknoten und Funktions-, Prozessschnittstellen- oder ef-Operatoren in der Menge der Nachfolgerknoten verfügen. Ereignisse dürfen als Nachfolger weder einen XOR- noch einen OR-Operator haben. Wenn  $\bullet e_s \neq \emptyset$  (Quellknoten) und  $e_e \bullet \neq \emptyset$  (Endknoten) und

jeder Knoten  $n \in N$  auf einem Pfad von  $e_s$  nach  $e_e$  ist, wird ein EPK-Modell als regulär bezeichnet.

### Funktion

Eine Funktion  $F$  ist ein Teil eines EPK-Modells  $= (E, F, P, V, C, A)$ , für das  $F$  wie folgt definiert ist:

Ein Element von  $F$  heißt Funktion.  $F \neq \emptyset$   $F$  ist eine paarweise disjunkte und endliche Menge  $E \cap F = \emptyset$ ,  $F \cap C = \emptyset$ . Eine Funktion wird auch als Knoten  $N$  bezeichnet, der Teil von  $N = E \cup F \cup P \cup C$  ist. Folgende Anforderungen werden an Funktionen gestellt, so dass eine EPK als entspannt syntaktisch korrekt bezeichnet werden kann:

- Eine Funktion ist mit anderen Knoten ( $\bullet f$  und  $f \bullet$ ) durch eingehende und ausgehende Kanten verbunden.
- Funktionen haben genau eine eingehende und eine ausgehende Kante: Für jedes  $f \in F$ :  $|\bullet f| = 1 \wedge |f \bullet| = 1$ .
- Eine Funktion startet und beendet kein EPK-Modell.
- $|F| \geq 1$ . Es gibt mindestens eine Funktion in einem EPK-Modell.
- $\forall f \in F: \bullet f \subseteq (E \cup CEF) \wedge f \bullet \subseteq (E \cup CFE)$ . Funktionen müssen Ereignisse oder ef-Operatoren in der Menge der Vorgängerknoten und Ereignissen oder fe-Operatoren in der Menge der Nachfolgeknoten enthalten. Das bedeutet, dass eine Funktion immer einem Ereignis folgt, das über Operatoren verknüpft sein kann (mit Ausnahme von End-Ereignissen).

### Prozessschnittstelle

Eine Prozessschnittstelle  $P$  ist Teil eines EPK-Modells  $= (E, F, P, C, I, A)$ , für das  $P$  wie folgt definiert ist: Ein Element von  $P$  heißt Prozessschnittstelle. Eine Prozessschnittstelle ist ein Knoten  $N$ , der Teil von  $N = E \cup F \cup P$  ist. Folgende Teilmengen sind definiert:

- $P_s = \{p \in P \mid |\bullet p| = 0 \wedge |p \bullet| = 1\}$  ist die Menge der Start-Prozessschnittstellen.
- $P_e = \{p \in P \mid |\bullet p| = 1 \wedge |p \bullet| = 0\}$  ist die Menge der End-Prozessschnittstellen.

Für eine entspannte syntaktische Korrektheit der EPK gilt:

- $\forall p \in P: (|\bullet p| = 1 \wedge |p \bullet| = 0) \vee (|\bullet p| = 0 \wedge |p \bullet| = 1)$  Prozessschnittstellen haben entweder eine eingehende, oder eine ausgehende Kante.

Für syntaktische Korrektheit muss zusätzlich gelten:

- $P_s$  und  $P_e$  partitionieren  $P$ .
- $\forall p \in P: \bullet p \subseteq E \wedge p \bullet \subseteq E$ . Prozessschnittstellen sind nur mit Ereignissen verbunden.

### Kontrollflusskante

Eine Kontrollflusskante  $A$  ist Teil eines EPK-Modells  $(E, F, P, C, I, A)$ , für das  $A$  wie folgt definiert ist: Ein Element von  $A$  heißt Kontrollflusskante. Für syntaktische Korrektheit des EPK-Modells muss folgendes gelten:

- $\forall a \in A: (a \in (F \cup P \cup CFE) \times (E \cup CFE)) \vee (a \in (E \cup CEF) \times (F \cup P \cup CFE))$ . Kontrollflusskanten verbinden entweder Ereignisse und ef-Operatoren mit Funktionen, Prozessschnittstellen und anderen ef-Operatoren, oder Funktionen, Prozessschnittstellen und fe-Operatoren mit Ereignissen und anderen fe-Operatoren.

### **Konjunktion (AND-Operator)**

Es gibt spezifische AND-Split- und AND-Join-Operatoren, für die folgende Definitionen gelten:

- $C_{\text{and}} = \{c \in C \mid l(c) = \text{und}\}$  als die Menge der AND-Operatoren.
- $C_{\text{as}} = \{c \in C \mid l(c) = \text{und} \wedge |c_{\text{in}}| = 1\}$  als die Menge der AND-Split-Operatoren.
- Ein AND-Split stellt eine parallele Aufteilung des Prozessflusses dar. Der Operator wartet darauf, dass der Kontrollfluss in seiner eingehenden Kante ausgeführt wird, bevor der Kontrollfluss in allen ausgehenden Kanten fortgesetzt wird.
- $C_{\text{aj}} = \{c \in C \mid l(c) = \text{und} \wedge |c_{\text{out}}| = 1\}$  als Menge von AND-Join-Operatoren.
- Ein AND-Join wartet, bis der Kontrollfluss für alle eingehenden Kanten abgeschlossen ist, bevor der Kontrollfluss auf seiner ausgehenden Kante fortgesetzt wird.

### **Adjunktion (OR-Operator)**

Es gibt spezifische OR-Split- und OR-Join-Operatoren, für die folgende Definitionen gelten:

- $C_{\text{or}} = \{c \in C \mid l(c) = \text{or}\}$  als Menge von OR-Operatoren.
- $C_{\text{os}} = \{c \in C \mid l(c) = \text{or} \wedge |c_{\text{in}}| = 1\}$  als Menge von Split- Operatoren.
- Der OR-Split stellt eine Auswahl zwischen einem oder mehreren alternativen Prozesspfaden innerhalb des Prozesses dar. Der OR-Split wartet darauf, den Kontrollfluss in seiner eingehenden Kante zu erhalten, bevor ihm erlaubt wird, den Kontrollfluss in einer oder mehrerer seiner ausgehenden Kanten fortzusetzen.
- $C_{\text{oj}} = \{c \in C \mid l(c) = \text{or} \wedge |c_{\text{out}}| = 1\}$  als Menge von OR-Join-Operatoren.
- Ein OR-Join wartet auf jeder eingehenden Kante einen aktivierten Kontrollfluss, und aktiviert bei eingetroffener Aktivierung den Kontrollfluss seiner ausgehenden Kante und somit seinen Nachfolgerknoten. Im Gegensatz zu einem XOR-Join muss der OR-Join warten, bis alle ursprünglich durch den OR-Split aktivierten Kontrollflüsse angekommen sind. Die Entscheidung, wie viele aktivierte Kontrollflüsse in den eingehenden Kanten des OR-Join ankommen können, kann daher nicht lokal an der Stelle des OR-Joins erfolgen, sondern hängt vom Verhalten des entsprechenden OR-Split ab. Wenn der OR-Split die Kontrollflüsse auf drei unterschiedlichen Prozesspfaden aktiviert hat, muss der OR-Join auf genau diese drei Token warten, um den Prozess fortsetzen zu können. Daher wird die Semantik des OR-Join-Operators als nicht lokal bezeichnet.

### **Disjunktion (XOR-Operator)**

Es gibt spezifische XOR-Split- und XOR-Join-Operatoren, für die folgende Definitionen gelten:

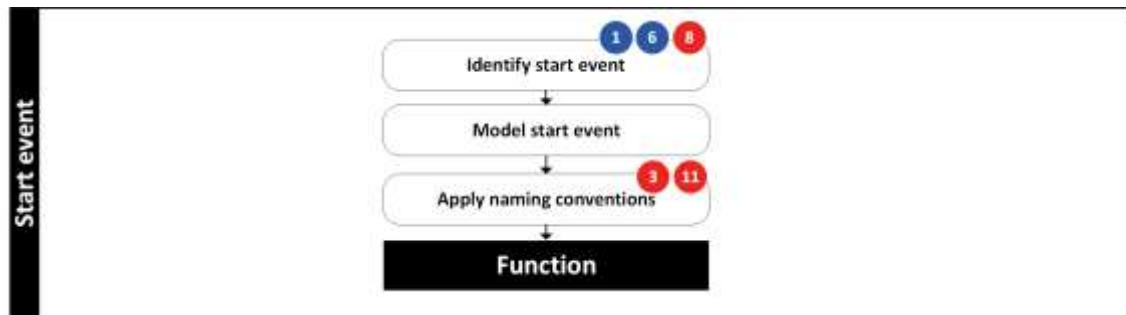
- $C_{\text{xor}} = \{c \in C \mid l(c) = \text{xor}\}$  als Menge von XOR-Konnektoren.
- $C_{\text{xs}} = \{c \in C \mid l(c) = \text{xor} \wedge |c_{\text{in}}| = 1\}$  als Menge von OR-Split Operatoren.

- Der XOR-Split stellt eine exklusive Wahl zwischen einem von mehreren alternativen Prozesspfaden innerhalb des Prozesses dar. Als Ergebnis löst ein XOR-Split genau eines von mehreren möglichen Folgeereignissen aus. Welcher der möglichen Prozesspfade aktiviert ist, hängt von den Prozessbedingungen ab:
- $C_{xj} = \{c \in C \mid l(c) = \text{xor} \wedge |n_{\text{out}}| = 1\}$  als Menge von Join-Operatoren.
- Ein XOR-Join wartet auf einen aktivierten Kontrollfluss auf einer seiner ankommenden Kanten, der dann an die ausgehende Kante weitergegeben wird und das Nachfolgerelement aktiviert. Analog zu OR-Joins wird die Semantik des XOR-Join-Operators als nicht lokal bezeichnet, da das Verhalten des Join-Operators vom bisherigen Prozessverlauf abhängt, insbesondere vom Verhalten des XOR-Split-Operators.

Zur Ergänzung des grundlegenden formalsemantischen Spezifikationsschemas einer flachen EPK, insbesondere hinsichtlich hierarchischer EPK-Modelle und erweiterte Element-Semantiken, wird an dieser Stelle auf Vorarbeiten, bspw. (Mendling 2009; Nüttgens und Rump 2002), verwiesen. Im Hinblick auf die Komplexität sowie die unklare formalsemantische Spezifikation des OR-Operators erfolgt u.a. in (Mendling 2007) eine detaillierte Erarbeitung möglicher Lösungskorridore.

## 5.5 Eine Handlungsanleitung zur EPK-Modellierung

Basierend auf identifizierten Vorarbeiten im Bereich der EPK-Modellierung wird im Folgenden ein Vorgehensmodell zur Unterstützung der Anwender bei der Transformation einer textuellen Beschreibung in ein EPK-Modell beschrieben, das in (Jannaber u. a. 2017a) im Detail erarbeitet und vorgestellt wurde. Das iterative Modell besteht aus verschiedenen Phasen, wobei jede Phase aus mehreren Ausführungsschritten besteht. Die Start-Event-Phase ist der Ausgangspunkt für jede EPK-Modellierung. Die Modellierung eines Startereignisses umfasst drei Schritte, die in Abb. 10 dargestellt sind.



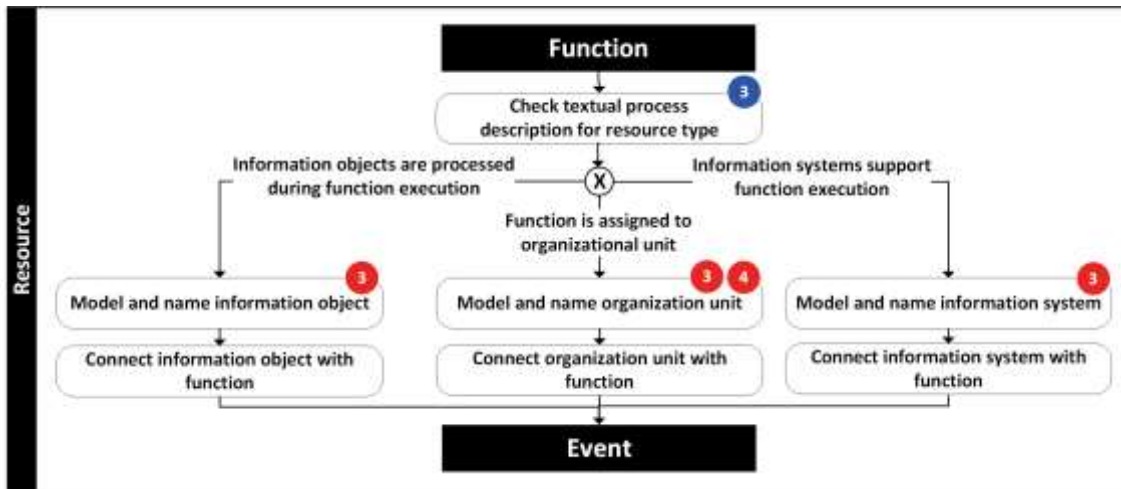
**Abb. 10:** Modellierung eines Startereignisses

Zunächst muss der Modellierer die textuelle Beschreibung des zu modellierenden Prozesses überprüfen. Ein mögliches Startereignis kann jedes Ereignis oder jeder Zustand sein, der den Prozessablauf auslöst. Nachdem das Startereignis identifiziert wurde, muss das Ereignis modelliert und anschließend beschriftet werden. Nach der Modellierung des Startereignisses folgt die Funktionsphase. Bei mehreren Startereignissen muss die angegebene Startereignisphase einmal pro Ereignis oder Zustand erneut durchlaufen werden. Für jeden Ausführungspfad wird der EPK-Modellierungszyklus separat angewendet, bis eine Zusammenführung erfolgt.

Eine Funktion erfolgt auf ein Startereignis oder ein beliebiges anderes Ereignis. Dabei können zwei Szenarien für jede Funktion auftreten, die der Modellierer identifiziert hat. Im ersten Fall, führt die textuelle Beschreibung des Prozesses zu einer neuen Funktion, welche modelliert und beschriftet werden muss. Im zweiten Fall bezieht sich die textuelle Beschreibung auf eine Funktion, die bereits im Modell enthalten ist. In diesem Fall muss der Modellierer den Prozessfluss durch einen eingefügten XOR-Operator vor der Funktion verbinden, um die EPK-Syntaxbeschränkungen zu erfüllen. Am Ende der Funktionsmodellierung erfolgt eine Überprüfung der benötigten Ressourcen. Wenn die Beschreibung einen möglichen Ressourcenverbrauch angibt, wird die Ressourcenphase ausgelöst, ansonsten folgt erneut die Funktionsphase. Die bisherige EPK-Literatur legt den Schwerpunkt auf drei verschiedene Ressourcentypen (siehe Kapitel 5.1) auf die sich das Vorgehensmodell beschränkt. Abb. 11



zeigt die verschiedenen Pfade der jeweiligen Ressourcentypen auf. Der Modellierer identifiziert die benötigte Ressource in der textuellen Beschreibung und ordnet das Ressourcenobjekt der Funktion zu. Danach führt das Vorgehensmodell zu der entsprechenden Eventphase.



