

2011

Sind Ereignisgesteuerte Prozessketten besser für Fachanwender geeignet als UML Aktivitätsdiagramme? Eine empirische Untersuchung

Sven Overhage

University of Augsburg, sven.overhage@wiwi.uni-augsburg.de

Sebastian Schlauderer

University of Augsburg, sebastian.schlauderer@uni-bamberg.de

Dominik Q. Birkmeier

University of Augsburg, dominik.birkmeier@wiwi.uni-augsburg.de

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/wi2011>

Recommended Citation

Overhage, Sven; Schlauderer, Sebastian; and Birkmeier, Dominik Q, "Sind Ereignisgesteuerte Prozessketten besser für Fachanwender geeignet als UML Aktivitätsdiagramme? Eine empirische Untersuchung" (2011). *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2011*. 40.
<http://aisel.aisnet.org/wi2011/40>

This material is brought to you by the Wirtschaftsinformatik at AIS Electronic Library (AISEL). It has been accepted for inclusion in Wirtschaftsinformatik Proceedings 2011 by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISEL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

Sind Ereignisgesteuerte Prozessketten besser für Fachanwender geeignet als UML Aktivitätsdiagramme? Eine empirische Untersuchung

Sven Overhage
Forschungsgruppe
Component & Service
Engineering
Universität Augsburg, 86159
Augsburg, Deutschland
sven.overhage@
wiwi.uni-augsburg.de

Sebastian Schlauderer
Forschungsgruppe
Component & Service
Engineering
Universität Augsburg, 86159
Augsburg, Deutschland
sebastian.schlauderer@
wiwi.uni-augsburg.de

Dominik Birkmeier
Forschungsgruppe
Component & Service
Engineering
Universität Augsburg, 86159
Augsburg, Deutschland
dominik.birkmeier@
wiwi.uni-augsburg.de

ABSTRACT

Die Modellierung und Verbesserung von Geschäftsprozessen gehört zu den zentralen Aufgaben in Unternehmen. Um diese Aufgabe effizient umzusetzen, ist es erforderlich, dass die eingesetzte Modellierungssprache neben Analysten und Entwicklern auch Fachanwendern eine aktive Beteiligung erlaubt. Im Rahmen des Beitrags werden zwei weitverbreitete Sprachen, Ereignisgesteuerte Prozessketten und UML Aktivitätsdiagramme, empirisch untersucht. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage, welche Notation für Fachanwender besser zur Abbildung von Geschäftsprozessen geeignet ist und durch welche sprachlichen Eigenschaften Unterschiede entstehen. Grundlage der Untersuchung ist eine Studie, in der 73 Teilnehmer Geschäftsprozesse unter kontrollierten Bedingungen mit beiden Sprachen modellierten. Die Ergebnisse der Studie werden explorativ ausgewertet, um wissenschaftlich gesicherte Erkenntnisse über die Eignung beider Sprachen zu gewinnen und zur Theoriebildung beizutragen.

1. EINLEITUNG

Die Modellierung von Geschäftsprozessen mit dem Ziel einer Verbesserung der Abläufe gehört zu den zentralen Zielen in Unternehmen [15]. Eine wesentliche Voraussetzung für die Erreichung dieses Ziels ist die Nutzung einer Geschäftsprozessmodellierungssprache, die es Managern, Fachanwendern, Analysten und Entwicklern gleichermaßen erlaubt, sich an der Abbildung und Verbesserung von Unternehmensabläufen zu beteiligen [1, 30]. Dem Bedarf an entsprechend geeigneten Sprachen steht eine Vielzahl an Notationen gegenüber, darunter formale Notationen (z.B. Petri-Netze), technische Notationen der Software-Entwicklung (z.B. UML Aktivitätsdiagramme) und betriebswirtschaftliche Notationen, die auf eine Verwendung durch Fachanwender ausgelegt sind (z.B. Ereignisgesteuerte Prozessketten). Hierzulande haben

sich einer Studie zufolge vor allem Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) sowie – die mit einigem Abstand folgenden – UML Aktivitätsdiagramme (AD) durchgesetzt [26].

Um die Auswahl eines Modellierungsansatzes methodisch zu unterstützen, ist es notwendig, vorhandene Sprachen systematisch in Bezug auf ihre Anwendbarkeit für die unterschiedlichen Parteien eines Unternehmens zu vergleichen und zu bewerten [16]. Jedoch finden sich in der wissenschaftlichen Literatur nur wenige Arbeiten, die Aufschluss über die Eignung der verschiedenen Sprachen zur Abbildung bzw. Interpretation von Geschäftsprozessen geben [24]. Häufig basiert die Einschätzung der Sprachen deshalb auf Expertenurteilen. So wird der Erfolg der EPK u.a. darauf zurückgeführt, dass sie „für den Fachanwender leicht zu erlernen sind und die abgebildeten Prozesse strukturiert und übersichtlich darstellen“ [13]. Durch ihre Vergleichen mit technischen und formalen Ansätzen „höhere Anschaulichkeit“ unterstützen EPK „nicht nur den Informationssystem-, sondern auch den Organisationsgestalter“ [2]. AD werden dagegen trotz einer gewissen Ähnlichkeit als zu technikorientiert [31] oder gar als fremdartig für Fachanwender [22] eingestuft. Jedoch bleibt unklar, wieso EPK im Vergleich zu AD über eine vermeintlich höhere Anschaulichkeit bzw. bessere Eignung für Fachanwender verfügen.

Im Folgenden wird die Eignung von EPK und AD für Fachanwender deshalb systematisch untersucht. Das Ziel des Beitrags ist es, wissenschaftliche Erkenntnisse über deren Verwendbarkeit zur Modellierung und die ursächlichen sprachlichen Eigenschaften zu gewinnen. Insbesondere werden folgende Forschungsfragen untersucht: *Sind EPK besser für Fachanwender zur Abbildung von Geschäftsprozessen geeignet als AD? Durch welche Spracheigenschaften werden Unterschiede in der Eignung verursacht?* Grundlage der Untersuchung ist eine von den Autoren im Jahr 2010 durchgeführte empirische Studie, in deren Rahmen 73 Teilnehmer unter kontrollierten Bedingungen Geschäftsprozesse mit beiden Sprachen modellierten. Die Ergebnisse der Studie werden explorativ ausgewertet, um bestehende Unterschiede im Datenmaterial zu erkennen und auf die untersuchten Sprachen zurückzuführen. Kapitel 2 beschreibt zunächst verwandte Ansätze, um den Kontext und die bestehende Forschungslücke herauszuarbeiten. Danach werden in Kapitel 3 die für die weitere Untersuchung notwendigen theoretischen

Grundlagen gelegt. Kapitel 4 beschreibt die Forschungsmethode und das Studienkonzept. In Kapitel 5 werden die Ergebnisse der Studie ausgewertet und analysiert. Am Ende des Beitrags werden Auswirkungen auf Wissenschaft und Praxis sowie der weitere Forschungsbedarf diskutiert.

2. VERWANDTE ANSÄTZE

In der Literatur werden folgende Untersuchungsansätze für den Vergleich von Modellierungssprachen unterschieden: der direkte Vergleich sprachlicher Eigenschaften, vergleichende Bewertungen von Sprachen auf Basis theoretischer Bezugsrahmen und empirische Studien [27]. Um zu ermitteln, inwiefern Sprachen geeignet sind, einen relevanten Wirklichkeitsausschnitt abzubilden, zu kommunizieren und dessen Verständnis zu ermöglichen, wird zum einen die Durchführung theoretischer Untersuchungen empfohlen, in denen die Ausdruckskraft der Sprachen analysiert wird [7]. Zum anderen wird vorgeschlagen, die Anwendung der Sprachen durch die verschiedenen Nutzer insbesondere bei der Modellerstellung und der Interpretation von Modellen empirisch zu vergleichen [3, 7, 8]. Mit der wachsenden Bedeutung der Geschäftsprozessmodellierung entstehen auch Arbeiten, die die Eignung vorhandener Sprachen zur Abbildung und Kommunikation von Geschäftsprozessen im Allgemeinen und die Eignung von EPK und AD im Speziellen untersuchen.