**Abb. 11:** Modellierung von Ressourcen

Die Modellierung der Ereignisse ist eine entscheidende Phase des Vorgehensmodells, da es vielfältige Handlungsmöglichkeiten bezüglich eingesetzter Operatoren beinhaltet. Zusätzlich wird die Ereignismodellierung stark von den zugrundeliegenden EPK-Regeln beeinflusst. Dies wird deutlich in der folgenden Abb. 12.

Nach der Modellierung eines Ereignisses folgt immer die Funktionsphase. Zunächst wird festgestellt, ob es eine zuvor modellierte Teilung des Prozessflusses durch einen Operator gab, oder, im Fall von mehreren Startereignissen, verschiedene Prozesspfade zusammengeführt werden müssen. In diesem Fall wird ein entsprechender Join-Operator eingefügt. Hauptaufgabe dieser Phase ist die Überprüfung und anschließende Entscheidungsfindung hinsichtlich der zu modellierenden Ereignisse. Im einfachsten Fall gibt es keine Prozessteilung und der Prozessablauf wird über ein einziges Ereignis fortgesetzt. Wenn aus der Prozessbeschreibung hervorgeht, dass mehrere Ereignisse erforderlich sind, zeigt eine anschließende Prüfung der textuellen Beschreibung, wie die verschiedenen Funktionen modelliert werden müssen. Der Benutzer entscheidet, ob eine exklusive Auswahl (XOR-Operator), eine inklusive Auswahl (OR-Operator) oder ein paralleles Auftreten erforderlich ist, um der Beschreibung zu entsprechen. Der entsprechende Operator wird hinzugefügt und mit der vorhergehenden Funktion verbunden. Auch hier gibt es zwei verschiedene, mögliche Szenarien für den Modellierer.

Im ersten Fall ist das zu modellierende Ereignis nicht bereits im Modell enthalten. Im zweiten Fall ist das Ereignis bereits im Modell vorhanden. Anschließend muss der zuvor gewählte Split-

Operator mit einem entsprechenden Join-Operator vor dem identifizierten Ereignis verbunden werden. Gegen Ende der Ereignisphase muss der Anwender anhand der Prozessbeschreibung beurteilen, ob der Prozessablauf damit beendet ist. Wenn dies der Fall ist, wird die Ereignisphase ausgelöst. Wenn der Prozessablauf fortgeführt wird, muss der Modellierer prüfen, ob ein Join-Operator erforderlich ist. Wenn kein Join-Operator erforderlich ist, tritt der Modellierer wieder in die Funktionsphase ein.

Sind in der textlichen Beschreibung keine weiteren Ereignisse erkennbar, die auf einen weiteren Prozessablauf hindeuten, ist der Modellierungsprozess beendet. Die entsprechenden Schritte sind in Abb. 13 dargestellt. Mit dem Erreichen der Endereignisphase hat der Modellierer den Modellierungsprozess abgeschlossen. Damit wurde die bisherige textuelle Prozessbeschreibung in ein semi-formales EPK-Modell transformiert.

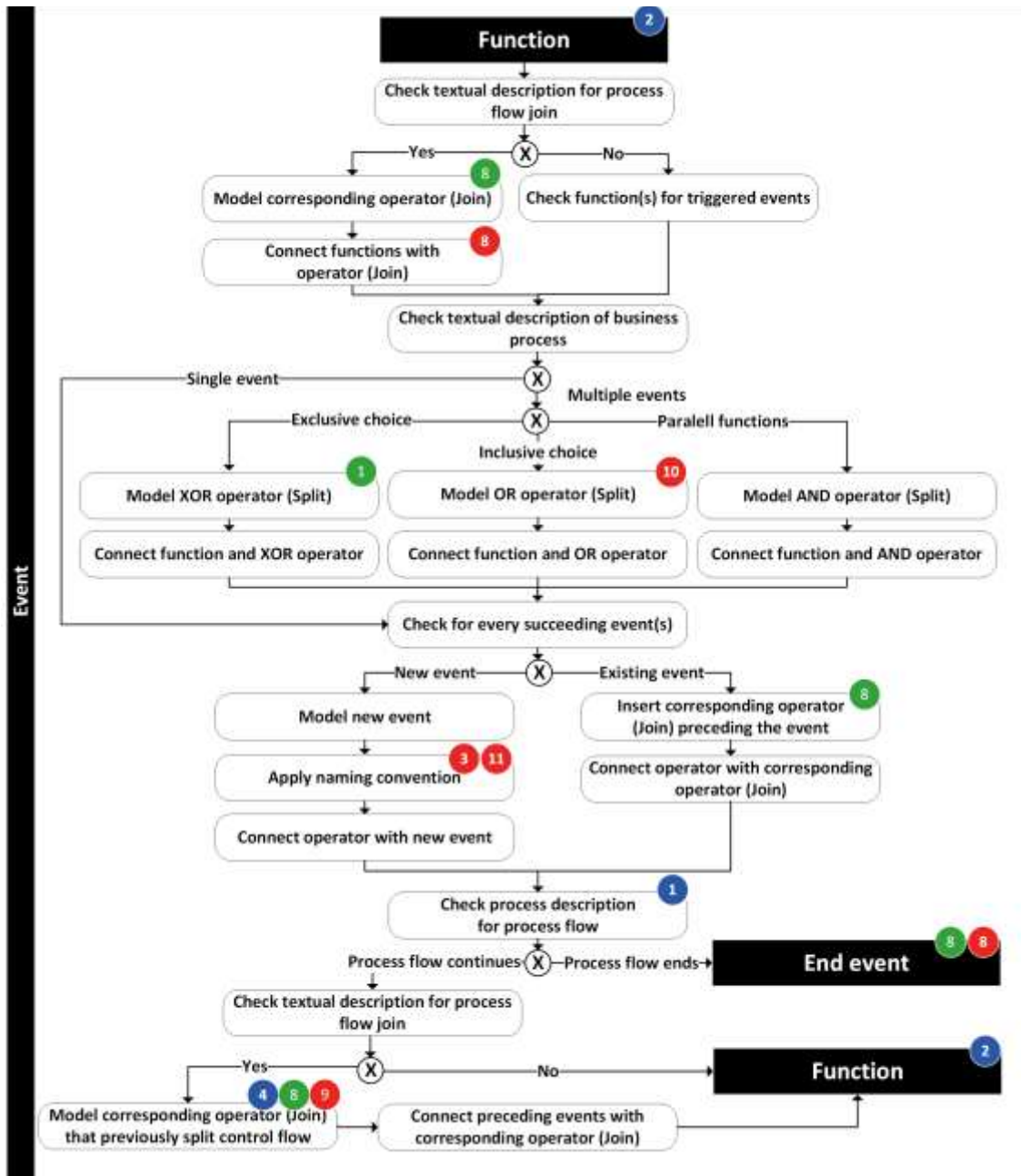


Abb. 12: Modellierung eines Ereignisses

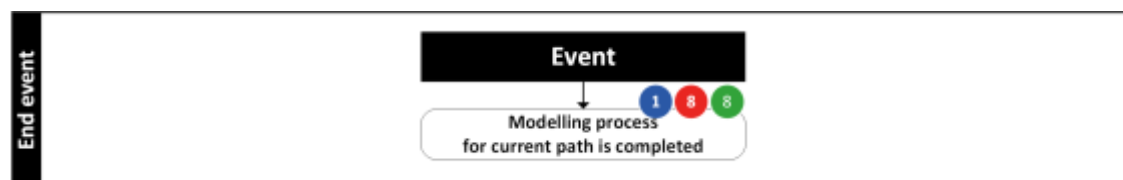


Abb. 13: Modellierung eines Endereignisses

## 5.6 Austausch- und Speicherformate der EPK

Basierend auf der Literaturanalyse (vgl. Kapitel 3) und einem zusätzlich durchgeführten Vergleich von Modellierungswerkzeugen (Karhof u. a. 2016) konnten existierende Austausch- und Speicherformate der EPK analysiert und verglichen werden. In Tabelle 14 ist eine Übersicht der Ergebnisse dieser Analyse dargestellt. Die methodische Vorgehensweise ist in (Riehle u. a. 2016a) dokumentiert, sodass an dieser Stelle auf die Präsentation der Ergebnisse, i.e., die Beschreibung des im Rahmen der Evaluation ausgewählte Austausch- und Speicherformats, fokussiert wird.

**Tabelle 14:** Übersicht von Austausch- und Speicherformaten (Riehle u. a. 2016a)

Name	Sprache	Typ	EPK-spezifisch	Meta-Daten	Layout
AML	EPC	XML (Proprietary)	Nein	Ja	Ja
XML for EPC	EPC	XML	Ja	Nein	Nein
EPML	EPC, yEPC and C-EPC	XML (EPML)	Ja	Ja	Ja
Fuzzy-EPML	Fuzzy-EPC	XML (EPML)	Ja	Ja	Ja
oEPML	oEPC	XML (EPML)	Ja	Ja	Ja
GXL	EPC	XML (GXL)	Nein	Nein	Nein
sEPC	S-EPC	Ontologie	Nein	Ja	Nein

### EPML

Die ereignisgesteuerte Prozesskettenauszeichnungssprache (EPML) wurde initial von (Mendling und Nüttgens 2003a) entwickelt und im Laufe der Jahre zunehmend verfeinert, u.a. in (Mendling und Nüttgens 2006). In weiterer Vorarbeit wurde gezeigt, wie AML-Dateien in EPML-Dateien umgewandelt werden können (Mendling und Nüttgens 2004b)

Ähnlich wie AML basiert EPML auf der Extensible Markup Language (XML), was die Verarbeitung von EPML-Dateien in vielen verschiedenen Anwendungen und Programmiersprachen erleichtert. EPML unterscheidet sich jedoch erheblich von AML, da EPML speziell für EPK-Modelle entwickelt wurde und keine anderen konzeptionellen Modelle darstellen kann. Daher beziehen sich die Knoten des XML-Dokuments in EPML direkt auf Elementtypen der EPK. Darüber hinaus werden in EPML Verbindungen zwischen Prozesselementen als Kanten bezeichnet und ebenfalls als XML-Elemente modelliert, was eine Verbesserung gegenüber reinen XML-basierten EPK-Austauschformaten darstellt, da Verbindungen direkt über das Format zugänglich sind, ohne dass über alle Elemente iteriert werden muss. Tabelle 15 zeigt beispielhaft die klassische Definition des EPML-Austauschformats für die EPK-Elemente Ereignis, Funktion, Prozessschnittstelle, Operator und Kontrollflusskante gemäß (Mendling und Nüttgens 2004c).

Um zustandsbasierte Arbeitsablaufmuster darzustellen, erweiterten (Mendling u. a. 2005a) die EPK um einen leeren Operator und Konzepte für mehrfache Instanziierung und Aufhebung. Diese Erweiterung wird als yEPC bezeichnet und wurde mit Version 1.2 der EPML für yEPC-Modelle integriert. Da Prozesse oft aus mehreren, anlassabhängigen Ausführungsvarianten haben, wurden konfigurierbare EPK-Modelle eingeführt, siehe (Recker u. a. 2005) und (Delfmann u. a. 2008), als sogenannte C-EPC. Die C-EPC wurde anschließend von (La Rosa u. a. 2011b) verwendet, um die EPML 2.0 zu erstellen, die sowohl EPK-, als auch yEPC- und C-EPC-Modelle repräsentieren kann. Ein weiterer Ansatz zur EPML wurde von (Thomas und Dollmann 2006) durch die Integration von der Fuzzy-Logik diskutiert und ermöglicht es, unscharfe Entscheidungssituationen in EPK-Modellen repräsentieren zu können. (Thomas 2009) erarbeitet zudem eine Modifikation der EPML, um dem Dateiformat unscharfe Attribute hinzuzufügen. Die EPML-Version von Thomas wurde jedoch noch nicht in EPML 2.0 integriert, was bedeutet, dass Fuzzy-EPML derzeit ein eigenständiges Dateiformat ist, obgleich es viele Gemeinsamkeiten mit EPML 2.0 hat.

**Tabelle 15:** EPML-Austauschformat für EPK-Elemente (Mendling und Nüttgens 2004c)

EPML-Element	Attribute und Sub-Elemente
<event>	@id <name> <description> <reference @defRef> ? <graphics> ? <syntaxInfo @implicitType> ?
<function>	@id <name> <description> <reference @defRef> ? <graphics> ? <syntaxInfo @implicitType> ? <toProcess @linkToEpcId> ? <unitReference @unitRef @role> ?
<processInterface>	@id <name> <description> <reference @defRef> ? <graphics> ? <syntaxInfo @implicitType> ? <toProcess @linkToEpcId> ?
<and>, <or>, <xor>	@id <name> <description> <graphics> ? <syntaxInfo @implicitType> ?
<arc>	@id <name> <description> <flow @source @target> ? <graphics> ? <syntaxInfo @implicitType> ?

In ähnlicher Weise definierten (Hogrebe u. a. 2009) eine Version der EPML, die in der Lage ist, oEPC-Modelle (objektorientierte EPK) zu speichern. Der gewählte Ansatz ist eine

Erweiterung der EPML 1.2 und wurde noch nicht in EPML 2.0 integriert, was den identifizierten Ansatz zu einem weiteren eigenständigen Dateiformat macht. Die genannten EPML-basierten Austauschformate enthalten alle eine Vielzahl von Informationen zur grafischen Darstellung von EPK-Modellen. Während die Angabe einer solchen grafischen Darstellung in EPML nicht obligatorisch ist, können alle Elemente mit ihrer x- und y-Position auf dem Bildschirm gespeichert werden. Dies ermöglicht die Rekonstruktion des EPK-Modells in verschiedenen Modellierungswerkzeugen, wodurch sichergestellt wird, dass das Modell in jeder unterschiedlichen Modellierungsumgebung gleich aussieht.

Alles in allem umfasst EPML die größten Arten von EPK-Dialekten aller Austauschformate, die in diesem Papier diskutiert werden, und stellt einen offenen XML-basierten Ansatz zum Austausch von EPK-Modellen zwischen verschiedenen Modellierern und verschiedenen Modellierungswerkzeugen dar. Demnach wird der Einsatz des EPML-Formats (Mendling und Nüttgens 2006) als Austauschformat für EPK-Modelle empfohlen.

## 5.7 Sprachvarianten und Erweiterungen der EPK

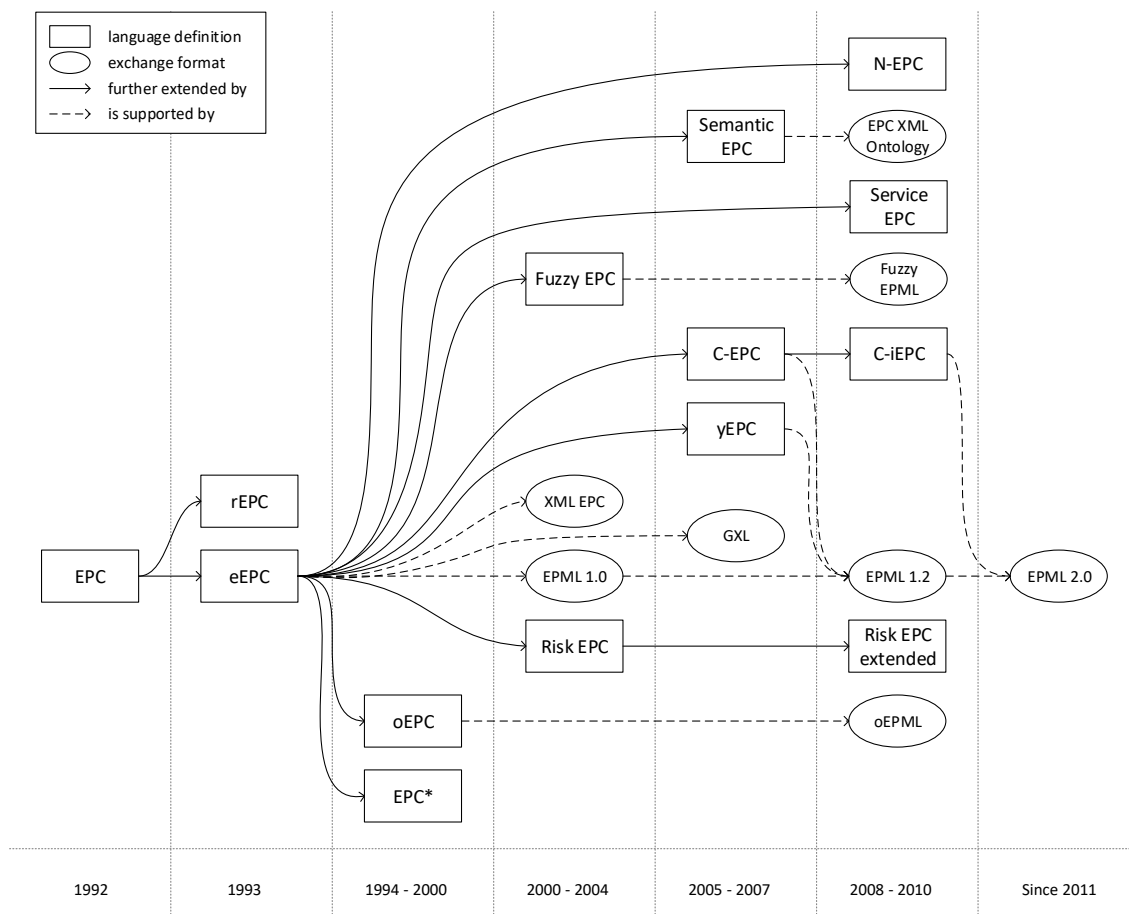
Neben den in Kapiteln 5.1, 5.2 und 5.4 beschriebenen Kernelementen der EPK existiert eine Vielzahl von Erweiterungen und Anpassungen der EPK, sowohl in der wissenschaftlichen Literatur wie auch in der Umsetzung der EPK in Modellierungswerkzeugen. Im Rahmen der Literaturanalyse (siehe auch Kapitel 3) wurden insgesamt 13 unterschiedliche Varianten der EPK identifiziert. Diese sind im Detail in (Riehle u. a. 2016b) beschrieben.

**Tabelle 16:** Übersicht über EPK-Sprachvarianten und Erweiterungen

EPK Erweiterungen	Beschreibung	Spezifikation
EPC	EPK-Prototyp, der nur aus Funktionen, Ereignissen und Operatoren besteht.	enumerativ
eEPC	Erweiterte EPK, einschließlich Organisationseinheiten, Informationsobjekten, IT-Systemen und Prozessverfeinerungen.	enumerativ
rEPC	Enthält eine state engine, die parallel zum EPK-Modell modelliert wird. Funktionen und Events sind mit der Zustandsmaschine verbunden.	formale Semantik
EPC*	Informationsobjekte können mit dem Modelldatenfluss verbunden werden; Bedingungen können dem Steuerungsfluss hinzugefügt werden.	-
oEPC	Verwendet eine objektorientierte Prozessdefinition, in der Geschäftsobjekte eine zentrale Rolle bei der Ausführung von Aktivitäten/Funktionen spielen.	enumerativ
Risk-EPC	Fügt der EPK ein Risikoelement hinzu, das mit Funktionen verknüpft werden kann.	enumerativ
Fuzzy EPC	Ein Fuzzy-Operator ermöglicht die Modellierung von unscharfen Entscheidungssituationen.	formale Semantik; Meta-Model
yEPC	Erweitert die EPK um statusbasierte Workflowmuster und Mehrfachinstanziierung.	enumerativ
Risk EPC extended	Fügt Risikoereignisse hinzu, die ausgelöst werden, wenn eine Ausnahme auftritt.	enumerativ; Meta-Model

C-EPC	Funktionen, Ereignisse und Anschlüsse sind konfigurierbar, sodass mehrere Prozessvarianten aus einem Prozessmodell generiert werden können.	formale Semantik; enumerativ
Semantic EPC	EPK-Elemente sind mit Ontologien verknüpft.	enumerativ
N-EPC	Ermöglicht das Modellieren mehrerer Ereignisse zwischen zwei Funktionen, auf triviale Ereignisse können XOR- oder OR-Operatoren folgen.	formale Semantik
Service EPC	Funktionen werden durch Dienste ersetzt.	enumerativ
C-iEPC	Erweitert die im C-EPC eingeführte Konfiguration auf Informationsobjekte, IT-Systeme und Organisationsobjekte.	formale Semantik

Die 13 EPK-Varianten sind in Tabelle 16 aufgelistet und kurz beschrieben. Zusätzlich ist in der Spalte Spezifikation vermerkt, ob und auf welche Weise die Variante der EPK in der Literatur spezifiziert wurde. Um den besseren zeitlichen Verlauf der Entstehung neuer EPK-Varianten darzustellen, sind die 13 EPK-Varianten in Abb. 14 auf einer Zeitachse dargestellt. Neben den EPK-Varianten (quadratische Boxen) sind zudem die zugehörigen Speicher- und Austauschformate aus Kapitel 5.6 eingeordnet (Ellipsen). Hierbei sind die Speicher- und Austauschformate per Pfeil genau jeden EPK-Varianten zugeordnet, deren Speicherung sie unterstützen.



**Abb. 14:** EPK-Austauschformate und Sprachvarianten im Zeitverlauf (Riehle u. a. 2016b)

## 5.8 Sprachevaluation

In den vorherigen Kapiteln wurden mehrere Spezifikationen der Ereignisgesteuerten Prozesskette vorgestellt und eine Handlungsanleitung zur Modellierung mit der EPK präsentiert. Selbstverständlich erfordern derartige Spezifikationen eine detaillierte Evaluation.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Evaluationsmethoden wurde im Rahmen des SPEAK-Projekts eine kollaborative Spezifikationsmethode verwendet, das sogenannte Collaborative Specification Engineering, welches eine offene, kollaborative Spezifikation und die dynamische Evaluation der Spezifikations-Inhalte vereint. Durch die Nutzung eines Online-Wikis (vgl. Kapitel 4) und die Einbindung von Fachexperten aus der Wissenschaft wird die EPK-Spezifikation nicht nur einmalig, sondern kontinuierlich evaluiert. Hierzu wurde insbesondere ein Expertenkreis aus insgesamt 71 Personen gebildet, der, zusätzlich zu weiteren interessierten Teilnehmern aus Wissenschaft und Praxis, nicht nur die Möglichkeit hat, den aktuellen Stand der Spezifikation im Online-Wiki zu betrachten, sondern auch konkrete Änderungsvorschläge und Diskussionsbeiträge eigenständig online einbringen konnte. Auf diese Weise konnten Änderungen zeitnah vorgeschlagen, diskutiert und übernommen werden.

Vor dem dargestellten Hintergrund argumentieren wir, dass die durch das SPEAK-Projekt entwickelte EPK-Spezifikation als evaluiert betrachtet werden kann, da sie durch einen großen Teil der wissenschaftlichen Community unterstützt wurde und nach wie vor unterstützt wird. Dabei ist zu beachten, dass durch die langfristige, dynamische Ausrichtung der Kollaborationsplattform die spezifizierten Inhalte kontinuierlichen Modifikationen unterworfen sein können, die jeweils eine erneute Evaluation durch die beteiligte Community notwendig machen.



## **6 Diskussion, Ausblick und Fazit**

Das Management von Geschäftsprozessen hat in den vergangenen Jahren im Rahmen der betrieblichen Unternehmenspraxis zunehmend an Bedeutung gewonnen (Trkman 2010). Grundlage eines erfolgreichen Geschäftsprozessmanagements (GPM) sind Prozessmodelle. Wenn diese eine hohe Qualität aufweisen, so gelten sie im Allgemeinen als ein Erfolg versprechendes Instrument der Unternehmensgestaltung (Mendling u. a. 2007a). In diesem Kontext erfährt die EPK (Keller u. a. 1992) in der Praxis sowohl in kleinen und mittelständischen Unternehmen als auch in Großkonzernen, vor allem im Kreis der DAX-Unternehmen, zur Unterstützung des GPM eine breite Akzeptanz. Die EPK wurde bis heute stetig weiterentwickelt und durch verschiedene Funktionalitäten erweitert, die sich aus speziellen Problemstellungen in der Praxis ergeben. So lassen sich umfassende Spracherweiterungen („EPK-Varianten“) und Erweiterungen um einzelne Konstrukte differenzieren. Umfangreiche Vorarbeiten stellen demnach eine zentrale Grundlage für die Erstellung der EPK-Spezifikation dar. Vergleichbare Geschäftsprozessmodellierungssprachen sind bereits durch entsprechende Institutionen standardisiert worden, zum Beispiel die Object Management Group oder die Internationale Organisation für Normung. Die Veröffentlichung dieser Standards gewährleistet die internationale Einhaltung bestimmter Sprachkomponenten wie Syntax, Notation oder Austauschformat. Obwohl es Versuche gab, detaillierte Spezifikationen für bestimmte Aspekte der EPK-Sprache bereitzustellen, wurde bisher kein konsolidiertes, konsensbasiertes Vorgehen eingeleitet, um die EPK ganzheitlich zu spezifizieren und im Sinne eines de-facto Standards langfristig zu etablieren. Aufgrund der weit verbreiteten Natur von EPKs und umfangreicher früherer Forschung auf diesem Gebiet gibt es eine Vielzahl von Beiträgen, die von verschiedenen syntaktischen oder semantischen Aussagen bis hin zu multiplen Spracherweiterungen reichen, was letztendlich zu einer mosaikartige EPK-Landschaft führt. Naturgemäß erschwert diese Situation eine Konsensbildung zusätzlich.

Der vorliegende Beitrag zielt darauf ab, die skizzierten Herausforderungen zu adressieren und eine konsensfähige Sprachspezifikation für die EPK zu entwickeln, die langfristig weiterentwickelt und als de-facto Standard einer Modellierungssprache für Geschäftsprozesse etabliert wird. Die Entwicklung der EPK-Spezifikation in diesem Beitrag erfolgt unter strikter Berücksichtigung aller relevanten Vorarbeiten, sodass gewährleistet werden kann, dass der umfangreiche Stand der Forschung bei der Erarbeitung der EPK-Spezifikation berücksichtigt und breite Zustimmung innerhalb der Modellierungsfachdomäne erreicht wird. Bei der Spezifikation der EPK wurde modular vorgegangen, in dem der gesamte Sprachumfang in separate Bausteine unterteilt wurde. Somit konnte zunächst eine enumerative Spezifikation aller EPK-Sprachelemente erfolgen, während im Anschluss detaillierte Bausteine die Sprachsyntax,-Semantik, oder Pragmatik betreffend erarbeitet worden sind. Zugleich ist auch eine Übersicht

relevanter Sprachvarianten sowie die Definition eines Austausch- und Speicherformats Bestandteil der Spezifikationsarbeiten. Durch Teilnahme eines breiten Expertenkreises aus Forschung und Praxis sind die Spezifikationsaktivitäten vor dem Hintergrund der semantischen Ausrichtung der Plattform in einem ontologischen Modell der EPK aufgegangen. Die gewählte Art und Weise der Spezifikation erweist sich aus mehreren Gründen als vorteilhaft: Zum einen können Teilnehmer am Spezifikationsprozess in einer gewohnten, traditionellen Wiki-Umgebung inhaltliche kollaborativ an der Erarbeitung von Inhalten mitwirken. Zum anderen ermöglicht die semantische Ausrichtung der Kollaborationsplattform die automatische Erstellung einer EPK-Ontologie, die durch die Verlinkung einzelner Seiten durch den Teilnehmer angestoßen wird. Durch diese ontologische Modellierung der EPK ist es möglich, die spezifizierten Inhalte in einem maschinenlesbaren Format zu exportieren.

Ansatzpunkte für weitere Forschungsarbeit sind insbesondere an der weiteren Ausgestaltung der Plattform sowie in der Optimierung von Schnittstellenkonzepten zu sehen. Im Hinblick auf die Weiterentwicklung der Kollaborationsplattform ist insbesondere die Integration von grafischen Editoren zu nennen, durch deren Hilfe gleichermaßen die Ausgestaltung der grafischen Notation der EPK unterstützt werden kann, als auch Teilnehmer am Standardisierungsprozess in die Lage versetzt werden können, spezifizierte Inhalte in einer Modellierungstestumgebung zu evaluieren. Im Kontext von Schnittstellen steht maßgeblich die reibungslose Integration des abzurufenden RDF-Formats in populäre Modellierungsumgebungen im Vordergrund. Diese Exportfunktionalität ist zukünftig einerseits um eine grafische Komponente zu erweitern, sodass die EPK-Spezifikation nicht nur primär auf syntaktischer Ebene exportiert und in externen Anwendungssystemen eingebunden werden kann. Andererseits

Zusätzlich zu der Erarbeitung der EPK-Spezifikation hat das Projekt SPEAK durch die entwickelte webbasierte Kollaborationsplattform neue Wege erprobt, im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung konsensbasierte Standardisierungs- und Spezifikationsmaßnahmen IT-gestützt umzusetzen. Neue Trendthemen wie Industrie 4.0 und Smart Services regen die gesamte Wirtschaft zum digitalen Wandel an und stellen gleichzeitig neue Anforderungen an Standardisierungsprozesse. Geprägt durch statische und intransparente Abläufe genügen diese häufig nicht mehr den Ansprüchen einer modernen Informationsgesellschaft. Um Innovation zu initialisieren und Standardisierungsbemühen in den Kontext von digitaler Transformation und raschen, technischen Weiterentwicklungen zu setzen, müssen neue Möglichkeiten analysiert und Potenziale erschlossen werden. Hierbei ist zu untersuchen, wie Standardisierung zukünftig nicht nur für, sondern auch durch die Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) adäquat gestaltet werden kann. Dazu sind sowohl die Ergebnisqualität als auch die Prozessqualität der Normung zu betrachten. Standardisierung muss als interdisziplinäre Herausforderung zwischen den verschiedenen

Fachdomänen und den jeweiligen Protagonisten verstanden werden. Zusammen mit der Integration der Öffentlichkeit in den für Standards notwendigen Diskurs können die Anzahl der Prozesszyklen reduziert und „Durchlaufzeiten“ der Normung verringert werden. Während heutzutage Normungsprozesse oftmals nach einiger Zeit neu angestoßen werden, werden durch eine Verbindung von Standardisierung und IKT zum ersten Mal eine Dynamisierung und Flexibilisierung von Normen und deren Entstehungsprozesse möglich. Dieses als Collaborative Specification Engineering bezeichnete Vorgehen soll klassische Ansätze ergänzen, sodass evolutionäre – im übertragenen Sinne „lebendige“ – Standards als neue Produktkategorie der Normung etabliert werden können.