Diese Arbeiten basieren jedoch meist auf theoretischen Untersuchungsansätzen. Sie verwenden *theoretische Rahmenwerke* (z.B. die Workflow Patterns [31, 32] und kognitive Gestaltungsprinzipien [6]) oder *ontologische Gegenstandsteilungen* der Realwelt (z.B. die Bunge-Wand-Weber Ontologie [4, 24]), um die Ausdruckskraft von Modellierungssprachen und ihre Eignung zur Abbildung und Kommunikation relevanter Sachverhalte zu beurteilen. Insbesondere die Bunge-Wand-Weber Ontologie wurde wiederholt herangezogen, um mögliche Schwächen von EPK zu diskutieren [5, 9] oder Defizite im Vergleich zu anderen Modellierungssprachen herauszustellen [24]. EPK werden dabei einerseits wegen ihrer kompakten Notation kritisiert, die dazu führen soll, dass einige Sachverhalte der Realwelt nur umständlich bzw. nicht angemessen im Modell dargestellt werden können [24]. Andererseits werden die expliziten Verknüpfungsoperatoren (Konnektoren) der EPK bemängelt, da sie keine Entsprechung in der Realwelt haben und vom Anwender deshalb nicht intuitiv verwendet werden können [24]. Da die Verknüpfungsoperatoren der EPK außerdem eine hohe syntaktische Ähnlichkeit aufweisen, könnten sie zudem leichter verwechselt werden als die graphisch eigenständigeren Verknüpfungsoperatoren des AD [6]. Weitere Vergleiche mit den als eher technisch eingestuften AD lassen sich allerdings kaum ziehen, da AD in den genannten Arbeiten häufig nicht berücksichtigt sind. Kritisch anzumerken ist ferner, dass die Relevanz solcher theoretisch begründeten Erkenntnisse noch nicht ausreichend empirisch überprüft wurde. Die wenigen vorhandenen Arbeiten zur Überprüfung von theoretischen Schwächen der EPK (vgl. [4, 10]) beschränken sich lediglich auf qualitative Befragungen von Nutzern und sind nur eingeschränkt aussagekräftig.

Empirische Studien, in denen die Anwendung von EPK und AD beobachtet wird, um daraus Rückschlüsse über die Eignung der Sprachen für bestimmte Nutzer zu ziehen, existieren bislang kaum. Vorhandene Arbeiten nutzen vor allem *Laborexperimente*, um den Einfluss der Modellierungssprache auf die Erstellung bzw. Interpretation von Geschäftspro-

zessmodellen zu untersuchen. Unter diesen Arbeiten konnten bei einem Vergleich von EPK und Petri-Netzen bspw. Hinweise darauf gefunden werden, dass gerade die kritisierten expliziten Verknüpfungsoperatoren der EPK einen positiven Einfluss auf die Interpretation von Geschäftsprozessmodellen durch Fachanwender haben [25]. Auch die Eignung von EPK und AD zur Erstellung und Interpretation von Geschäftsprozessen wurde bereits empirisch verglichen [11]. Dabei wurde vor allem festgestellt, dass die Teilnehmer bei der Erstellung von Prozessmodellen mit AD weniger Fehler begingen als mit EPK. Bei der Interpretation konnten dagegen keine Unterschiede zwischen den Sprachen gefunden werden. Die Aussagekraft der Studie ist allerdings schon aufgrund der geringen Anzahl an Teilnehmern beschränkt. Da bei der Auswertung nicht zwischen verschiedenen Fehlerarten unterschieden wurde, ist außerdem keine differenzierte Rückführung auf die Eigenschaften der verwendeten Notationen möglich. Darüber hinaus handelte es sich bei den im Rahmen der Modellierung beobachteten Teilnehmern um informationstechnisch ausgebildete Analysten. Somit kann keine Aussage darüber getroffen werden, inwiefern es die Sprachen auch Fachanwendern erlauben, sich an der Abbildung und Verbesserung von Geschäftsprozessen aktiv zu beteiligen. Um diese Forschungslücke zu schließen, wird nachfolgend die Eignung beider Sprachen für die Modellerstellung durch Fachanwender untersucht. Dabei wird insbesondere auf Auswirkungen eingegangen, die sich durch die unterschiedliche graphische Darstellung von Sachverhalten in beiden Sprachen ergeben [17].

3. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

Die Erstellung konzeptioneller Modelle wird durch mehrere Faktoren beeinflusst, die zu Variationen im erstellten Modell führen können (Abb. 1). Neben der Komplexität des abzubildenden Wirklichkeitsausschnitts werden in der Literatur vor allem der Modellierer, die Modellierungssprache und der Modellierungsprozess als Einflussfaktoren genannt [28, 12].

Der *Modellierer* beeinflusst das zu erstellende Geschäftsprozessmodell auf verschiedene Weise. Sein subjektives Qualitätsempfinden hat einen unmittelbaren Einfluss auf das erstellte Modell (z.B. den Detaillierungsgrad) [12]. Mittelbar wirken sich ferner unterschiedliche Vorkenntnisse über den Anwendungsbereich und die individuelle Wahrnehmung der Realwelt aus, die den Modellierungsprozess beeinflussen [28]. Ebenso wirkt sich das Verständnis der Modellierungssprache aus, das mit vorhandenen persönlichen Erfahrungen variieren kann [12]. Soll der Einfluss von Modellierungssprachen bei der Erstellung von Modellen untersucht werden, sind die durch den Modellierer bedingten Einflüsse zu kontrollieren.

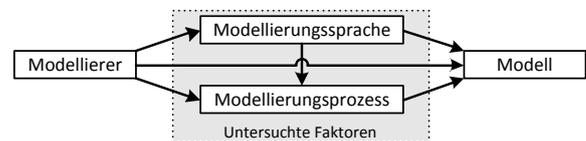


Figure 1: Einflussfaktoren der Modellierung [12]

Die *Modellierungssprache* hat einen direkten Einfluss auf das zu erstellende Geschäftsprozessmodell, da sich ihre Grammatik auf die Darstellung von Sachverhalten auswirkt. Unterschiede in der graphischen Syntax von Sprachkonstrukten und der Ausdruckskraft von Modellierungssprachen führen dabei zu Variationen im Geschäftsprozessmodell [12, 17].

Die im Beitrag verglichenen Sprachen nutzen unterschiedliche graphische Symbole und weisen kategoriale Unterschiede in ihren Grammatiken auf, die zu Variationen führen können. Um den Kontrollfluss präzise festzulegen, nutzen AD die Token-Semantik von Petri-Netzen [20].

Hierdurch wird auch die implizite Aufspaltung und Synchronisation von Kontrollflüssen, die ohne die Verwendung expliziter Konnektoren erfolgt, geregelt [20]. Die einzig zentralen Einheiten eines AD sind Aktionen, die zu einem Kontrollfluss verknüpft sind. Im Gegensatz zu Petri-Netzen, bei denen sich Stellen und Transitionen abwechseln, gibt es bei AD also keine alternierenden Modellkonstrukte. Die von den Aktionen verarbeiteten Informationsobjekte werden üblicherweise in den Kontrollfluss integriert, was deren Weiterleitung entsprechend der Flussrichtung impliziert. Verzweigungen des Kontrollflusses wirken sich dabei auch auf die Weiterleitung der Informationsobjekte aus. EPK stellen Geschäftsprozesse als Graphen dar [19]. Sie basieren zwar auf einer speziellen Form von Petri-Netzen, den sog. Bedingungs-Ereignis-Netzen, übernehmen aber nicht die formale Token-Semantik [25]. Zusätzlich zu Funktionen und Ereignissen, die die zentralen Einheiten eines Prozessmodells bilden und sich im Kontrollfluss stets abwechseln, müssen in EPK deshalb explizite Verknüpfungsoperatoren verwendet werden, um Verzweigungen und Synchronisationen darzustellen [19, 2]. Zwischen EPK und AD bestehen weitere Unterschiede (vgl. Abb. 4 und 5). Bspw. müssen Informationsobjekte in EPK vom Kontrollfluss getrennt modelliert und für jede Funktion dargestellt werden. Zur ausführlicheren Diskussion beider Sprachen sei hier auf die Literatur verwiesen.

Zusammen mit der Modellierungssprache hat auch der *Modellierungsprozess* unmittelbaren Einfluss auf das Geschäftsprozessmodell. Während dem Modellierungsprozess wird die relevante Semantik eines Geschäftsprozesses unter Anwendung einer Modellierungssprache in ein konzeptionelles Modell abgebildet. Sind die Konstrukte einer Sprache für den Anwender nicht intuitiv zu verwenden oder nicht direkt einsetzbar, um einen bestimmten Sachverhalt abzubilden, entstehen dabei zwangsläufig Variationen [12, 17]. Um die Eignung von Modellierungssprachen zu beurteilen, sind deshalb sowohl die Modellierungssprache selbst als auch der Modellierungsprozess zu untersuchen (Abb. 1).