Um die skizzierten Herausforderungen der Normung und Standardisierung vor dem Hintergrund einer zunehmend digitalisierten Welt zu adressieren, ist ein besonderes Augenmerk auf die Art und Weise der Veränderung des Normen- bzw. Standardbegriffs durch Digitalisierung zu richten. Dabei rücken die beiden Hauptargumente der Produktinnovation der IKT und der Prozessinnovation durch IKT in den Mittelpunkt. Kernelement des hier dargelegten Vorgehenskonzeptes Collaborative Specification Engineering zur Rolle der Standardisierung der Zukunft ist die Transformation von rein statischen, textbasierten Standards hin zu kollaborativ und adaptiv entwickelten – evolutionären – Online-Standards. Während traditionelle Standards als textgebundene Dokumente entwickelt und vertrieben worden sind, hat durch das Internet eine erste Wandlung stattgefunden. Zunächst wurden Informationen über Standards zusätzlich mit Hilfe einer Website verfügbar gemacht, aktuell lassen sich klassische Standards (z.B. des DIN) auch in elektronischer Form online erwerben. Durch den im Projekt SPEAK entwickelten Ansatz des Collaborative Specification Engineering soll versucht werden, neuen technologischen Möglichkeiten und Anforderungen gerecht zu werden und Standards und Spezifikationen langfristig nicht nur online zu vertreiben, sondern auch webbasiert zu entwickeln und kontinuierlich anzupassen. Dabei erfüllt die IKT eine Doppelrolle – sie ist nicht nur Gegenstandsbereich der Standardisierung, sondern auch zentrales Mittel zur Qualitäts- und Effizienzsteigerung im gesamten Standardisierungsprozess. Der evolutionäre Standard stellt eine neue Norm-Art dar und zeichnet sich insb. durch einen kollaborativen, offenen und cloudbasierten Entwicklungsansatz aus. Im Gegensatz zu bisherigen Formen wird ein evolutionärer Standard nicht als Dokument auf einen bestimmten Zeitpunkt festgelegt, sondern reagiert flexibel auf neue Anforderungen und Eigenschaften, die sich insb. im Bereich der IKT durch kurze Produktlebens-zyklen permanent neu ergeben. Beim Collaborative Specification Engineering sollen Spezifikationen, Standards und Normen – unter Ausnutzung der Potenziale der Informationstechnik – nach ingenieurmäßigen Prinzipien von Grund auf neu gestaltet und kontinuierlich verbessert werden. Die durch webbasierte und offene Kooperation und Kollaboration von Fachexperten unterschiedlicher Domänen unter transparenter Beteiligung der Öffentlichkeit entwickelten Ergebnisse sind dabei immer online abrufbar und mittels dynamischer Versionierung jederzeit anpassbar. Der evolutionäre Ansatz

führt zu einer innovativen Art der Standardisierung, die disruptiven Einfluss auf bisherige Vorgehensweisen und Geschäftsmodelle im Bereich der Normung hat. Bezogen auf die Vermarktung der entstehenden Spezifikationen und Standards sind vielfältige neue Vertriebs- und Preismodelle möglich, z.B. die Einbettung evolutionärer Standards in ein bedarfsorientiertes „as-a-service“-Geschäftsmodell. Für die Normungsprozesse und -ergebnisse wären innovative Preismodelle denkbar, die den zukünftigen Anforderungen nicht nur der digitalisierten Unternehmen, sondern auch der gesamten IKT-Wirtschaft gerecht würden: Normungskunden zahlen 2030 ähnlich zum „Pay-per-Use“-Prinzip eine transparente Standard-as-a-Service-Gebühr pro Benutzer und Monat.

### **Hinweis**

Dieser Abschlussbericht wurde parallel als Arbeitsbericht des Living Lab Business Process Management e.V. veröffentlicht (Thomas, Becker, Jannaber, Riehle, Leising: „Collaborative Specification Engineering: Kollaborative Entwicklung einer Sprachspezifikation der Ereignisgesteuerten Prozesskette unter Verwendung einer wikibasierten Onlineplattform“. In: Thomas (Hrsg.): Living Lab Business Process Management Research Report, Nr. 13, Osnabrück, Living Lab BPM e.V., ISSN 2193-777X).

### **Danksagung**

Die im Rahmen des Projekts SPEAK entwickelte EPK-Spezifikation wurde durch das BMWi unter dem Förderkennzeichen 01FS14030 gefördert. Die SPEAK-Kollaborationsplattform kann über die Webseite [www.epc-standard.org](http://www.epc-standard.org) eingesehen und bezogen werden.



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

## Literaturverzeichnis

- van der Aalst, W.M.P. (1999): *Formalization and verification of event-driven process chains*. Information and Software Technology 10(41):639–650.
- van der Aalst, W.M.P.; Desel, J.; Kindler, E. (2002): *On the semantics of EPCs: A vicious circle*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J (Hrsg.): EPK 2002. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-02). Trier, Germany, 71–79.
- van der Aalst, W.M.P.; Dreiling, A.; Gottschalk, F.; Rosemann, M.; Jansen-Vullers, M.H. (2006): *Configurable Process Models as a Basis for Reference Modeling*. Business Process Management Workshops :512–518.
- Ackerman, M. S. (2000): *The Intellectual Challenge of CSCW: The Gap Between Social Requirements and Technical Feasibility*. Human–Computer Interaction 2–3(15):179–203.
- Adamides, E. D.; Karacapilidis, N. (2006): *A knowledge centred framework for collaborative business process modelling*. Business Process Management Journal 5(12):557–575.
- ANSI (2006): *ANSI Essential Requirements: Due process requirements for American National Standards*. January:20.
- Appel, Stefan; Kleber, Pascal; Frischbier, Sebastian; Freudenreich, Tobias; Buchmann, Alejandro (2014): *Modeling and execution of event stream processing in business processes*. Information Systems (46):140–156.
- Appl, Clemens (2012): *Technische Standardisierung und Geistiges Eigentum*. Springer Verlag.
- Augustin, Larry; Bressler, Dan; Smith, Guy (2002): *Accelerating software development through collaboration*. Proceedings of the 24th International Conference on Software Engineering. ICSE 2002 :559–563.
- Ballarini, Daniele; Cadoli, Marco; Gaeta, Matteo; Mancini, Toni; Mecella, Massimo; Ritrovato, Pierluigi; Santucci, Giuseppe (2003): *Modeling real requirements for cooperative software development: A case study*. 2nd Workshop on Cooperative Supports for Distributed Software Engineering Processes. Benevento.
- Bandara, Wasana; Indulska, Marta; Chong, Sandy; Sadiq, Shazia (2007): *Major Issues in Business Process Management: An Expert Perspective*. 5th European Conference on Information Systems (ECIS). 1240–1251.
- Bar, Talia; Leiponen, Aija (2014): *Committee composition and networking in standard setting: The case of wireless telecommunications*. Journal of Economics and Management Strategy 1(23):1–23.
- Barborka, Paul; Helm, Lukas; Köldorfer, Georg; Mendling, Jan; Neumann, Gustaf; van Dongen, Boudewijn; Verbeek, Eric; van der Aalst, Wil M. P. (2006): *Integration of EPC-related Tools with ProM*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J; Mendling, Jan (Hrsg.): EPK 2006. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-06). Wien, 105–120.
- Becker, Jörg; Delfmann, Patrick; Falk, Thorsten; Knackstedt, Ralf (2003): *Multiperspektivische ereignisgesteuerte Prozessketten*. EPK 2003 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten :45–60.
- Becker, Jörg; Probandt, Wolfgang; Vering, Oliver (2012): *Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung*. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag.
- Bendix, Lars; Emanuelsson, Pär (2009): *Collaborative work with software Models - Industrial experience and requirements*. International Conference on Model-Based Systems Engineering, MBSE 2009. IEEE, 60–68.

- Benkler, Yochai (2006): *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*. 1. Auflage. Boston, Yale University Press.
- Berlecon Research (2003): *E-Business-Standards in Deutschland: Bestandsaufnahme, Probleme, Perspektiven*.
- Blind, Knut; Jungmittag, Andre; Mangelsdorf, Axel (2011): *Gesamtwirtschaftlicher Nutzen der Normung*. DIN Mitteilungen .
- Boehm, Barry; Grünbacher, Paul; Briggs, Robert O. (2001): *Developing Groupware for Requirements Negotiations: Lessons Learned*. IEEE Software 3(18):46–55.
- Bopp, Thomas; Hampel, Thorsten; Vitt, Silke (2005): *Lüüd liehrn tohoop schrieven: Integration einer Wiki-Sicht in ein raumbasiertes CSCW/L-System – Anforderungen und Umsetzung*. DeLFI :23–34.
- Bornemann, Stefan (2011): *Kooperation und Kollaboration: Das Kreative Feld als Weg zu innovativer Teamarbeit*. Springer Verlag.
- Borowicz, Frank; Scherm, Ewald (2001): *Standardisierungsstrategien: Eine erweiterte Betrachtung des Wettbewerbs auf Netzeffektmarkten*. Zfbf 4(53):391–416.
- vom Brocke, J; Rosemann, M (2010): *The Six Core Elements of Business Process Management*.
- vom Brocke, Jan; Simons, Alexander; Niehaves, Björn; Riemer, Kai; Plattfaut, Ralf; Cleven, Anne; Brocke, Jan Von; Reimer, Kai (2009): *Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process*. 17th European Conference on Information Systems (ECIS) :2206–2217.
- Buh, Brina; Kovačič, Andrej; Indihar Štemberger, Mojca (2015): *Critical success factors for different stages of business process management adoption – a case study*. Economic Research-Ekonomska Istraživanja 1(28):243–258.
- Camarinha-Matos, Luis M.; Afsarmanesh, Hamideh; Ollus, Martin (2005): *Virtual organizations: Systems and practices*.
- Chen, Peter Pin-Shan (1976): *The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data*. ACM Transactions on Database Systems (TODS) - Special issue: papers from the international conference on very large data bases 1(1):9–36.
- Choi, Beomjin; Raghu, T. S.; Vinze, Ajay; Dooley, Kevin J. (2009): *Process model for e-Business standards development: A case of ebXML standards*. IEEE Transactions on Engineering Management 3(56):448–467.
- Christakis, Nicholas A. und James H. Fowler (2010): *Connected!: die Macht sozialer Netzwerke und warum Glück ansteckend ist*. Fischer Verlag.
- Cuntz, N; Freiheit, J; Kindler, E (2005): *On the Semantics of EPCs: Faster Calculation for EPCs with Small State Spaces*. EPK 2005 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten :7–23.
- Cuntz, Nicolas; Kindler, Ekkart (2005): *On the semantics of EPCs: Efficient calculation and simulation*. Lecture Notes in Business Information Processing :398–403.
- Dassen, Andreas (2016): *Produktion von IT-Dienstleistungen – Standardisierung und Industrialisierung*. Nachhaltiges Entscheiden. Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden 2016, 273–295.
- David, Paul A.; Greenstein, Shane (1990): *The Economics of Compatibility of Standards: An Introduction to Recent Research*. Economics of Innovation and New Technology (1):3–41.
- Dean; Orwig; Lee; Vogel (1994): *Modeling with a group modeling tool: group support, model quality, and validation*. 27th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICCS). 214–223.

- Decker, G.; Mendling, J. (2009): *Process instantiation*. Data and Knowledge Engineering 9(68):777–792.
- Decker, Gero; Tscheschner, Willi (2009): *Migration von EPK zu BPMN*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J.; Mendling, Jan; Gehrke, Nick (Hrsg.): EPK 2009. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-09). 91–109.
- Dehnert, Juliane (2002): *Making EPCs fit for Workflow Management*. EPK 2003 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten :51–69.
- Dehnert, Juliane; Rittgen, Peter (2001): *Relaxed soundness of business processes*. In: Dittrich, K.R.; Geppert, A.; Norrie, M.C. (Hrsg.): Advanced Information Systems Engineering (CAiSE). Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg, 2068: , 157–170.
- Deiters, Wolfgang (1997): *Prozeßmodelle als Grundlage für ein systematisches Management von Geschäftsprozessen*. Informatik Forschung und Entwicklung (12):52–60.
- Delfmann, Patrick; Herwig, Sebastian; Karow, Milan; Lis, Łukasz (2008): *Ein konfiguratives Metamodellierungswerkzeug*. Proceedings of the Workshops colocated with the MobIS2008 Conference: Including EPK2008, KobAS2008 and ModKollGP2008 :109–127.
- Dijkman, Remco (2008): *Diagnosing Differences between Business Process Models*. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) (5240 LNCS):261–277.
- van Dongen, B. F.; Jansen-Vullers, M. H.; Verbeek, H. M W; van der Aalst, W. M P (2007): *Verification of the SAP reference models using EPC reduction, state-space analysis, and invariants*. Computers in Industry 6(58):578–601.
- van Dongen, Boudewijn; Dijkman, Remco; Mendling, Jan (2008): *Measuring similarity between business process models*. In: Bellahsene, Z.; Léonard, M. (Hrsg.): Advanced Information Systems Engineering (CAiSE). Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg, 5074: , 450–464.
- Dreiling, Alexander; Rosemann, Michael; van der Aalst, Wil M P; Sadiq, Wasim (2008): *From conceptual process models to running systems: A holistic approach for the configuration of enterprise system processes*. Decision Support Systems 2(45):189–207.
- Erol, Selim (2012): *Design and Evaluation of a Wiki-based Collaborative Process Modeling Environment*. ePub WU Institutional Repository. Wirtschaftsuniversität Wien.
- Farrell, Joseph; Simcoe, Timothy (2012): *Choosing the rules for consensus standardization*. The RAND Journal of Economics 2(43):235–252.
- Fellmann, Michael; Bittmann, Sebastian; Karhof, Arne; Stolze, Carl; Thomas, Oliver (2013): *Do We Need a Standard for EPC Modelling? The State of Syntactic, Semantic and Pragmatic Quality*. 5th International Workshop on Enterprise Modelling and Information Systems Architectures (EMISA) (GI LNI P-222) :103–117.
- Fettke P, Houy C, Loos P (2009): *Stilisierte Fakten der Ereignisgesteuerten Prozesskette - Anwendung einer Methode zur Theoriebildung in der Wirtschaftsinformatik*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J.; Mendling, Jan; Gehrke, Nick (Hrsg.): EPK 2009. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-09). 8: , 22–41.
- Fettke, Peter (2009): *Ansätze der Informationsmodellierung und ihre betriebswirtschaftliche Bedeutung: Eine Untersuchung der Modellierungspraxis in Deutschland*. Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 5(61):550–580.
- Fettke, Peter; Houy, Constantin; Loos, Peter (2010): *Zur Bedeutung von Gestaltungswissen für die gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik – Ergänzende Überlegungen und weitere Anwendungsbeispiele*. Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) (191).

- Fettke, Peter; Loos, Peter (2002): *Refactoring von Ereignisgesteuerten Prozessketten*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J. (Hrsg.): EPK 2002. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-02). 37–50.
- Filipowska, Agata; Kaczmarek, Monika; Stein, Sebastian (2009): *Semantically annotated EPC within Semantic Business Process Management*. Lecture Notes in Business Information Processing (17):486–497.
- Fomin, Vladislav; Keil, Thomas (2000): *Standardization: Bridging the gap between economic and social theory*. Proceedings of the 21st International Conference on Information Systems (ICIS). 206–217.
- Fomin, Vladislav; Keil, Thomas; Lyytinen, Kalle (2003): *Theorizing about standardization: integrating fragments of process theory in light of telecommunication standardization wars*. Sprouts: Working Papers on Information Environments, Systems and Organizations 1(3):29–60.
- Forte, Andrea; Lampe, Cliff (2013): *Defining, Understanding, and Supporting Open Collaboration: Lessons From the Literature*. American Behavioral Scientist 5(57):535–547.
- Geissler, Marco; Krüger, Adreas (2002): *Eine XML-Notation für Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank (Hrsg.): EPK 2002. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-02). 81–86.
- Gerst, Martina; Bunduchi, Raluca; Williams, Robin (2005): *Social shaping & standardization: a case study from auto industry*. Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences. 1–10.
- Ghidini, Chiara; Rospoche, Marco; Serafini, Luciano (2010): *MoKi: A wiki-based conceptual modeling tool*. CEUR Workshop Proceedings (658):77–80.
- Gottschalk, Florian; Aalst, Wil M P Van Der; Jansen-vullers, Monique H (2008): *Merging Event-Driven Process Chains*. :418–426.
- Gottschalk, Florian; Rosemann, Michael; van der Aalst, Wil M.P. (2005): *My own process: Providing dedicated views on EPCs*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J. (Hrsg.): EPK 2005. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-05). 156–175.
- Graham, Ian; Spinardi, Graham; Williams, Robin; Webster, Juliet (1995): *The dynamics of EDI standards development*. Technology Analysis & Strategic Management 1(7):3–20.
- Greenstein, Shane M. (1992): *Invisible Hands and Visible Advisors: An Economic Interpretation of Standardization*. Journal of the American Society for Information Science 8(43):538–549.
- Grefen, Paul; Aberer, Karl; Hoffner, Yigal; Ludwig, Heiko (2000): *CrossFlow: cross-organizational workflow management in dynamic virtual enterprises*. International Journal of Computer Systems Science and Engineering 5(15):277–290.
- Groß, Anne; Dörr, Jörg (2009): *Experimenteller Vergleich zweier Notationen zur Prozessmodellierung: Ereignisgesteuerte Prozessketten vs. UML-Aktivitätsdiagramme*. Softwaretechnik-Trends 1:1–2.
- Gross, Tom; Koch, Michael (2007): *Computer-Supported Cooperative Work*. München, Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.
- Grote, Karl-Heinrich; Feldhusen, Jörg (2007): *Dubbel – Taschenbuch für den Maschinenbau*. 22. Auflage. Berlin, Springer.
- Gruhn, Volker (1996): *Geschäftsprozeß-Management als Grundlage der Software-Entwicklung*. Informatik Forschung und Entwicklung (11):94–101.
- Gruhn, Volker; Laue, Ralf (2006): *Validierung syntaktischer und anderer EPK-Eigenschaften mit PROLOG*. EPK 2006 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten. 69–84.
- Gruhn, Volker; Laue, Ralf (2007a): *Einfache EPK-Semantik durch praxistaugliche Stilregeln*. EPK



2005. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-05) .
- Gruhn, Volker; Laue, Ralf (2007b): *Forderungen an hierarchische EPK-Schemata*. EPK 2007 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten. 59–76.
- Gruhn, Volker; Laue, Ralf (2007c): *What business process modelers can learn from programmers*. Science of Computer Programming 1(65):4–13.
- Haimowitz, By Joseph; Warren, Joanne (2007): *Economic Value of Standardization Submitted to the Standards Council of Canada*.
- Hallerbach, Alena; Bauer, Thomas; Reichert, Manfred (2008): *Anforderungen an die Modellierung und Ausführung von Prozessvarianten*. Datenbank Spektrum (Nr. 24):S. 48-58.
- Hanseth, Ole; Braa, Kristin (2001): *Hunting for the Treasure At the End of the Rainbow: Standardizing Corporate It Infrastructure*. Computer Supported Cooperative Work (10):261–292.
- Hanseth, Ole; Jacucci, Edoardo; Grisot, Miria; Aanestad, Margunn (2006): *Reflexive Standardization: Side Effects and Complexity in Standard Making*. MIS Quarterly Special Issue(30):563–581.
- Hanseth, Ole; Monteiro, Eric; Hatling, Morten (1996): *Developing information infrastructure: the tension between standardisation and flexibility*. Science, Technology and Human Values 4(21):407–426.
- Hartlieb, Bernd; Kiehl, Peter; Müller, Norbert (2009): *Normung und Standardisierung: Grundlagen*. 1. Auflage. Beuth Verlag.
- van Hee, Kees; Oanea, Olivia; Sidorova, Natalia (2005): *Colored Petri Nets to Verify Extended Event-Driven Process Chains*. CoopIS/DOA/ODBASE 2005 (3760):183–201.
- Hepp, Martin; Leymann, Frank; Domingue, John; Wahler, Alexander; Fensel, Dieter (2005): *Semantic business process management: a vision towards using semantic web services for business process management*. IEEE International Conference on e-Business Engineering (ICEBE). 535–540.
- Hildenbrand, Tobias; Rothlauf, Franz; Heinzl, Armin (2006): *Ansätze zur kollaborativen Softwareerstellung*. Wirtschaftsinformatik 1(49).
- Hirschmann, P.; Scheer, A.-W. (1994): *Konzeption einer DV-Unterstützung für das überbetriebliche Prozessmanagement*. Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) (113).
- Hoffmann, W.; Kirsch, J.; Scheer, A.-W. (1993a): *Modellierung mit Ereignisgesteuerten Prozeßketten*. Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) 101.
- Hoffmann, W.; Scheer, A.-W.; Hoffmann, M. (1995): *Überführung strukturierter Modellierungsmethoden in die Object Modeling Technique (OMT)*. Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) (114).
- Hoffmann, W.; Wein, R.; Scheer, A.-W. (1993b): *Konzeption eines Steuerungsmodells für Informationssysteme–Basis für die Real-Time-Erweiterung der EPK (rEPK)*. Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) 106.
- Hogrebe, Frank; Jürgens, Alexander; Pagel, Sven; Nüttgens, Markus (2009a): *EPK-Varianten auf dem Prüfstand: Explorative Studie zur Gebrauchstauglichkeit von eEPK und oEPK*. EPK 2009 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten.
- Hogrebe, Frank; Nüttgens, Markus; Kern, Heiko; Kühne, Stefan (2009b): *Towards an Integrated Product and Process Modelling: oEPC Markup Language (oEPML) for object-oriented Event-driven Process Chains (oEPC)*. Informatik 2009 - Im Focus das Leben. 3364–3377.

- Huth, Stefan; Wieland, Thomas (2008): *Geschäftsprozessmodellierung mittels Software-Services auf Basis der EPK*. In: Nissen, V.; Petsch, M.; Schorcht, H. (Hrsg.): *Service-orientierte Architekturen*. Gabler Verlag, Wiesbaden, 61–76.
- Indulska, Marta; Recker, Jan; Rosemann, Michael; Green, Peter (2009): *Business Process Modeling: Current Issues and Future Challenges*. *Advanced Information Systems Engineering (CAiSE)* June(5565):501–514.
- Jacob, Frank; Kleinaltenkamp, M. (2015): *Leistungsindividualisierung und -standardisierung. Handbuch Business-to-Business-Marketing*. 2. Auflage. Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Jannaber, Sven; Karhof, Arne; Riehle, Dennis M; Thomas, Oliver; Delfmann, Patrick (2016): *Invigorating Event-driven Process Chains – Towards an integrated meta model for EPC standardization*. *Proceedings of the 1st International Workshop on Adequacy of Modelling Methods (AQEMO'2016)*. Karlsruhe, Germany, 1–10.
- Jannaber, Sven; Riehle, Dennis; Delfmann, Patrick; Thomas, Oliver (2017a): *Help Is on the Way – Providing User Support for Epc Modelling Via a Systematic Procedure Model*. *Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS)* (2017):2667–2676.
- Jannaber, Sven; Riehle, Dennis M; Delfmann, Patrick; Thomas, Oliver; Becker, Jörg (2017b): *Designing A Framework for the Development of Domain- Specific Process Modelling Languages*. *Proceedings of the Design Science Research in Information Systems and Technology (DESIST 2017)*. Karlsruhe, Germany.
- Jansen-Vullers, M. H.; Van Der Aalst, W. M P; Rosemann, M. (2006): *Mining configurable enterprise information systems*. *Data and Knowledge Engineering* 3(56):195–224.
- Jiang, Hong; Zhao, Shukuan; Yin, Kaiqi; Yuan, Yue; Bi, Zhuming (2014): *An Analogical Induction Approach to Technology Standardization and Technology Development*. *Systems Research and Behavioral Science* 3(31):366–382.
- Kaczmarek, Michael (2002): *Definition von Anforderungen an die Modellierung und Analyse der Supply Chain*. Technical Report, Universität Dortmund.
- Karhof, Arne; Jannaber, Sven; Riehle, Dennis M; Thomas, Oliver; Delfmann, Patrick; Becker, Jörg (2016): *On the de-facto Standard of Event-driven Process Chains: Reviewing EPC Implementations in Process Modelling Tools*. *Proceedings of the Modellierung 2016*.
- Karunakaran, Arvind; Reddy, Madhu C.; Spence, Patricia Ruma (2013): *Toward a Model of Collaborative Information Behavior in Organizations*. *JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY* 12(64):2437–2451.
- Keller, Gerhard; Nüttgens, Markus; Scheer, A.-W. (1992): *Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage „Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)“*. *Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)* (87).
- Kindler, Ekkart (2003): *On the semantics of EPCs: A framework for resolving the vicious circle*. August:1–15.
- Kindler, Ekkart (2006): *On the semantics of EPCs: Resolving the vicious circle*. *Data and Knowledge Engineering* 1(56):23–40.
- Klein, Ralf; Kupsch, Florian; Scheer, August-Wilhelm (2004): *Modellierung inter-organisationaler Prozesse mit Ereignisgesteuerten Prozessketten*. *Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)* (178).
- Knuppertz T, Schnägelberger S (2008): *Status Quo Prozessmanagement 2007/2008*. Köln, Kompetenzzentrum für Prozessmanagement.
- Kolfschoten, Gwendolyn L.; Briggs, Robert O.; de Vreede, Gert-Jan; Jacobs, Peter H.M.; Appelman, Jaco H. (2006): *A conceptual foundation of the thinkLet concept for Collaboration Engineering*.

Int. J. Human-Computer Studies (64):611–621.

- Kopp, Oliver; Eberle, Hanna; Unger, Tobias; Leymann, Frank (2007): *From Process Models to Business Landscapes*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J.; Gadatsch, Andreas (Hrsg.): EPK 2007. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-07). 7–22.
- Kopp, Oliver; Unger, Tobias; Leymann, Frank (2006): *Nautilus Event-driven Process Chains : Syntax, Semantics, and their mapping to BPEL*. Proceedings of the 5th GI Workshop on Event-Driven Process Chains (EPK 2006) :85–104.
- Kopp, Oliver; Wieland, Matthias; Leymann, Frank (2010): *External and internal events in EPCs: E<sup>2</sup>EPCs*. Lecture Notes in Business Information Processing (43):381–392.
- Korherr, Birgit (2007): *Extending the EPC with Performance Measures*. :3–4.
- Korherr, Birgit; List, Beate (2006): *A UML 2 Profile for Event Driven Process Chains*. Research and Practical Issues of Enterprise Information Systems (205):161–172.
- Krumnow, Stefan; Decker, Gero; Weske, Mathias (2008): *Modellierung von EPKs im Web mit Oryx*. MobIS Workshops. 5–17.
- Kühne, Stefan; Kern, Heiko; Gruhn, Volker; Laue, Ralf (2009): *Business Process Modeling with Continuous Validation*. Lecture Notes in Business Information Processing (LNBIP). 212–223.
- Lang, Michael; Duggan, Jim (2001): *A Tool to Support Collaborative Software Requirements Management*. Requirements Engineering 3(6):161–172.
- Langner, Peter; Schneider, Christoph; Wehler, Joachim (1997): *Ereignisgesteuerte Prozesse und Petri-Netze*. 196.
- Langner, Peter; Schneider, Christoph; Wehler, Joachim (1998): *Petri Net Based Certification of Event-Driven Process Chains*. Lecture Notes in Business Information Processing (LNBIP) :286–305.
- Larsson, Andreas (2003): *Making sense of collaboration: the challenge of thinking together in global design teams*. Proceedings of the 2003 international ACM SIGGROUP conference on Supporting group work. AMC, 153–160.
- Laue, Ralf; Mendling, Jan (2008): *The Impact of Structuredness on Error Probability of Process Models*. Lecture Notes in Business Information Processing (LNBIP). 585–590.
- Laue, Ralf; Mendling, Jan (2010): *Structuredness and its significance for correctness of process models*. Information Systems and e-Business Management 3(8):287–307.
- Layzell, Paul; Brereton, O. Pearl; French, Andrew (2000): *Supporting collaboration in distributed software engineering teams*. Proceedings - Seventh Asia-Pacific Software Engineering Conference, APSEC. IEEE, 38–45.
- Lee, Charlotte P. (2007): *Boundary negotiating artifacts: Unbinding the routine of boundary objects and embracing chaos in collaborative work*. Computer Supported Cooperative Work 3(16):307–339.
- Lee, R. G.; Dale, B.G. (1998): *Business process management: a review and evaluation*. Business Process Management Journal 3(4):214–225.
- Lehr, William (1992): *Standardization : Understanding the Process*. Journal of the American Society for Information Science 8(43):550–555.
- Leimeister, Jan Marco (2014a): *Collaboration Engineering: IT-gestützte Zusammenarbeitsprozesse systematisch entwickeln und durchführen*. Springer-Verlag.
- Leimeister, Jan Marco (2014b): *Collaboration Engineering: IT-gestützte Zusammenarbeitsprozesse systematisch entwickeln und durchführen*. Berlin Heidelberg, Springer.
- Leopold, Henrik; Mendling, Jan; Reijers, Hajo a. (2011): *On the Automatic Labeling of Process Models*.

- Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) (6741 LNCS):512–520.
- Leymann, F; Altenhuber, W (1994): *Managing business processes as an information resource*. IBM Systems Journal 2(33):326–348.
- Liu, Julie Yu-Chih; Chen, Victor J.; Chan, Chien-Lung; Lie, Ting (2008): *The impact of software process standardization on software flexibility and project management performance: Control theory perspective*. Information and Software Technology 9–10(50):889–896.
- Lonjon, Antoine (2004): *Business Process Modeling and Standardization*.
- Mans, R.S. (2006): *Generic and specific eEPCs for product and customer groups*.
- Melenovsky, MJ (2005): *Business Process Management's Success Hinges on Business-Led Initiatives*. Stamford, Gartner.
- Mendling, J.; Reijers, H. A.; Cardoso, J. (2007a): *What makes process models understandable?* In: Alonso, G.; Dadam, P.; Rosemann, M. (Hrsg.): *Business Process Management (BPM 2007)* Lecture Notes in Computer Science, vol 4714. Springer Berlin Heidelberg, 48–63.
- Mendling, J.; Verbeek, H. M W; van Dongen, B. F.; van der Aalst, W. M P; Neumann, G. (2008a): *Detection and prediction of errors in EPCs of the SAP reference model*. Data and Knowledge Engineering 1(64):312–329.
- Mendling, J; La Rosa, M; ter Hofstede, A (2008b): *Soundness of EPC Process Models with Objects and Roles*.
- Mendling, Jan (2007): *Detection and prediction of errors in EPC business process models*. PhD thesis May:525.
- Mendling, Jan (2008): *Event-Driven Process Chains (EPC)*. Metrics for Process Models .
- Mendling, Jan (2009): *Event-Driven Process Chains (EPC)*. Metrics for Process Models. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 17–57.
- Mendling, Jan; van der Aalst, Wil MP (2006): *Towards EPC Semantics based on State and Context*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J.; Mendling, Jan (Hrsg.): EPK 2006. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-06). 25–48.
- Mendling, Jan; Van Der Aalst, Wil (2007): *Formalization and Verification of EPCs with OR-Joins Based on State and Context*. Proceedings of the 19th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'07) (4495):439–453.
- Mendling, Jan; Brabenetz, Alberto; Neumann, Gustaf (2004): *EPML2SVG-Generating Websites from EPML Processes*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J. (Hrsg.): EPK 2004. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-04). 55–64.
- Mendling, Jan; van Dongen, B.; van der Aalst, Wil M.P. (2007b): *On the Degree of Behavioral Similarity between Business Process Models*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J.; Gadatsch, Andreas (Hrsg.): EPK 2007. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-07). 39–58.
- Mendling, Jan; Moser, Michael; Neumann, Gustaf (2006a): *Transformation of yEPC Business Process Models to YAWL*. 2006 ACM symposium on Applied computing :1262–1266.
- Mendling, Jan; Neumann, Gustaf; van der Aalst, Wil M.P. (2007c): *Understanding the occurrence of errors in process models based on metrics*. Lecture Notes in Computer Science (LNCS) (4803):113–130.
- Mendling, Jan; Neumann, Gustaf; Nüttgens, Markus (2005a): *Yet another event-driven process chain*. Lecture Notes in Computer Science .
- Mendling, Jan; Nüttgens, Markus (2003a): *Event-Driven-Process-Chain-Markup-Language (EPML)*:

*Anforderungen, Konzeption und Anwendung eines XML-Schemas für Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK).* BTW Studierenden-Programm. 48–50.

- Mendling, Jan; Nüttgens, Markus (2003b): *EPC Modelling based on Implicit Arc Types*. 2nd International Conference on Information Systems Technology and its Applications (ISTA). 131–142.
- Mendling, Jan; Nüttgens, Markus (2003c): *EPC Syntax Validation with XML Schema Languages*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J. (Hrsg.): EPK 2003. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-03). 19–30.
- Mendling, Jan; Nüttgens, Markus (2003d): *Konzeption eines XML-basierten Austauschformates für Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)*. Informationssystem Architekturen, Wirtschaftsinformatik Rundbrief der GI Fachgruppe WI-MobIS 2(10):2003.
- Mendling, Jan; Nüttgens, Markus (2004a): *Exchanging EPC Business Process Models with EPML*. Proceedings of the 1st GI Workshop XML4BPM - XML Interchange Formats for Business Process Management at Modellierung 2004 :61–79.
- Mendling, Jan; Nüttgens, Markus (2004b): *Transformation of ARIS Markup Language to EPML*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J (Hrsg.): Workshop der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) und Treffen ihres Arbeitskreises „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten (WI-EPK)“. Luxemburg, 27–38.
- Mendling, Jan; Nüttgens, Markus (2004c): *Exchanging EPC Business Process Models with EPML*. Proceedings of the 1st GI Workshop XML4BPM - XML Interchange Formats for Business Process Management at Modellierung 2004 .
- Mendling, Jan; Nüttgens, Markus (2006): *EPC markup language (EPML): An XML-based interchange format for event-driven process chains (EPC)*. Information Systems and e-Business Management 3(4):245–263.
- Mendling, Jan; Recker, Jan; Rosemann, Michael; van der Aalst, Wil (2005b): *Towards the Interchange of Configurable EPCs: An XML-based Approach for Reference Model Configuration*. :8–21.
- Mendling, Jan; Recker, Jan; Rosemann, Michael; van der Aalst, Wil (2006b): *Generating correct EPCs from configured C-EPCs*. Proceedings of the 2006 ACM symposium on Applied computing - SAC '06 :1505.
- Molka, Judith A. (1992): *Surrounded by Standards, There is a Simpler View*. Journal of the American Society for Information Science 8(43):526–530.
- zur Muehlen, Michael; Indulska, Marta (2010): *Modeling languages for business processes and business rules: A representational analysis*. Information Systems 4(35):379–390.
- Neiger, Dina; Churilov, Leonid (2004): *Goal-Oriented Business Process Modeling with EPCs and Value-Focused Thinking*. 2nd International Conference on Business Process Management :98–115.
- Nonaka, Ikojiro (1994): *A dynamic theory of organizational knowledge creation*. Organization Science 1(5):14–37.
- Nüttgens, M; Zimmermann, V (1998): *Geschäftsprozeßmodellierung mit der objektorientierten Ereignisgesteuerten Prozeßkette (oEPK)*. Maicher, M.; Scheruhn, H.-J (Hg.) ... :1–16.
- Nüttgens, Markus; Rump, Frank J (2002): *Syntax und Semantik Ereignisgesteuerter Prozessketten (EPK)*. Prozessorientierte Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung von Informationssystemen 6(P-21):64–77.
- Ortiz, Sixto (2011): *The problem with cloud-computing standardization*. IEEE Computer 7(44):13–16.
- Pankowska, Malgorzata (2008): *National frameworks' survey on standardization of e-Government documents and processes for interoperability*. Journal of Theoretical and Applied Electronic

Commerce Research .

- Pelkmans, Jaques (1987): *The New Approach to Technical Harmonization and Standardization*. JCMS: Journal of Common Market Studies 3(25):249–269.
- Perrin, Olivier; Godart, Claude (2003): *A Contract Model to Deploy and Control Cooperative Processes*. Technologies for E-Services. Berlin Heidelberg, Springer, 78–90.
- Perrin, Olivier; Godart, Claude (2004): *A model to support collaborative work in virtual enterprises*. Data and Knowledge Engineering 1(50):63–86.
- Philippi, Stephan; Hill, Hermann Josef (2007): *Communication support for systems engineering - process modelling and animation with APRIL*. Journal of Systems and Software 8(80):1305–1316.
- Polyvyanyy, Artem; García-Bañuelos, Luciano; Dumas, Marlon (2010): *Structuring acyclic process models*. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) (6336 LNCS):276–293.
- Polyvyanyy, Artem; Smirnov, Sergey; Weske, Mathias (2008): *Reducing complexity of large EPCs*. Modellierung betrieblicher Informationssysteme: Modellierung zwischen SOA und Compliance Management (141):195–207.
- Pourshahid, Alireza; Amyot, Daniel; Peyton, Liam; Ghanavati, Sepideh; Chen, Pengfei; Weiss, Michael; Forster, Alan J. (2009): *Business process management with the user requirements notation*. Electronic Commerce Research 4(9):269–316.
- Pritchards, Jean-Philip; Armistead, Colin (1999): *Business process management – lessons from European business*. Business Process Management Journal 1(5):10–35.
- Recker, Jan C.; Rosemann, Michael; van der Aalst, Wil M. P.; Mendling, Jan (2005): *On the Syntax of Reference Model Configuration – Transforming the C-EPC into Lawful EPC Models*. Lecture Notes in Business Information Processing (LNBIP) (3812):497–511.
- Recker, Jan; Mendling, Jan; Aalst, Wil Van Der; Rosemann, Michael (2006): *Model-driven Enterprise Systems Configuration*. International Conference on Advanced Information Systems Engineering. 369–383.
- Reichert, Manfred (2000): *Prozessmanagement im Krankenhaus – Nutzen , Anforderungen und Visionen*. das Krankenhaus 11(92):903–909.
- Reijers, H.a.; Mans, R.S.; van der Toorn, R.a. (2009): *Improved model management with aggregated business process models*. Data & Knowledge Engineering 2(68):221–243.
- Reijers, Hajo A; Mendling, Jan; Recker, Jan (2010): *Business process quality management*. Handbook on Business Process Management 1. Springer, 167–185.
- Riehle, Dennis M; Jannaber, Sven; Karhof, Arne; Delfmann, Patrick; Thomas, Oliver; Becker, Jörg (2016a): *Towards an EPC Standardization – A Literature Review on Exchange Formats for EPC Models*. In: Nissen, V.; Stelzer, D.; Straßburger, S.; Fischer, D. (Hrsg.): Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2016). Ilmenau, Germany.
- Riehle, Dennis M; Jannaber, Sven; Karhof, Arne; Thomas, Oliver; Delfmann, Patrick; Becker, Jörg (2016b): *On the de-facto Standard of Event-driven Process Chains: How EPC is defined in Literature*. Proceedings of the Modellierung 2016 .
- Rieke, Tobias; Winkelmann, Axel (2008): *Modellierung und Management von Risiken - Ein prozessorientierter Risikomanagement-Ansatz zur Identifikation und Behandlung von Risiken in Geschäftsprozessen*. Wirtschaftsinformatik 5(50):346–356.
- Rittgen, Peter (1999): *Objektorientierte Analyse mit EMK . Modellierung betrieblicher Informationssysteme*, Proceedings der MobIS-Fachtagung. 8–23.
- Rittgen, Peter (2000): *Quo vadis EPK in ARIS? Ansätze zu syntaktischen Erweiterungen und einer formalen Semantik*. Wirtschaftsinformatik 1(42):27–35.

- Rodenhagen, Jörg (2002): *Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)-Multiinstanziierungsfähigkeit und referentielle Persistenz*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J. (Hrsg.): EPK 2002. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-02). 95–108.
- La Rosa, Marcello; Dumas, Marlon; ter Hofstede, Arthur H.M.; Mendling, Jan (2011a): *Configurable multi-perspective business process models*. Information Systems 2(36):313–340.
- La Rosa, Marcello; Dumas, Marlon; Ter Hofstede, Arthur H.M.; Mendling, Jan (2011b): *Configurable multi-perspective business process models*. Information Systems 2(36):313–340.
- La Rosa, Marcello; Lux, Johannes; Seidel, Stefan; Dumas, Marlon; ter Hofstede, Arthur H. M. (2006): *Questionnaire-driven Configuration of Reference Process Models*. Advanced Information Systems Engineering : 19th International Conference, CAiSE 2007, Trondheim, Norway, June 11-15, 2007. Proceedings :424–438.
- La Rosa, Marcello; Mendling, Jan; ter Hofstede, Arthur H.M. (2008): *Correctness of Business Process Models with Roles and Objects*.
- Rosemann, M.; van der Aalst, W. M P (2007): *A configurable reference modelling language*. Information Systems 1(32):1–23.
- Rosemann, Michael; Schwegmann, Ansgar; Delfmann, Patrick (2005): *Vorbereitung der Prozessmodellierung*. Prozessmanagement. Berlin Heidelberg, Springer, 45–104.
- Rump, Frank J (1999): *Geschäftsprozeßmanagement auf der Basis ereignisgesteuerter Prozeßketten: Formalisierung, Analyse und Ausführung von EPKs*. Springer-Verlag.
- Sarshar, Kamyar; Dominitzki, Philipp; Loos, Peter (2005): *Einsatz von Ereignisgesteuerten Prozessketten zur Modellierung von Prozessen in der Krankenhausdomäne – Eine empirische Methodenevaluation*. EPK 2005 -Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten :97–116.
- Scheer, August-Wilhelm (2002): *ARIS - Vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem*. Springer-Verlag.
- Scheer, August-Wilhelm; Beinhauer, Malte; Habermann, Frank (2000): *Integrierte E-Prozeßmodellierung*. Industrie Management 16(3):19–22.
- Scheer, August Wilhelm; Nüttgens, Markus; Zimmermann, Volker (1997): *Objektorientierte Ereignisgesteuerte Prozeßkette (oEPK) - Methode und Anwendung* -.
- Scheer, August Wilhelm; Thomas, Oliver; Adam, Otmar (2005): *Process Modeling using Event-Driven Process Chains*. Process-Aware Information Systems: Bridging People and Software through Process Technology :119–145.
- Schmelzer, Hermann J; Sesselmann, Wolfgang (2008): *Geschäftsprozessmanagement in der Praxis*.
- Schmidt, Kjeld (2011): *Cooperative Work and Coordinative Practices: Contributions to the Conceptual Foundations of Computer-Supported Cooperative Work (CSCW)*. London, Springer.
- Seel, Christian; Vanderhaeghen, Dominik (2005): *Meta-Model based Extensions of the EPC for Interorganisational Process Modelling*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J. (Hrsg.): EPK 2005. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-05). 117–136.
- Shapiro, Steven; Richards, Barnaby; Rinow, Michael; Schoechle, Timothy (2001): *HYBRID STANDARDS SETTING SOLUTIONS FOR TODAY'S CONVERGENT TELECOMMUNICATIONS MARKET*. Proceedings of the 2nd Conference on Standardization and Innovation in Information Technology. 348–351.
- Simcoe, Timothy (2012): *Standard Setting Committees : Consensus Governance for Shared Technology Platforms*. The American Economic Review 1(102):305–336.
- Skroch, Oliver (2008): *Zur automatischen Ermittlung von Testszenarien aus EPK-Schemata*. MobIS

Workshops. 18–30.