Die Qualität der resultierenden Modelle ist ein wesentlicher Indikator, um die Eignung der eingesetzten Modellierungssprache bei der Modellerstellung zu beurteilen [8]. Zur Bewertung der Qualität von konzeptionellen Modellen im Allgemeinen bzw. von Geschäftsprozessmodellen im Speziellen existieren mehrere Ansätze in der Literatur [8, 14, 2]. Die meisten bleiben jedoch abstrakt und beinhalten keine konkreten Metriken zur Messung von Qualitätskategorien [18]. In diesem Beitrag wurde die Bewertung der erstellten Prozessmodelle anhand des 3QM-Frameworks [21] durchgeführt, dessen Qualitätskategorien auf den o.g. Ansätzen aufbauen und um Metriken zur Messung ergänzt wurden (Abb. 2). Analog zur Sprachwissenschaft unterscheidet es zwischen der Syntaktik, der Semantik und der Pragmatik als Qualitätskategorien von Geschäftsprozessmodellen. Diese Kategorien wurden in empirischen Studien als zur Beurteilung notwendig, hinreichend und voneinander unabhängig bestätigt [18]. Die *Syntaktik* bezieht sich auf die formale Ordnung der Zeichen in einem Modell, die durch die Grammatik der Sprache vorgegeben wird. Sie umfasst die formale

Ordnung der einzelnen Zeichen (Wortsyntax), der unmittelbaren Verknüpfung von Zeichen (Satzsyntax) und der komplexen Sachverhalte (Textsyntax). In EPK ist bspw. vorgegeben, dass Ereignisse mit Sechsecken zu repräsentieren sind (Wortsyntax) und nicht vor exklusiven Verzweigungen stehen dürfen (Satzsyntax). Verzweigungen dürfen nicht durch Synchronisationen zusammengeführt werden (Textsyntax).

Die *Semantik* steht für die Bedeutung der Zeichen im Modell, die während der Modellierung festgelegt wird. Relevante Bedeutungsträger sind bei der Prozessmodellierung die (je nach Sprache) darzustellenden Aktionen, Ereignisse, Kontrollflüsse, Ablaufbedingungen, Informationsobjekte, Informationsobjektzustände, Datenflüsse und Organisationseinheiten [30, 2]. Die für die Abbildung eines Realitätsausschnitts notwendigen Bedeutungsträger dürfen im Modell weder fehlen (Vollständigkeit) noch inhaltlich falsch dargestellt sein (Korrektheit). Ferner sollten keine unnötigen Bedeutungsträger im Modell aufgeführt werden, die zur Abbildung nicht gebraucht werden (Relevanz). Schließlich sind voneinander unabhängige Abläufe im Modell als parallel darzustellen, um den Kontrollfluss nicht unnötig einzuschränken (Flexibilität). Die *Pragmatik* thematisiert die Interpretation der Zeichen im Modell durch Dritte, die durch die Modellierung mit beeinflusst wird. Im Sinne einer effizienten Interpretation sollte die Darstellung frei von Redundanzen und Widersprüchen sein (Eindeutigkeit) sowie einheitliche Bezeichnungen verwenden, die den Konventionen der Sprache entsprechen (Verständlichkeit). Eine gängige Konvention ist z.B., dass Funktionen durch das bearbeitete Objekt und ein Verb im Infinitiv bezeichnet werden [19].

Die zur Zusammenführung der Qualitätskategorien im 3QM-Framework genutzte Gewichtung (Abb. 2) wurde im Rahmen einer Expertenbefragung unter Nutzung des Analytic Hierarchy Process (AHP) ermittelt [21]. Bei der nachfolgenden Auswertung wird diese Gewichtung übernommen. Im Mittelpunkt steht allerdings die Betrachtung der Einzelfehlerklassen, die von der Gewichtung unabhängig ist. Anzumerken ist, dass die genannten Qualitätskategorien lediglich die Effektivität der Modellierung thematisieren. In die Auswertung sollten deshalb auch die Bearbeitungszeit und die Zufriedenheit der Anwender mit der Sprache als weitere relevante Aspekte einbezogen werden [7, 8].

4. FORSCHUNGSMETHODE

Um die Eignung beider Notationen für Fachanwender zu vergleichen wurde ein Laborexperiment durchgeführt, bei dem die Modellierungssprache und das Training die einzigen gezielt variierenden Einflussfaktoren darstellten. Mögliche Störfaktoren wurden durch Stichprobengröße und Auswahl der Teilnehmer kontrolliert. Mit der Einführung unterschiedlicher Trainingslevel wurden realitätsnahe Bedingungen für die Studie geschaffen, da in der Praxis meist eine Vielzahl unterschiedlicher Kenntnisstände über Modellierungsansätze vorzufinden ist [23]. Eine Auswertung von Trainingseffekten bleibt in diesem Beitrag aber eine Nebenbeobachtung.

Bei der Planung des Experimentverlaufs (Abb. 3) fanden die Erfahrungen einer 30 Teilnehmer umfassenden Vorstudie sowie die aus anderen relevanten Studien abgeleiteten Empfehlungen Berücksichtigung [3]. Um persönliche Merkmale der Modellierer als Störeinfluss zu minimieren, wurde eine hinreichend große, bezüglich der Vorkenntnisse homogene Stichprobe ausgewählt. Als Studienteilnehmer wurden Studenten

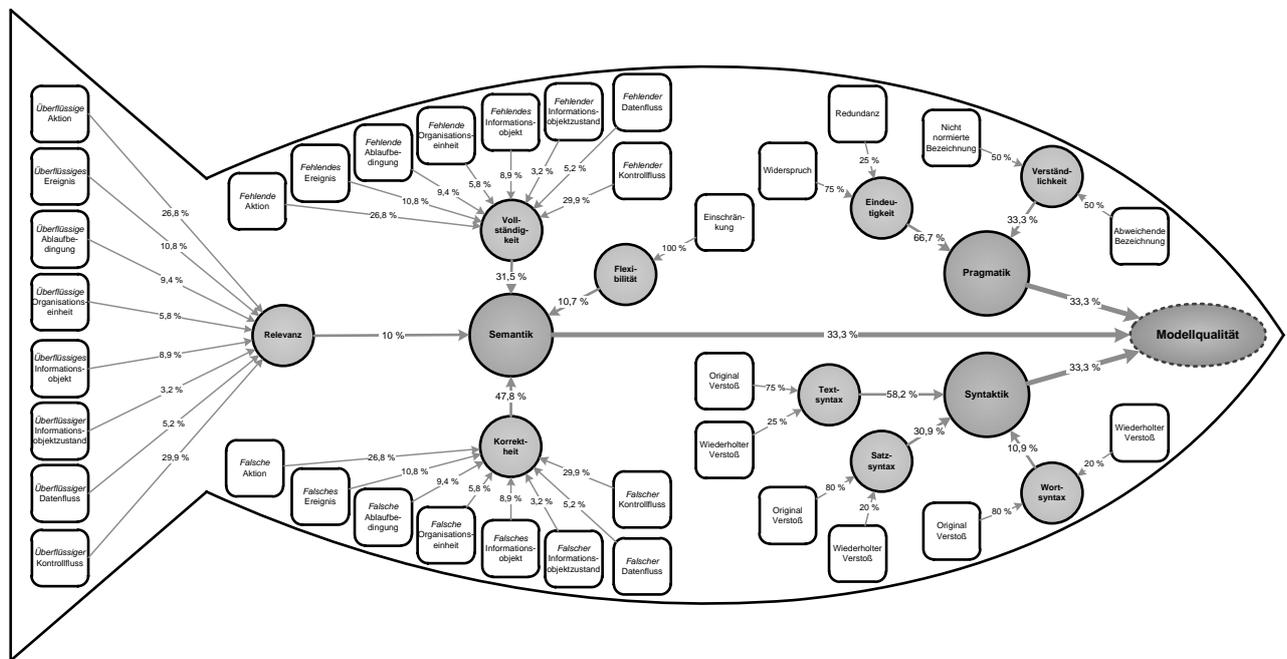


Figure 2: Qualitätsmodell des 3QM-Frameworks mit Kategorien (grau) und Metriken (weiß) [21]