- Spring, Michael B.; Grisham, Christal; O'Donnell, Jon; Skogseid, Ingjerd; Snow, Andrew; Tarr, George; Wang, Peihan (1995): *Improving the Standardization Process*. Standards Policy for Information Infrastructure :220–254.
- Stadermann, Melanie (2010): *SchülerInnen und Lehrpersonen in mediengestützten Lernumgebungen: zwischen Wissensmanagement und sozialen Aushandlungsprozessen*. VS Verlag.
- Staud, Josef (2006): *Geschäftsprozessanalyse: Ereignisgesteuerte Prozessketten und objektorientierte Geschäftsprozessmodellierung für Betriebswirtschaftliche Standardsoftware*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Stoll, Stefan (2008): *IT-Management: Betriebswirtschaftliche, ökonomische und managementorientierte Konzepte*. München, Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Stoller-Schai, Daniel (2003): *E-Collaboration: die Gestaltung internetgestützter kollaborativer Handlungsfelder*. Difo Druck GmbH.
- Stüber, Frank (2011): *Anforderungen, Entwurfsmuster und Systeme für kollaboratives Schreiben*. Humboldt – Universität zu Berlin.
- Sydow, Jörg (1992): *Strategische Netzwerke: Evolution und Organisation*. Wiesbaden, Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler.
- Szczęśniak, Bartosz (2013): *Linking EPC models – an alternative approach*. Zeszyty Naukowe/Akademia Morska w Szczecinie 106(34):79–84.
- Szczęśniak, Bartosz (2014): *Limitations in detailing of EPC models*. Zeszyty Naukowe/Akademia Morska w Szczecinie 111(39):151–155.
- Tassey, Gregory (2000): *Technology-Based Markets*. Research Policy 4(29):587–602.
- Techatassanasoontorn, Angsana A.; Suo, Shuguang (2011): *Influences on standards adoption in de facto standardization*. Information Technology and Management 4(12):357–385.
- Thomas, Oliver (2009): *Fuzzy Process Engineering*. 1st editio. Auflage. Gabler Verlag | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden.
- Thomas, Oliver; Adam, Otmar (2002): *Fuzzy-Ereignisgesteuerte Prozessketten Management wissensintensiver Geschäftsprozesse Unschärfe in schwach strukturierten Geschäftsprozessen*. November.
- Thomas, Oliver; Dollmann, Thorsten (2006): *Attributierung und Regelintegration*. In: Nüttgens, Markus; Rump, Frank J.; Mendling, Jan (Hrsg.): EPK 2006. GI-Workshop „Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten“ (WI-EPK-06). 49–68.
- Thomas, Oliver; Dollmann, Thorsten (2008): *Towards the Interchange of Fuzzy-EPCs : An XML-based Approach for Fuzzy Business Process Engineering*. Multikonferenz Wirtschaftsinformatik. 1999–2010.
- Thomas, Oliver; Fellmann, Michael (2006): *Semantische Ereignisgesteuerte Prozessketten*. Data Warehousing :205–224.
- Trkman, Peter (2010): *The critical success factors of business process management*. International Journal of Information Management 2(30):125–134.
- Umapathy, Karthikeyan; Purao, Sandeep; Bagby, John (2012): *Empirical analysis of anticipatory standardization processes: A case study*. Information Systems and e-Business Management 3(10):325–350.
- Vuksic, Vesna Bosilj; Bach, Mirjana Pejic; Popovic, Ales (2013): *Supporting performance management with business process management and business intelligence: A case analysis of integration and orchestration*. International Journal of Information Management 4(33):613–619.



- Webster, Jane; Watson, Richard T (2002): *Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review*. MIS Quarterly 2(26).
- Wendt, Mario (2011): *Smart Grid – eine Herausforderung aus Sicht der Standardisierung und der IT-Sicherheit oder schon „business-as-usual“*. DuD - Datenschutz und Datensicherheit 1(35):22–26.
- Wetzstein, Branimir; Ma, Zhilei; Filipowska, Agata; Kaczmarke, Monika; Bhiri, Sami; Losada, Silvestre; Lopez-Cobo, Jose-Manuel; Cicurel, Laurent (2007): *Semantic Business Process Management: A Lifecycle Based Requirements Analysis*. Proceedings of the Workshop on Semantic Business Process and Product Lifecycle Management (SBPM 2007). 1–11.
- Winter, Andreas; Simon, Carlo (2006): *Using GXL for exchanging business process models*. Information Systems and e-Business Management 3(4):285–307.
- Wong, Wai Peng; Hazlina Ahmad, Noor; Mohd. Nasurdin, Aizzat; Mohamad, Marini Nurbanum (2014): *The impact of external environmental on business process management and organizational performance*. Service Business (8):559–586.
- Wüllenweber, Kim; Weitzel, Tim (2007): *An empirical exploration of how process standardization reduces outsourcing risks*. 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICCS).
- Yang, Ming-Hsien; Chen, Jason C. H.; Tsai, Cheng-Lun; Chao, Hung-Yi (2013): *Investigating Collaborative Commerce System from the Perspective of Collaborative Relationship*. Journal of Electronic Commerce Research 1(14):85–98.
- Zhao, Kexin; Xia, Mu (2014): *Forming Interoperability Through Interorganizational Systems Standards*. Journal of Management Information Systems 4(30):269–298.
- Zukunft, Olaf; Rump, Frank (1996): *From Business Process Modelling to Workflow Management - an integrated approach*. Business Process Modelling. Springer Berlin Heidelberg, 3–22.
- Zwick, Werner (2006): *Standardisierung im Datenschutz—Auswirkungen in der Praxis*. DuD - Datenschutz und Datensicherheit 1(30):24–28.

### **Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik**

- Nr. 1 Bolte, Ch.; Kurbel, K.; Moazzami, M.; Pietsch, W.: Erfahrungen bei der Entwicklung eines Informationssystems auf RDBMS- und 4GL-Basis; Februar 1991
- Nr. 2 Kurbel, K.: Das technologische Umfeld der Informationsverarbeitung - ein subjektiver 'State of the Art'-Report über Hardware, Software und Paradigmen; März 1991
- Nr. 3 Kurbel, K.: CA-Techniken und CIM; Mai 1991
- Nr. 4 Nietsch, M.; Nietsch, T.; Rautenstrauch, C.; Rinschede, M.; Siedentopf, J.: Anforderungen mittelständischer Industriebetriebe an einen elektronischen Leitstand - Ergebnisse einer Untersuchung bei zwölf Unternehmen; Juli 1991
- Nr. 5 Becker, J.; Prischmann, M.: Konnektionistische Modelle - Grundlagen und Konzepte; September 1991
- Nr. 6 Grob, H.L.: Ein produktivitätsorientierter Ansatz zur Evaluierung von Beratungserfolgen; September 1991
- Nr. 7 Becker, J.: CIM und Logistik; Oktober 1991
- Nr. 8 Burgholz, M.; Kurbel, K.; Nietsch, Th.; Rautenstrauch, C.: Erfahrungen bei der Entwicklung und Portierung eines elektronischen Leitstands; Januar 1992
- Nr. 9 Becker, J.; Prischmann, M.: Anwendung konnektionistischer Systeme; Februar 1992
- Nr. 10 Becker, J.: Computer Integrated Manufacturing aus Sicht der Betriebswirtschaftslehre und der Wirtschaftsinformatik; April 1992
- Nr. 11 Kurbel, K.; Dornhoff, P.: A System for Case-Based Effort Estimation for Software-Development Projects; Juli 1992
- Nr. 12 Dornhoff, P.: Aufwandsplanung zur Unterstützung des Managements von Softwareentwicklungsprojekten; August 1992
- Nr. 13 Eicker, S.; Schnieder, T.: Reengineering; August 1992
- Nr. 14 Erkelenz, F.: KVD2 - Ein integriertes wissensbasiertes Modul zur Bemessung von Krankenhausverweildauern - Problemstellung, Konzeption und Realisierung; Dezember 1992
- Nr. 15 Horster, B.; Schneider, B.; Siedentopf, J.: Kriterien zur Auswahl konnektionistischer Verfahren für betriebliche Probleme; März 1993
- Nr. 16 Jung, R.: Wirtschaftlichkeitsfaktoren beim integrationsorientierten Reengineering: Verteilungsarchitektur und Integrationsschritte aus ökonomischer Sicht; Juli 1993
- Nr. 17 Miller, C.; Weiland, R.: Der Übergang von proprietären zu offenen Systemen aus Sicht der Transaktionskostentheorie; Juli 1993
- Nr. 18 Becker, J., Rosemann, M.: Design for Logistics - Ein Beispiel für die logistikgerechte Gestaltung des Computer Integrated Manufacturing; Juli 1993
- Nr. 19 Becker, J.; Rosemann, M.: Informationswirtschaftliche Integrationsschwerpunkte innerhalb der logistischen Subsysteme - Ein Beitrag zu einem produktionsübergreifenden Verständnis von CIM; Juli 1993

- Nr. 20 Becker, J.: Neue Verfahren der entwurfs- und konstruktionsbegleitenden Kalkulation und ihre Grenzen in der praktischen Anwendung; Juli 1993
- Nr. 21 Becker, K.; Prischmann, M.: VESKONN - Prototypische Umsetzung eines modularen Konzepts zur Konstruktionsunterstützung mit konnektionistischen Methoden; November 1993
- Nr. 22 Schneider, B.: Neuronale Netze für betriebliche Anwendungen: Anwendungspotentiale und existierende Systeme; November 1993
- Nr. 23 Nietsch, T.; Rautenstrauch, C.; Rehfeldt, M.; Rosemann, M.; Turowski, K.: Ansätze für die Verbesserung von PPS-Systemen durch Fuzzy-Logik; Dezember 1993
- Nr. 24 Nietsch, M.; Rinschede, M.; Rautenstrauch, C.: Werkzeuggestützte Individualisierung des objektorientierten Leitstands ooL; Dezember 1993
- Nr. 25 Meckenstock, A.; Unland, R.; Zimmer, D.: Flexible Unterstützung kooperativer Entwurfsumgebungen durch einen Transaktions-Baukasten; Dezember 1993
- Nr. 26 Grob, H. L.: Computer Assisted Learning (CAL) durch Berechnungsexperimente; Januar 1994
- Nr. 27 Kirn, St.; Unland, R. (Hrsg.): Tagungsband zum Workshop "Unterstützung Organisatorischer Prozesse durch CSCW". In Kooperation mit GI-Fachausschuß 5.5 "Betriebliche Kommunikations- und Informationssysteme" und Arbeitskreis 5.5.1 "Computer Supported Cooperative Work", Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 4.-5. November 1993; November 1993
- Nr. 28 Kirn, St.; Unland, R.: Zur Verbundintelligenz integrierter Mensch-Computer-Teams: Ein organisationstheoretischer Ansatz; März 1994
- Nr. 29 Kirn, St.; Unland, R.: Workflow Management mit kooperativen Softwaresystemen: State of the Art und Problemabriß; März 1994
- Nr. 30 Unland, R.: Optimistic Concurrency Control Revisited; März 1994
- Nr. 31 Unland, R.: Semantics-Based Locking: From Isolation to Cooperation; März 1994
- Nr. 32 Meckenstock, A.; Unland, R.; Zimmer, D.: Controlling Cooperation and Recovery in Nested Transactions; März 1994
- Nr. 33 Kurbel, K.; Schnieder, T.: Integration Issues of Information Engineering Based I-CASE Tools; September 1994
- Nr. 34 Unland, R.: TOPAZ: A Tool Kit for the Construction of Application Specific Transaction; November 1994
- Nr. 35 Unland, R.: Organizational Intelligence and Negotiation Based DAI Systems - Theoretical Foundations and Experimental Results; November 1994
- Nr. 36 Unland, R.; Kirn, St.; Wanka, U.; O'Hare, G.M.P.; Abbas, S.: AEGIS: AGENT ORIENTED ORGANISATIONS; Februar 1995
- Nr. 37 Jung, R.; Rimpler, A.; Schnieder, T.; Teubner, A.: Eine empirische Untersuchung von Kosteneinflußfaktoren bei integrationsorientierten Reengineering-Projekten; März 1995
- Nr. 38 Kirn, St.: Organisatorische Flexibilität durch Workflow-Management-Systeme?; Juli 1995
- Nr. 39 Kirn, St.: Cooperative Knowledge Processing: The Key Technology for Future Organizations; Juli 1995

- Nr. 40 Kirn, St.: Organisational Intelligence and Distributed AI; Juli 1995
- Nr. 41 Fischer, K.; Kirn, St.; Weinhard, Ch. (Hrsg.): Organisationsaspekte in Multiagentensystemen; September 1995
- Nr. 42 Grob, H. L.; Lange, W.: Zum Wandel des Berufsbildes bei Wirtschaftsinformatikern, Eine empirische Analyse auf der Basis von Stellenanzeigen; Oktober 1995
- Nr. 43 Abu-Alwan, I.; Schlagheck, B.; Unland, R.: Evaluierung des objektorientierten Datenbankmanagementsystems ObjectStore; Dezember 1995
- Nr. 44 Winter, R.: Using Formalized Invariant Properties of an Extended Conceptual Model to Generate Reusable Consistency Control for Information Systems; Dezember 1995
- Nr. 45 Winter, R.: Design and Implementation of Derivation Rules in Information Systems; Februar 1996
- Nr. 46 Becker, J.: Eine Architektur für Handelsinformationssysteme; März 1996
- Nr. 47 Becker, J.; Rosemann, M. (Hrsg.): Workflowmanagement - State-of-the-Art aus Sicht von Theorie und Praxis, Proceedings zum Workshop vom 10. April 1996; April 1996
- Nr. 48 Rosemann, M.; zur Mühlen, M.: Der Lösungsbeitrag von Metadatenmodellen beim Vergleich von Workflowmanagementsystemen; Juni 1996
- Nr. 49 Rosemann, M.; Denecke, Th.; Püttmann, M.: Konzeption und prototypische Realisierung eines Informationssystems für das Prozeßmonitoring und -controlling; September 1996
- Nr. 50 v. Uthmann, C.; Turowski, K. unter Mitarbeit von Rehfeldt, M.; Skall, M.: Workflow-basierte Geschäftsprozeßregelung als Konzept für das Management von Produktentwicklungsprozessen; November 1996
- Nr. 51 Eicker, S.; Jung, R.; Nietsch, M.; Winter, R.: Entwicklung eines Data Warehouse für das Produktionscontrolling: Konzepte und Erfahrungen; November 1996
- Nr. 52 Becker, J.; Rosemann, M.; Schütte, R. (Hrsg.): Entwicklungsstand und Entwicklungsperspektiven der Referenzmodellierung, Proceedings zur Veranstaltung vom 10. März 1997; März 1997
- Nr. 53 Loos, P.: Capture More Data Semantic Through the Expanded Entity-Relationship Model (PERM); Februar 1997
- Nr. 54 Becker, J.; Rosemann, M. (Hrsg.): Organisatorische und technische Aspekte beim Einsatz von Workflowmanagementsystemen. Proceedings zur Veranstaltung vom 10. April 1997; April 1997
- Nr. 55 Holten, R.; Knackstedt, R.: Führungsinformationssysteme - historische Entwicklung und Konzeption; April 1997
- Nr. 56 Holten, R.: Die drei Dimensionen des Inhaltsaspektes von Führungsinformationssystemen; April 1997
- Nr. 57 Holten, R.; Striemer, R.; Weske, M.: Ansätze zur Entwicklung von Workflow-basierten Anwendungssystemen - eine vergleichende Darstellung; April 1997
- Nr. 58 Kuchen, H.: Arbeitstagung Programmiersprachen, Tagungsband; Juli 1997.