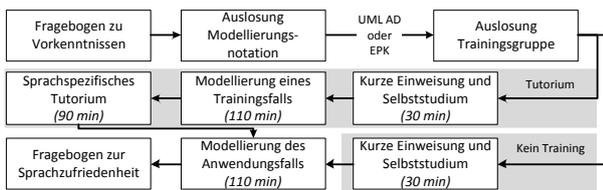


Figure 3: Ablauf des Experiments

der BWL/VWL im Hauptstudium – und somit zukünftige Fachanwender – herangezogen. Diese stellen in Bezug auf ihre Ausbildung einen gleichwertigen Ersatz für Fachanwender dar und bringen entscheidende Vorteile mit sich, um die Eignung von Modellierungssprachen zur Abbildung von Geschäftsprozessen unter kontrollierten Bedingungen zu beurteilen. So ist zu erwarten, dass die Ergebnisse nicht durch ein stark variierendes Wissen über den Anwendungsbereich und die Modellierungssprache verzerrt werden [8, 3, 27]. Ferner lassen sich Einsteiger eher auf neue Methoden ein als Experten, bei denen sich ein bestimmtes Vorgehen bereits tief eingepägt hat [29]. Alle Teilnehmer wurden zufällig aus einer größeren Menge an Freiwilligen ausgewählt. Zu Beginn des Experiments wurden sie nach ihren bisherigen Erfahrungen mit Geschäftsprozessmodellen und den eingesetzten Sprachen befragt. Die darauf folgende Versuchsgruppeneinteilung wurde vollständig randomisiert vorgenommen. Alle Teilnehmer bekamen anfangs eine kurze Einweisung in die jeweilige Notation und konnten sich zusätzlich im Selbststudium mit der Sprache vertraut machen. Die Gruppen mit höherem Trainingslevel bekamen anschließend einen Testfall zur Bearbeitung, welcher in Länge und Komplexität dem späteren Anwendungsfall entsprach. Weiterhin wurde für diese Gruppen ein sprachspezifisches, 90-minütiges Tutorium durchgeführt, in dem neben den Grundlagen auch

Hintergründe und Anwendungsdetails besprochen wurden.

Als Anwendungsfall erhielten alle Teilnehmer eine 641 Wörter umfassende, natürlichsprachliche Beschreibung eines Geschäftsprozesses zur Produkteinführung in einem Joint-Venture. Dieser Prozess ist im Wesentlichen an die realen Geschäftsprozesse eines führenden europäischen Großhändlers im Elektrotechnikbereich angelehnt und somit von praxisrelevanter Komplexität (siehe Abb. 4 und 5). Aufgabe der Probanden war es, den beschriebenen Prozess mit Stift und Zettel in der ihnen zugewiesenen Notation abzubilden. Erlaubte Hilfsmittel waren eine bereitgestellte Kurzbeschreibung der Sprache, sowie ggf. die Schulungsunterlagen aus dem Tutorium. In der abschließenden Umfrage wurden alle Probanden zur Sprach- und Prozessverständlichkeit, sowie zur Zufriedenheit mit der jeweiligen Notation befragt.

Primäre Zielgröße im Experiment ist die Qualität der erstellten Modelle. Die Bewertung erfolgte mithilfe von Referenzlösungen, die für jede Sprache erstellt wurden (Abb. 4, 5). Abweichungen der von den Probanden modellierten Prozesse wurden von drei Korrektoren beurteilt. Da bei jeder Abbildung der Realwelt auf ein Modell gewisse subjektive Freiheitsgrade bestehen, wurden nur Abweichungen, die über einen festgelegten Rahmen hinausgehen, als Fehler gezählt und jeweils genau einer Fehlerklasse (Abb. 2) zugeordnet. Insgesamt wurden 35 Einzelfehlerklassen erhoben und zu 13 Qualitätskategorien auf unterschiedlichen Ebenen aggregiert. Inklusiv Ex-ante- und Ex-post-Befragung und unter Berücksichtigung der Bearbeitungszeit ergibt sich je Proband ein Datensatz mit 103 Variablen als Auswertungsgrundlage.

5. AUSWERTUNG

Die im Experiment erhobenen Daten wurden mit statistischen Methoden und Tools (*SPSS*, *R* und *GGobi*) ausgewertet. Hypothesentests im Rahmen einer ANOVA wurden

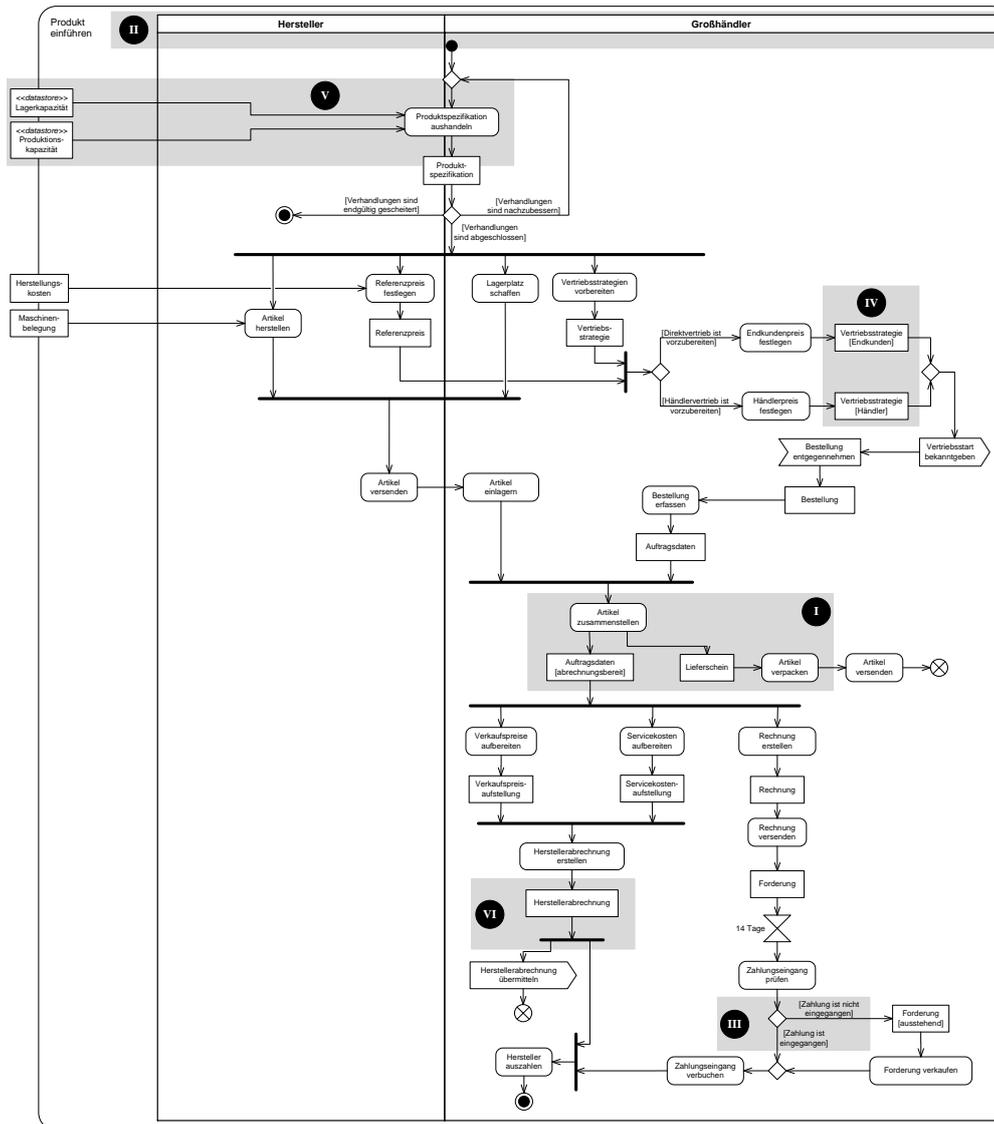


Figure 4: Referenzlösung für den Prozessablauf als AD

ergänzt um den t-Test für unabhängige Stichproben, sowie ggf. alternativ um den nichtparametrischen Mann-Whitney-U-Test. Zur Überprüfung von Voraussetzungen des t-Tests fanden der Kolmogorow-Smirnow-Test (Normalverteilungsannahme) und der Levene-Test (Varianzgleichheit) Anwendung. Tabelle 1 fasst die wichtigsten Ergebnisse sowie deskriptive Statistiken zu den Einzelfehlerklassen zusammen. Die folgende Analyse konzentriert sich auf die signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Notationen und ihre Auswirkungen für den Fachanwender.

Bei der Auswertung des Ex-ante-Fragebogens ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Alle teilnehmenden Studenten hatten ähnliche Vorkenntnisse in konzeptioneller Modellierung, welche hauptsächlich im universitären Umfeld erworben wurden. Berufserfahrung hatten 40 der 73 Teilnehmer, die in der Mehrheit BWL im siebten Semester studierten und durchschnittlich 25 Jahre alt waren. Die ursprünglich gleichen Gruppengrößen nach der

zufälligen Einteilung der Probanden haben sich im Verlauf des Experiments verschoben, so dass schlussendlich 36 AD und 37 EPK erstellt wurden, wobei je 19 Teilnehmer ohne ausführliches Training modellierten.

Mit den Elementen der beiden Sprachen konnten grundsätzlich alle Sachverhalte der Prozessbeschreibung abgebildet werden. Auffällig ist jedoch, dass der Fertigstellungsgrad bei den AD deutlich höher ist als bei den EPK. Während bei ersteren alle Prozessmodelle vollständig waren, haben 13,5% der EPK-Anwender ein unvollständiges Modell abgegeben. Dies ist zum einen auf die bipartite Darstellung von EPK-Graphen zurückzuführen, da sowohl die konsequente Modellierung von Ereignissen als auch von nicht prozessrelevanten Aktionen (sog. Hilfsfunktionen, Abb. 5, IV) nötig ist. So sind in der UML Referenzlösung (Abb. 4) 22 Aktionen und 4 Ereignisse vorgesehen, bei EPK dagegen 26 Funktionen und 30 Ereignisse (Abb. 5). Durch die Integration der Informationsobjekte in den Kontrollfluss kommt das AD mit 19

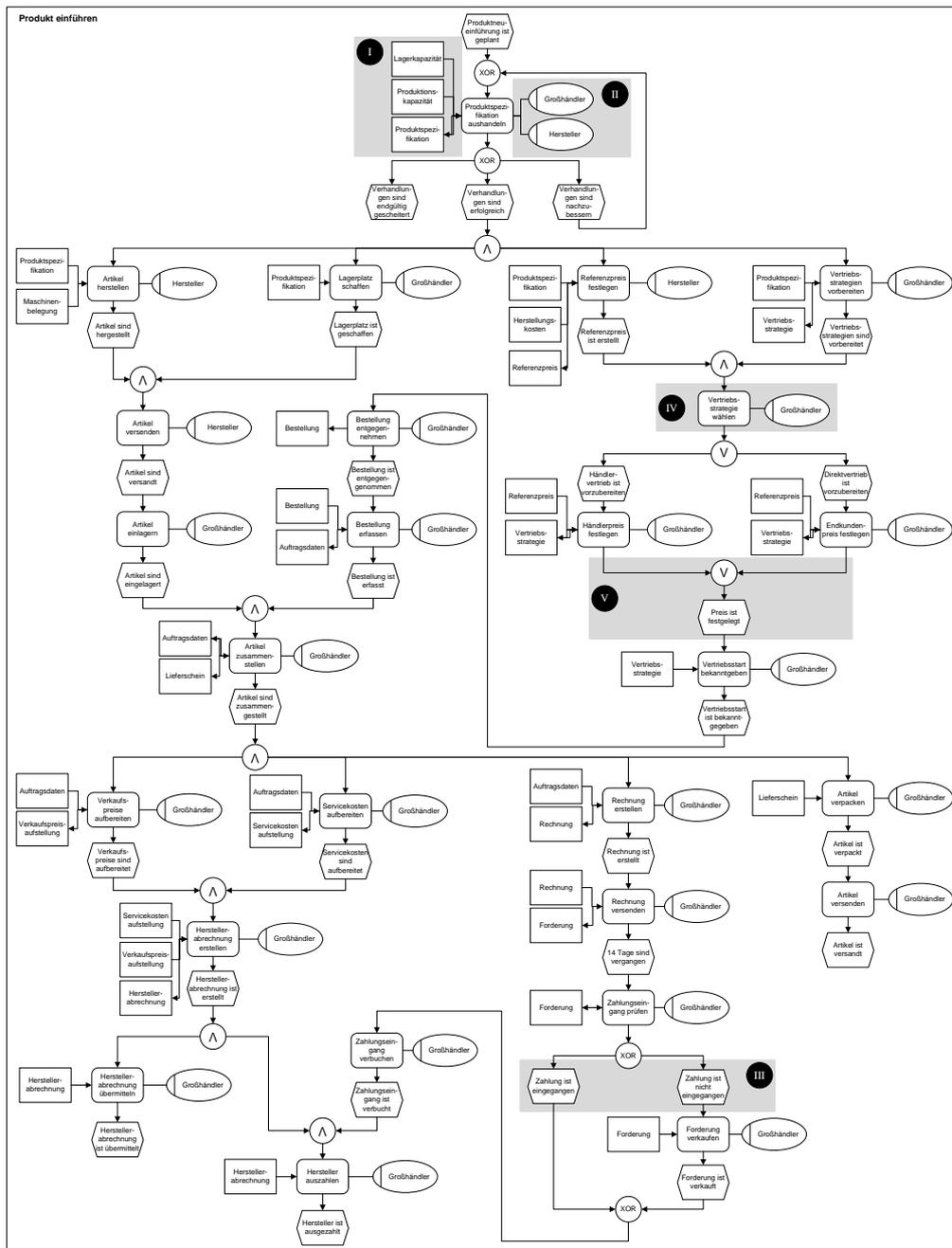


Figure 5: Referenzlösung für den Prozessablauf in EPK Notation

Modellelementen aus, wohingegen in der EPK 37 Informationsobjekte benötigt werden. Letztere ordnet weiterhin jeder Aktion eine eigene Organisationseinheit zu, während im AD allen Aktionen eines bestimmten Bereichs (sog. Swimlanes) eine Organisationseinheit zugewiesen wird (Abb. 4, II und 5, II). Entsprechend sind im Referenzprozess beim AD zwei Elemente und in der EPK 27 Elemente darzustellen.

5.1 Syntaktik

Im Vergleich zu EPK stellt das AD dem Nutzer eine höhere Anzahl an Elementen zur Verfügung. Im Referenzprozess wurden beim AD 16 verschiedene Notationselemente ver-

wendet, in der EPK hingegen lediglich neun. Dies erklärt die signifikanten Unterschiede der Qualitätskategorie Wortsyntax, in der die falsche Darstellung existierender Elemente gemessen wird. Die höhere Anzahl an zur Verfügung stehenden Elementen bedingt auch mehr Fehlerquellen und spiegelt sich in den Originalverstößen wider. Weiterhin fordert die höhere Sprachkomplexität des AD, also die Handhabung von mehr Elementen, ein höheres Maß an Konzentration. Oftmals wurde deshalb bspw. vergessen, Bedingungen oder Informationsobjektzustände in eckigen Klammern zu modellieren (Abb. 4, III, IV). Die konsequente Missachtung dieser Vorschriften wird durch den signifikanten Unterschied der