- Nr. 59 Vering, O.: Berücksichtigung von Unschärfe in betrieblichen Informationssystemen - Einsatzfelder und Nutzenpotentiale am Beispiel der PPS; September 1997.
- Nr. 60 Schwegmann, A.; Schlagheck, B.: Integration der Prozeßorientierung in das objektorientierte Paradigma: Klassenzuordnungsansatz vs. Prozessklassenansatz; Dezember 1997.
- Nr. 61 nicht erschienen.
- Nr. 62 Wiese, J.: Ein Entscheidungsmodell für die Auswahl von Standardanwendungssoftware am Beispiel von Warenwirtschaftssystemen; März 1998.
- Nr. 63 Kuchen, H.: Workshop on Functional and Logic Programming, Proceedings; Juni 1998.
- Nr. 64 Uthmann, C. v.; Becker, J.; Brödner, P.; Maucher, I.; Rosemann, M.: PPS meets Workflow. Proceedings zum Workshop vom 9. Juni 1998; Juni 1998.
- Nr. 65 Scheer, A.-W.; Rosemann, M.; Schütte, R. (Hrsg.): Integrationsmanagement; Januar 1999.
- Nr. 66 zur Mühlen, M.: Internet - Technologie und Historie; Juni 1999.
- Nr. 67 Holten R.: A Framework for Information Warehouse Development Processes; Mai 1999.
- Nr. 68 Holten R.; Knackstedt, R.: Fachkonzeption von Führungsinformationssystemen - Instanziierung eines FIS-Metamodells am Beispiel eines Einzelhandelsunternehmens; Mai 1999.
- Nr. 69 Holten, R.: Semantische Spezifikation Dispositiver Informationssysteme; Juli 1999.
- Nr. 70 Becker, J.: Workflow Management Conference.Proceedings of the 1999 Workflow Management Conference on Workflow based Applications; 1999.
- Nr. 71 Klein, S.; Schneider, B.; Vossen, G.; Weske, M.; Projektgruppe PESS: Eine XML-basierte Systemarchitektur zur Realisierung flexibler Web-Applikationen; Juli 2000.
- Nr. 72 Klein, S.; Schneider, B. (Hrsg): Negotiations and Interactions in Electronic Markets, Proceedings of the Sixth Research Symposium on Emerging Electronic Markets, Muenster, Germany, September 19 - 21, 1999; August 2000.
- Nr. 73 Becker, J.; Bergerfurth, J.; Hansmann, H.; Neumann, S.; Serries, T.: Methoden zur Einführung Workflow-gestützter Architekturen von PPS-Systemen; November 2000.
- Nr. 74 Terveer, I.: Die asymptotische Verteilung der Spannweite bei Zufallsgrößen mit paarweise identischer Korrelation; Februar 2002.
- Nr. 75 Becker, J. (Ed.): Research Reports, Proceedings of the University Alliance Executive Directors Workshop – ECIS 2001; Juni 2001.
- Nr. 76 Klein, u.a. (Eds.): MOVE: Eine flexible Architektur zur Unterstützung des Außendienstes mit mobile devices (nicht erschienen)
- Nr. 77 Knackstedt, R.; Holten, R.; Hansmann, H.; Neumann, St.: Konstruktion von Methodiken: Vorschläge für eine begriffliche Grundlegung und domänenspezifische Anwendungsbeispiele; Juli 2001
- Nr. 78 Holten, R.: Konstruktion domänenspezifischer Modellierungstechniken für die Modellierung von Fachkonzepten; August 2001

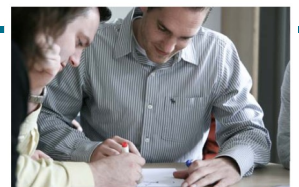
- Nr. 79 Vossen, G., Hüsemann, B., Lechtenbörger, J.: XLX – Eine Lernplattform für den universitären Übungsbetrieb; August 2001
- Nr. 80 Knackstedt, R., Serries, Th.: Gestaltung von Führungsinformationssystemen mittels Informationsportalen; Ansätze zur Integration von Data-Warehouse- und Content-Management-Systemen; November 2001
- Nr. 81 Holten, R.: Conceptual Models as Basis for the Integrated Information Warehouse Development; Oktober 2001
- Nr. 82 Teubner, A.: Informationsmanagement: Historie, disziplinärer Kontext und Stand der Wissenschaft; Februar 2002
- Nr. 83 Vossen, G.: Vernetzte Hausinformationssysteme – Stand und Perspektive; Oktober 2001
- Nr. 84 Holten, R.: The MetaMIS: Approach for the Specification of Management Views on Business Processes; November 2001
- Nr. 85 Becker, J.; Neumann, S.; Hansmann, H. : Workflow-integrierte Produktionsplanung und-steuerung: ein Architekturmodell für die Koordination von Prozessen der industriellen Auftragsabwicklung; Januar 2002
- Nr. 86 Teubner, R.A.; Klein, S.: Bestandsaufnahme aktueller deutschsprachiger Lehrbücher zum Informationsmanagement; April 2002
- Nr. 87 Holten, R.: Specification of Management Views in Information Warehouse Projects; April 2002
- Nr. 88 Holten, R.; Dreiling, A.: Specification of Fact Calculations within the MetaMIS Approach; Juni 2002
- Nr. 89 Holten, R.: Metainformationssysteme – Backbone der Anwendungssystemkopplung; Juli 2002
- Nr. 90 Becker, J.; Knackstedt, R.: Referenzmodellierung 2002. Methoden – Modelle – Erfahrungen; August 2002
- Nr. 91 Teubner, A.: Grundlegung Informationsmanagement; Februar 2003
- Nr. 92 Vossen, G.; Westerkamp, P.: E-Learning as a Web Service; Februar 2003
- Nr. 93 Becker, J.; Holten, R.; Knackstedt, R.; Niehaves, B.: Forschungsmethodische Positionierung in der Wirtschaftsinformatik - epistemologische, ontologische und linguistische Leitfragen; März 2003
- Nr. 94 Algermissen, L.; Niehaves, B.: E-Government – State of the art and development perspectives; April 2003
- Nr. 95 Teubner, R. A.; Hübsch, T.: Information Management a Global Discipline? Assessing Anglo-American Teaching and Literature by a Web Contents Analysis; Oktober 2003
- Nr. 96 Teubner, R.A.: Information Ressource Management; November 2003
- Nr. 97 Köhne, Frank; Klein, Stefan: Prosuming in der Telekommunikationsbranche: Eine Delphi-Studie; Dezember 2003
- Nr. 98 Pankratius, V.; Vossen, G.: Towards E-Learning Grids; September 2003

- Nr. 99 Paul, H.; Vossen, G.: Tagungsband EMISA 2003: Auf dem Weg in die E-Gesellschaft; Oktober 2003
- Nr. 100 Vidyasankar, K.; Vossen, G.: A Multi-Level Model for Web Service Composition; Oktober 2003
- Nr. 101 Becker, J.; Dreiling, A.; Serries, T.: Datenschutz als Rahmen für das Customer-Relationship-Management – Einfluss des geltenden Rechts auf die Spezifikation von Führungsinformationssystemen; November 2003
- Nr. 102 Müller, R.A.; Lembeck, C.; Kuchen, H.: A GlassTT – A Symbolic Java Virtual Machine using Constraint Solving Techniques; November 2003
- Nr. 103 Becker, J., Brelage, C., Crisandt, J., Dreiling, A., Holten, R., Ribbert, M., Seidel, S.: Methodische und technische Integration von Daten- und Prozessmodellierungstechniken für Zwecke der Informationsbedarfsanalyse; November 2003
- Nr. 104 Teubner, R.A.: Information Technology Management; April 2004
- Nr. 105 Teubner, R.A.: Information Systems Management; August 2004
- Nr. 106 Becker, J. ; Brelage, Ch. ; Gebherdt, H.-J.; Recker, J.; Müller-Wienbergen, F.: Fachkonzeptionelle Modellierung und Analyse web-basierter Informationssysteme mit der MW-Kid Modellierungstechnik am Beispiel von ASInfo; Mai 2004
- Nr. 107 Hagemann, S.; Rodewald, G.; Voigt, H.; Vossen, G.; Westerkamp, P.: BoGSy - ein Informationssystem für Botanische Gärten; September 2004
- Nr. 108 Schneider, B. ; Totz, C.: Web gestützte Konfiguration komplexer Produkte und Dienstleistungen; September 2004
- Nr. 109 Algermissen, L., Büchel, N., Delfmann, P., Dümmer, S., Drawe, S., Falk, T., Hinzen, M., Meesters, S., Müller, T., Niehaves, B., Niemeyer, G., Pepping, M., Robert, S., Rosenkranz, C., Stichnote, M., Wienefoet, T.: Anforderungen an Virtuelle Rathäuser – Ein Leitfaden für die herstellerunabhängige Softwareauswahl; Oktober 2004
- Nr. 110 Algermissen, L., Büchel, N., Delfmann, P., Drawe, S., Falk, T., Hinzen, M., Meesters, S., Müller, T., Niehaves, B., Niemeyer, G., Pepping, M., Robert, S., Rosenkranz, C., Stichnote, M., Wienefoet, T.: Fachkonzeptionelle Spezifikation von Virtuellen Rathäusern – Ein Konzept zur Unterstützung der Implementierung; Oktober 2004
- Nr. 111 Becker, J., Janiesch, C., Pfeiffer, D., Rieke, T., Winkelmann, A.: Studie: Verteilte Publikationserstellung mit Microsoft Word und den Microsoft SharePoint Services; Dezember 2004
- Nr. 112 Teubner, R. A. ; Terwey, J.: Informations-Risk- Management: Der Beitrag internationaler Normen und Standards; April 2005
- Nr. 113 Teubner, R. A.: Methodische Integration von Organisations- und Informationssystemgestaltung: Historie, Stand und zukünftige Herausforderungen an die Wirtschaftsinformatik-forschung; Mai 2006
- Nr. 114 Becker, J., Janiesch, C., Knackstedt, R., Kramer, S., Seidel, S.: Konfigurative Referenzmodellierung mit dem H2-Toolset; November 2006

- Nr. 115 Becker, J., Janiesch, C., Knackstedt, R., Müller-Wienbergen, F., Seidel, S.: H2 for Reporting – Analyse, Konzeption und kontinuierliches Metadatenmanagement von Management-Informationssystemen; Februar 2007
- Nr. 116 Becker, J., Janiesch, C., Kramer, S.: Modellierung und Konfiguration elektronischer Geschäftsdokumente mit dem H2-Toolset; Juli 2007
- Nr. 117 Becker, J., Winkelmann, A., Philipp, M.: Entwicklung eines Referenzvorgehensmodells zur Auswahl und Einführung von Office-Suiten; Dezember 2007
- Nr. 118 Teubner, R. A.: IT-Service Management, ein neues Paradigma für das Informationsmanagement; Februar 2008
- Nr. 119 Knackstedt, R., Beverungen, D., Glauner, Chr., Stypmann, M., Rosenkranz, Chr., Schmitt, R., Hatfield, S., Schmitz, G., Eberhardt, S., Dietz, M., Thomas, O., Walter, P., Lönngren, H.-M.: Ein Plädoyer für die Entwicklung eines multidimensionalen Ordnungsrahmens zur hybriden Wertschöpfung; Januar 2008
- Nr. 120 Becker, J., Krcmar, H., Niehaves, B. (Hrsg.): Wissenschaftstheorie gestaltungsorientierter Wirtschaftsinformatik; Februar 2008
- Nr. 121 Winkelmann, A.: Vergleich von Softwareauswahlplattformen, -Tools und Marktübersichten; Februar 2008
- Nr. 122 Vossen, G.: DaaS-Workshop und das Studi-Programm; Februar 2009
- Nr. 123 Knackstedt, R., Pöppelbuß, J.: Dokumentationsqualität von Reifegradmodellentwicklungen, April 2009
- Nr. 124 Winkelmann, A.: Fachkonzeptionelle Spezifikation einer Betriebsdatenerfassungskomponente für ERP-Systeme; Juli 2009
- Nr. 125 Becker, J., Knackstedt, R., Beverungen, D.: Modellierung der hybriden Wertschöpfung: Eine Vergleichsstudie zu Modellierungstechniken; November 2009
- Nr. 126 Beverungen, D.: Stand der Normung und Standardisierung der hybriden Wertschöpfung; Januar 2010
- Nr. 127 Majchrzak, T. A. ; Kuchen, H.: Handlungsempfehlungen für erfolgreiches Testen von Software in Unternehmen; Februar 2010
- Nr. 128 Becker, J., Bergener, P., Eggert, M., Heddier, M., Hofmann, S., Knackstedt, R., Räckers, M.: IT-Risiken : Ursachen, Methoden, Forschungsperspektiven; Februar 2011
- Nr. 129 Becker, J., Knackstedt, R., Steinhorst, M.: Referenzmodellierung von Internetauftritten am Beispiel von Handelsverbundgruppen; Januar 2011
- Nr. 130 Becker, J., Beverungen, D., Knackstedt, R., Matzner, M., Müller, O., Pöppelbuß, J.: Flexible Informationssystem-Architekturen für hybride Wertschöpfungsnetzwerke (FlexNet); Forschungsprojekt im Rahmen der BMBF - Fördermaßnahme „Integration von Produktion und Dienstleistung: Wachstumsstrategien für hybride Wertschöpfung“; Januar 2011
- Nr. 131 Vossen, G., Haselmann, T., Röpke, Ch.: Empirische Bestandsaufnahme des Software-as-a-Service-Einsatzes in kleinen und mittleren Unternehmen; Februar 2011
- Nr. 132 Tagungsband 16. Kolloquium Programmiersprachen und Grundlagen der Programmierung (KPS'11); November 2011



- Nr. 133 Dlugosz, S., Müller-Funk, U.: Ziffernanalyse zur Betrugserkennung in Finanzverwaltungen – Prüfung von Kassenbelegen; Juli 2012
- Nr. 134 Frederick, J., Feuring, S., Köffer, S., Katschewitz, S., Plattfaut, R., Malsbender, A., Voigt, M., Niehaves, B., Becker, J.: Studie: Einsatz von BPM Suiten zur kollaborative Dienstleistungsinnovation; August 2012
- Nr. 135 Vossen, G., Lechtenbörger, J., Fekete, D.: Big Data in kleinen und mittleren Unternehmen — eine empirische Bestandsaufnahme; Juni 2015
- Nr. 136 Lechtenbörger, J., Ling, J., Vossen, G.: Hauptspeicherdatenbanken — Denkgeschwindigkeit auch für KMU?; Juni 2015
- Nr. 137 Matzner, M., Plenter, F., Benthaus, S., Todenhöfer, L., Fronc, S., Wiget, V., Löchte, M., Chasin, F., von Hoffen, M., Backhaus, K., Becker, J., Borchert, M.: Das CrowdStrom-Geschäftsmodell; Oktober 2015
- Nr. 138 Lange, J., Stahl, F., & Vossen, G.: Datenmarktplätze in verschiedenen Forschungsdisziplinen: Eine Übersicht; 2016.
- Nr. 139 Teubner, R. A.; Remfert, C.: Eine Fallstudie zur Einführung des ITServiceManagement in einer Lehr- und Forschungseinrichtung; Dezember 2016
- Nr. 140 Thomas, O.; Becker, J.; Jannaber, S.; Riehle, D. M., & Leising, I.: Collaborative Specification Engineering: Kollaborative Entwicklung einer Sprach-Spezifikation der Ereignis-gesteuerten Prozesskette unter Verwendung einer Wiki-basierten Onlineplattform; Juni 2018



## Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik

### Kontakt

Institut für Wirtschaftsinformatik

✉ Leonardo-Campus 3, 48149 Münster

☎ +49 (251) 8338100

@ becker@ercis.uni-muenster.de

💻 <http://www.wi.uni-muenster.de>



ISSN 1438-3985