Table 1: Testergebnisse und deskriptive Statistiken zu den Einzelfehlerklassen

Variable	Bedingung		Test			Deskriptive Statistiken						
	NV ⁽¹⁾	VH ⁽²⁾	Teststatistik	Signifikanz	Vorteil	Min. ⁽³⁾	Max. ⁽⁴⁾	Mi. ⁽⁵⁾	Med. ⁽⁶⁾	Std. Ab. ⁽⁷⁾		
Synaktik	Wortsyn.	Original	EPK	x		Mann-Whitney-U-Statistik:						
			UML	x	x	3,746	0,000***	EPK	0	6	0,78	0
		Wiederholung	EPK	x	✓	Mann-Whitney-U-Statistik:						
	UML	x		3,787	0,000***	EPK	0	16	1,49	0	3,93	
	Satzsyn.	Original	EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:						
		UML	x		3,694	0,000***	UML	0	7	1,95	2	1,56
Semantik	Vollständigkeit	Nicht signifikant: Wiederholung										
		Original	EPK	x	✓	Mann-Whitney-U-Statistik:						
		UML	x		3,541	0,000***	EPK	0	2	0,46	0	0,61
		Wiederholung	EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:						
		UML	x		3,024	0,002**	EPK	0	1	0,03	0	0,16
		Aktion	EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:						
	UML	x		2,298	0,022*	UML	0	18	3,08	2	3,93	
	Ablaufbedingung	EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:							
	UML	x		3,203	0,001***	EPK	0	5	1,33	1	1,24	
	Datenfluss	EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:							
	UML	x		2,532	0,011*	UML	0	7	0,62	0	1,52	
	Informationsobjekt	EPK	✓	x	t-Statistik:							
	UML	✓		3,842	0,000***	UML	0	20	7,69	6	4,64	
	Informationsobjektzustand	EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:							
	UML	x		3,616	0,000***	EPK	0	0	0,00	0	0,00	
	Korrektheit	Nicht signifikant: Ereignis, Organisationseinheit, Kontrollfluss										
		Kontrollfluss	EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:						
		UML	✓		3,657	0,000***	EPK	0	4	0,86	1	1,06
Datenfluss		EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:							
UML		x		2,242	0,000***	EPK	0	1	0,03	0	0,16	
Informationsobjekt		EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:							
UML	✓		3,701	0,089 ⁹	EPK	0	6	1,05	1	1,45		
Relevanz	Nicht signifikant: Aktion, Ereignis, Organisationseinheit, Ablaufbedingung, Informationsobjektzustand											
	Ereignis	EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:							
	UML	x		5,721	0,000**	UML	0	18	3,49	3	3,56	
	Ablaufbedingung	EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:							
	UML	x		2,070	0,038*	EPK	0	10	0,64	0	1,79	
	Organisationseinheit	EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:							
UML	x		3,132	0,002**	UML	0	3	0,35	0	0,72		
Informationsobjekt	EPK	✓	x	t-Statistik:								
UML	✓		2,286	0,026*	EPK	0	14	2,81	2	3,21		
Informationsobjektzustand	EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:								
UML	x		2,797	0,005**	EPK	0	20	5,00	3,5	4,79		
Flexib.	Nicht signifikant: Aktion, Datenfluss, Kontrollfluss											
	Einschränkung	EPK	x	✓	Mann-Whitney-U-Statistik:							
	UML	x		5,711	0,000***	UML	0	10	4,68	4	2,35	
	Widerspruch	EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:							
UML	x		7,742	0,000***	EPK	0	6	0,97	0	1,80		
Pragmatik	Eind.	Redundanz	EPK	x	x	Mann-Whitney-U-Statistik:						
		UML	x		5,403	0,000***	UML	0	6	2,20	2	1,37
	Verst.	abw. Bezeichnung	EPK	✓	x	Mann-Whitney-U-Statistik:						
		UML	x		2,967	0,003**	UML	0	3	0,53	0	0,91
Nicht signifikant: Nicht normierte Bezeichnung												

⁽¹⁾ Normalverteilung, ⁽²⁾ Varianzhomogenität, ⁽³⁾ Minimum, ⁽⁴⁾ Maximum, ⁽⁵⁾ Mittelwert, ⁽⁶⁾ Median, ⁽⁷⁾ Standardabweichung, *** hoch signifikant, ** sehr signifikant, * signifikant, ⁹ schwach signifikant

Kategorie Wiederholung dokumentiert.

Bei der Satzsyntax zeigt sich ein signifikanter Unterschied zu Gunsten des AD. So wurden bei EPK häufig bei der Aufteilung in bzw. der Zusammenführung von mehreren Kontrollflüssen zwei aufeinanderfolgende Funktionen oder Ereignisse modelliert. Ebenso wurde teilweise nicht berücksichtigt, dass bei EPK lediglich Funktionen Entscheidungskompetenz besitzen und folglich Verzweigungen auf Basis eines Ereignisses unzulässig sind (Abb. 5, IV). Zudem bereitete die EPK-Prozessschnittstelle den Teilnehmern deutlich mehr Probleme als das Konzept der Sprungmarke im AD. Insbesondere die Anbindung ersterer an ein Ereignis bzw. die Berücksichtigung des letzten Ereignisses bei der Fortführung nach der Prozessschnittstelle wurde häufig nicht bedacht.

In der Kategorie Textsyntax wurde vor allem die Zusammenführung mehrerer Kontrollflüsse mit einem nicht der Ablauflogik entsprechenden Verknüpfungsoperator festgestellt (bspw. mit einem Oder- statt einem Und-Konnektor nach vorausgegangener Parallelisierung). Hierbei wurden in beiden Einzelfehlerklassen beim AD signifikant mehr Verstöße gefunden. In der Literatur finden sich Hinweise darauf, dass die Verwendung expliziter Operatoren das Prozessverständnis fördert [25]. Zwar werden auch im AD explizite Verknüpfungsoperatoren verwendet, allerdings besteht zudem die Möglichkeit, den Kontrollfluss implizit zu parallelisieren (Abb. 4, I) oder zu synchronisieren. Gerade diese Optionen haben sich bei der Textsyntax negativ ausgewirkt. Die verkürzte Darstellungsform wurde von den Teilnehmern zwar angewandt, jedoch mitunter ohne sich der Token-Semantik bewusst zu sein. Weiterhin wurden auch bei Verwendung

expliziter Verknüpfungsoperatoren mit dem AD mehr Textsyntaxfehler modelliert, weshalb die Verständlichkeit der Operatoren der EPK als höher anzusehen ist.

Insgesamt ist bei der Wort- und Textsyntax ein signifikanter Unterschied zu Gunsten der EPK festzustellen, bei der jedoch deutlich mehr Satzsyntaxfehler begangen wurden (Tabelle 2). Dennoch ergibt sich bei der Aggregation der Ergebnisse kein signifikanter Unterschied in der Syntaktik.

5.2 Semantik

Die Analyse der Semantikfehler identifiziert Informationsobjekte und Datenflüsse als Ursache für die größten Differenzen bei der Anwendung der Notationen. In AD fehlen signifikant weniger Informationsobjekte, dafür treten gleichzeitig signifikant mehr falsche und überflüssige auf. Diese Beobachtung kann auf die unterschiedliche Einbindung von Daten zurückgeführt werden. Während EPK die explizite Modellierung aller ein- und ausgehenden Informationsobjekte jeder Aktion (Abb. 5, I) erzwingen, ist dies zwar auch bei AD der Fall, allerdings werden hier die Elemente nur einmal aufgeführt. Generierte Informationsobjekte, welche nicht in der darauffolgenden Aktion benötigt werden, sind explizit aus dem Kontrollfluss auszugliedern (Abb. 4, I). Als Konsequenz werden in AD zwar seltener Daten vergessen, da in der Regel die Ausgabe einer Aktion gleichzeitig die Eingabe der nächsten ist, jedoch bedingt dies ebenso mehr falsche und überflüssige Informationsobjekte. Ein gleiches Bild ergibt sich für fehlende Datenflüsse, welche verursacht werden indem eine Aktion ein Informationsobjekt als Eingabe verwendet, welches zwar in der vorhergehenden Aktion generiert werden sollte, jedoch nicht modelliert wurde.

Informationsobjekte können durch Aktionen ihren Zustand verändern, wobei AD im Gegensatz zur EPK eine Möglichkeit bieten, dies explizit darzustellen (Abb. 4, IV). Folglich schneiden EPK bei den fehlenden und überflüssigen Statusinformationen signifikant besser ab. Auf der anderen Seite empfinden es EPK-Anwender jedoch scheinbar als notwendig, den Zustand in den Informationsobjekten oder auch Ereignissen zu notieren. Dies führte wiederum, neben der erhöhten Anzahl an Elementen insgesamt, zu signifikant mehr abweichenden Bezeichnungen für gleiche Objekte innerhalb eines Prozesses. Die Einführung eines expliziten Informationsobjektzustands in EPK erscheint demzufolge sinnvoll.

Weitere, in den Modellen teilweise fehlende Elemente sind Aktionen und Ablaufbedingungen. Bei ersteren schneiden AD signifikant besser ab, was insbesondere daran liegt, dass Einzelaktionen in EPK oftmals zu komplexen Funktionen aggregiert wurden. Die Ursache hierfür kann nicht eindeutig geklärt werden, da beide Gruppen die gleichen Ausgangsbedingungen hatten. Somit bleibt zu vermuten, dass die insgesamt höhere Anzahl zu modellierender Elemente EPK-Anwender zu Zusammenfassungen verleitet. Eine Untersuchung dieser Beobachtung in weiteren Studien steht noch aus. Auf der anderen Seite wurden Ablaufbedingungen, die in EPK als Ereignisse modelliert werden, dort signifikant seltener weggelassen. Durch die Bipartitheit wird der Anwender faktisch zu deren Modellierung gezwungen (Abb. 5, III), wohingegen Ablaufbedingungen in AD explizit an den Kontrollflusskanten ergänzt werden müssen (Abb. 4, III). Ein Nachteil der Bipartitheit kommt bei der Betrachtung überflüssiger Ereignisse zum Tragen. Obwohl beide Gruppen gleich häufig unnötig feingranulare Funktionen modellieren, wirkt sich dies bei EPK zusätzlich negativ auf die Anzahl der sprachlich notwendigen, jedoch überflüssigen Ereignisse aus. Weiterhin tendieren EPK-Anwender zu signifikant mehr überflüssigen Organisationseinheiten. Wie bereits gezeigt, werden diese in AD durch Swimlanes für mehrere Aktionen und in EPK durch Knoten an jeder Einzelaktion dargestellt. Zusätzliche Organisationseinheiten lassen sich somit in EPK einfacher ergänzen als komplette Swimlanes, die von den Anwendern restriktiver eingesetzt werden.

In Bezug auf die Eindeutigkeit der Modelle fallen hoch signifikante Unterschiede zwischen den Notationen auf. EPK-Modelle enthalten deutlich mehr Redundanzen als AD, was bei genauerer Betrachtung insbesondere auf redundante Ereignisse zurückzuführen ist, wohingegen gleiche Aktionen kaum mehrfach modelliert werden. In EPK-Modellen ist es hierbei entscheidend, wo genau Ereignisse platziert werden. Äquivalente Ereignisse vor der Zusammenführung von Kontrollflüssen werden bspw. als redundant angesehen, da stattdessen auch eine einmalige Platzierung dahinter eine Option ist (Abb. 5, V). Gleiches gilt für redundante Ereignisse nach Parallelisierungen, wohingegen vor Entscheidungsknoten kein Ereignis stehen darf. Diese Vielzahl zu beachtender Regelungen führt insgesamt zu einer erhöhten Zahl an Redundanzen bei den EPK Anwendern. Andererseits enthalten die UML-Modelle im Mittel erheblich mehr Widersprüche, was auf die angesprochene Token-Semantik zurückzuführen ist. Insbesondere die Tatsache, dass Informationsobjekte implizit mit genau einem Token belegt sind, welches bei konkurrierenden Aktionen von der zuerst ausgeführten konsumiert wird, verschafft den Studienteilnehmern in der UML-Gruppe Probleme. So muss bei Schleifen oftmals auf einen

datastore zurückgegriffen werden (Abb. 4, V) und bei Verzweigungen ist auf die genaue Platzierung des Informationsobjekts zu achten, je nachdem ob es einer oder mehreren Aktionen als Eingabe dienen soll (Abb. 4, VI).

Bereits in der Vorstudie zeichnete sich eine unerwartete Tendenz ab, die in der vorliegenden Hauptstudie bestätigt werden konnte: Prozesse in UML-Notation sind signifikant flexibler modelliert als mit EPK. Flexibel bedeutet in diesem Zusammenhang, dass Nebenläufigkeiten von Prozesssträngen so weit wie möglich ausgenutzt werden. Für Unternehmen kann es ein entscheidender Vorteil sein, dass Prozesse nicht in starrer, sequentieller Folge ablaufen, sondern parallele Bearbeitungsmöglichkeiten so weit wie sinnvoll in Anspruch genommen werden. Die genaue Ursache für die Überlegenheit von AD in dieser Hinsicht kann nicht abschließend geklärt werden. Eine mögliche Ursache wären die vielfältigeren Möglichkeiten zur Parallelisierung und Sequentialisierung, welche sowohl über die expliziten Konnektoren, als auch über Aktionen selbst modelliert werden können. Auf der anderen Seite führt die erhöhte Flexibilität von UML-Prozessen gleichzeitig zu einer signifikant erhöhten Anzahl falscher Kontrollflüsse gegenüber EPK. Kontrollflüsse gelten als falsch, wenn diese zu früh auseinander laufen oder zu spät zusammengeführt werden, da hierdurch gravierende Fehler im Ablauf entstehen. Der Trend zur flexibleren Modellierung ist demzufolge Vor- und Nachteil zugleich, wegen der erhöhten Flexibilität einerseits und der Vermehrung an falschen Abläufen andererseits.

Tabelle 2 fasst die Testergebnisse für die aggregierten Qualitätskategorien zusammen. Neben den bereits besprochenen Signifikanzen in der Syntaktik finden sich auch hoch signifikante Unterschiede in den Unterkategorien der Semantik. AD führen zu vollständigeren Prozessen und damit allgemein zu weniger fehlenden Elementen. Andererseits zeigen EPK Vorzüge bei der Korrektheit und Einfachheit der modellierten Prozesse. Insgesamt muss jedoch beachtet werden, dass aggregierte Kategorien nur grundsätzliche Tendenzen aufzeigen und die Einzelergebnisse in beide Richtungen abweichen können. Aussagen auf den höheren Aggregationsstufen sind nicht mehr sinnvoll möglich.

Table 2: Testergebnisse zu den Qualitätskategorien

Variable	Bedingung		Test		
	NV	VH	Teststatistik	Signifikanz	Vorteil
Gesamt	EPK	✓	t-Statistik:	0,383	EPK
	UML	✓	0,878		
Syntaktik	EPK	✓	t-Statistik:	0,201	EPK
	UML	✓	1,292		
Wortsyntax	EPK	x	Mann-Whitney-U-Statistik:	0,000***	EPK
	UML	✓	3,795		
Satzsyntax	EPK	✓	Mann-Whitney-U-Statistik:	0,006**	UML
	UML	x	2,730		
Textsyntax	EPK	x	Mann-Whitney-U-Statistik:	0,000***	EPK
	UML	x	3,951		
Semantik	EPK	✓	t-Statistik:	0,183	UML
	UML	✓	1,345		
Vollständigkeit	EPK	✓	t-Statistik:	0,034*	UML
	UML	✓	2,173		
Korrektheit	EPK	✓	t-Statistik:	0,000***	EPK
	UML	✓	4,844		
Relevanz	EPK	✓	t-Statistik:	0,595	UML
	UML	✓	0,535		
Flexibilität	EPK	x	Mann-Whitney-U-Statistik:	0,000***	UML
	UML	x	5,711		
Pragmatik	EPK	✓	t-Statistik:	0,143	EPK
	UML	✓	1,48		
Eindeutigkeit	EPK	x	Mann-Whitney-U-Statistik:	0,000***	EPK
	UML	✓	7,742		
Verständlichkeit	EPK	✓	t-Statistik:	0,090 [†]	UML
	UML	✓	1,72		

[†] Normalverteilung, ^{**} Varianzhomogenität, ^{††} hoch signifikant, ^{†††} sehr signifikant, ^{*} signifikant, ^{*} schwach signifikant

5.3 Training und Zufriedenheit

Wie eine Kovarianzanalyse bestätigte, wirkte sich der Lerneffekt, der durch die Modellierung des Testfalls und den Besuch des Tutoriums entstanden ist, bei beiden Sprachen positiv aus. Dabei konnte festgestellt werden, dass unter den Teilnehmern mit Training die Unterschiede zwischen den Sprachen geringer sind. Insbesondere bei den Qualitätskategorien Syntaktik und Vollständigkeit sind bei beiden Sprachen deutliche Verbesserungen zu beobachten. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass die Teilnehmer mit Training Hinweise zum Abbildungsprozess erhielten und sich bereits in die Verwendung der Sprache eingefunden hatten. Zum anderen konnte im Rahmen des Tutoriums vor allem auf sprachgrammatische Besonderheiten eingegangen werden, wohingegen die Perzeption und damit das Prozessverständnis stets subjektiv und schwerer zu trainieren ist.

Eine Analyse der Zufriedenheit ergab mehrere signifikante Unterschiede. Vor allem bei den Fragen nach der Komplexität und der Übersichtlichkeit des Prozesses sowie zur benötigten Zeit konnten Vorteile zu Gunsten des AD festgestellt werden. Diese Erkenntnisse sind primär darauf zurückzuführen, dass mit der EPK wesentlich mehr Elemente benötigt werden, und bestätigen damit die bisherigen Erkenntnisse. Weitere Indizien hierfür sind, dass die Teilnehmer das AD als signifikant geeigneter empfanden, um den Prozess übersichtlich darzustellen und Sachverhalte sauber auszudrücken.

5.4 Rezeption der Ergebnisse

Die vorausgegangene Analyse der im Experiment erstellten Prozessmodelle zeigt keine Überlegenheit einer der beiden Sprachen in Bezug auf deren Eignung für Fachanwender. Vielmehr müssen die Ergebnisse entsprechend verschiedener Kriterien differenziert betrachtet werden. Die *Bipartitheit der EPK* stellte sich hierbei als ebenso nützlich wie problematisch heraus. Einerseits hilft sie dem Anwender dabei, wichtige Details wie etwa die korrekten Ablaufbedingungen zu berücksichtigen. Andererseits erhöht sich jedoch auch die Komplexität des Prozesses durch eine Vielzahl zusätzlich notwendiger Elemente. Letzteres erschwert es dem Anwender, den Überblick über das Modell zu behalten und resultiert häufig in Satzsyntaxfehlern durch Verletzung wichtiger Grammatikregeln der Sprache. Intuitiv würden viele Anwender auf künstlich formulierte Zwischenereignisse verzichten und diese stattdessen nur an prozessrelevanten Stellen modellieren. Ein großer Vorteil der EPK ist wiederum die *kompakte Notation*, die es den Teilnehmern ermöglichte, alle Sachverhalte mit nur neun Elementen abzubilden, was zu weniger wortsyntaktischen Fehlern führt. Lediglich die Einführung von expliziten Informationsobjektzuständen würde sich als hilfreich für den Anwender erweisen.

In AD ist die *Token-Semantik* und damit verbunden die implizite Konnektoreigenschaft von Aktionen ein Problem, da diese für den Fachanwender nur schwer zu verstehen ist und u.a. mehr Textsyntaxfehler verursacht. Indessen scheint sie jedoch auch der Grund für deutlich flexiblere Prozesse einerseits, und die erhöhte Zahl an Kontrollflussfehlern andererseits zu sein. Lässt sich Letzteres in den Griff bekommen, bieten sich für Unternehmen erhebliche Vorteile durch Identifikation und Nutzung von Parallelisierungspotenzialen in Geschäftsprozessen. Ein weiterer deutlicher Unterschied zwischen den Notationen zeichnet sich im *Umgang mit Informationsobjekten* ab, wobei weder AD noch EPK eine optimale Lösung bieten. Für den Fachanwender hat die Auswertung gezeigt, dass eine Trennung von Daten- und Kontrollfluss

sinnvoll ist, ohne jedoch die Informationsobjekte mehrfach modellieren zu müssen. Eine mögliche Lösung könnte hier das Datenflusskonzept der Business Process Modeling Notation (BPMN) bieten.

Bei der Bewertung der vorgestellten Ergebnisse sind jedoch auch einige Einschränkungen zu berücksichtigen. Anzumerken ist zunächst, dass sich die Modellqualität durch den Einsatz von Werkzeugen insbesondere hinsichtlich der Syntaktik verbessern lässt. Da in diesem Beitrag die prinzipielle Eignung der Sprachen im Fokus stand, wurde eine Werkzeugunterstützung nicht betrachtet. Einschränkend ist ferner hervorzuheben, dass zur besseren Kontrolle von Störfaktoren auf Studenten als Studienteilnehmer zurückgegriffen wurde. Die gewonnenen Erkenntnisse sind deshalb stets in diesem Kontext zu würdigen und nicht automatisch auf die Realwelt übertragbar [27]. Inhaltlich ist hervorzuheben, dass zunächst lediglich die Erstellung von Modellen untersucht wurde. Um ein umfassenderes Bild zu gewinnen, sind weitere Einsatzgebiete und Faktoren zu analysieren, bspw. Trainingseffekte oder die Fähigkeit von Fachanwendern, Geschäftsprozessmodelle zu interpretieren [8]. Schließlich bleibt zu überprüfen, ob sich die vorgestellten Ergebnisse auch auf andere Anwendergruppen übertragen lassen.

6. SCHLUSSBETRACHTUNG

In diesem Beitrag wurde die Eignung von EPK und AD zur Abbildung von Geschäftsprozessen für Fachanwender untersucht. Grundlage der Untersuchung war eine empirische Studie, in deren Rahmen die praktische Anwendung beider Sprachen bei der Modellerstellung unter kontrollierten Bedingungen beobachtet wurde. Bei der anschließenden Untersuchung der erstellten Modelle konnten zahlreiche qualitative Abweichungen auf sprachliche Unterschiede zwischen EPK und AD zurückgeführt werden. Die Ergebnisse der Auswertung zeichnen insofern ein detailliertes Bild der Eignung beider Sprachen, Geschäftsprozesse in konzeptionelle Modelle abzubilden. Die vorgestellten Ergebnisse sind für Wissenschaft und Praxis gleichermaßen bedeutsam.

Aus praktischer Sicht tragen sie dazu bei, die Auswahl geeigneter Modellierungssprachen besser zu unterstützen. Zwar konnte keine prinzipielle Überlegenheit einer der Sprachen in Bezug auf die Modellerstellung ausgemacht werden. Vielmehr ergab sich eine differenzierte Übersicht der Stärken und Schwächen beider Sprachen. Gerade diese ermöglicht es jedoch, die Auswahl einer geeigneten Sprache situativ im jeweiligen Unternehmenskontext besser zu treffen und die Anwendung der Sprache wirksam zu unterstützen: ist die Flexibilität von Prozessen bspw. ein wichtiger Faktor bei der Modellierung, sind AD tendenziell gegenüber EPK zu bevorzugen. Da Fachanwender die Wortsyntax der wenigen EPK-Konstrukte jedoch leichter beherrschen, ist bei der Modellierung mit AD eine intensivere Unterstützung durch Analysten und Entwickler nötig.

Aus wissenschaftlicher Sicht wird mit den Erkenntnissen ein Beitrag zur Bildung von Theorien über die Eignung von Geschäftsprozessmodellierungssprachen geleistet. Einerseits können auf Basis der empirischen Ergebnisse neue Theorien abgeleitet werden. Andererseits können die Ergebnisse zur Überprüfung theoretischer Aussagen beitragen. So konnte übereinstimmend mit anderen empirischen Untersuchungen [25] bspw. festgestellt werden, dass die expliziten Konnektoren der EPK von Fachanwendern besser ge-

handhabt werden können als implizite Verzweigungen, die von AD und Petri-Netzen unterstützt werden. Die Tatsache, dass explizite Konnektoren keine direkte Entsprechung in der Realwelt haben, führt also nicht zu der in theoretischen Arbeiten vorhergesagten Beeinträchtigung der Anwendbarkeit (vgl. [24]). Entgegen den Erwartungen konnten die Verknüpfungsoperatoren der EPK von den Anwendern insgesamt besser gehandhabt werden als diejenigen der AD (vgl. [6]). Deshalb verbleibt zu untersuchen, wann und wie stark sich theoretisch begründete Schwächen in der praktischen Anwendung auswirken. Andere Vorhersagen konnten dagegen bestätigt werden. Bspw. konnte entsprechend dem Grundsatz der Sparsamkeit [17] beobachtet werden, dass die kleinere Zahl an Konstrukten bei der Modellierung mit EPK tatsächlich zu weniger Fehlern in der Wortsyntax führte.

Im Zuge der weiteren Forschung ist zunächst geplant, die externe Validität der vorgestellten Ergebnisse zu stärken, u.a. durch eine Variation der abzubildenden Prozesse sowie der teilnehmenden Probanden. Ferner soll das Design der Studie genutzt werden, um weitere Sprachen zu vergleichen. Im Sinne einer Langzeitforschung kann so insbesondere überprüft werden, ob neue Sprachen wie die BPMN Fortschritte für einzelne Anwendergruppen bringen.

7. REFERENCES

- [1] J. Becker, M. Rosemann, and C. von Uthmann. Guidelines of Business Process Modeling. In *Proceedings of the BPM Conference*, pages 30–49, Berlin, 2000. Springer.
- [2] J. Becker and R. Schütte. *Handelsinformationssysteme*. Redline, Frankfurt, 2004.
- [3] A. Burton-Jones, Y. Wand, and R. Weber. Guidelines for Empirical Evaluations of Conceptual Modeling Grammars. *Journal of the AIS*, 10(6):495–532, 2009.
- [4] I. Davies, M. Rosemann, and P. Green. Exploring Proposed Ontological Issues of ARIS with Four Different Types of Modellers. In *Proceedings of the ACIS*, 2004.
- [5] P. Fettke and P. Loos. Ontologische Evaluierung von Ereignisgesteuerten Prozessketten. In *Proceedings of the EPK Workshop*, pages 61–78. Ges. f. Inform., 2003.
- [6] K. Figl, J. Mendling, M. Strembeck, and J. Recker. On the Cognitive Effectiveness of Routing Symbols in Process Modeling Languages. In *Proceedings of the BIS Conference*, pages 230–241, Berlin, 2010. Springer.
- [7] A. Gemino and Y. Wand. Evaluating Modeling Techniques based on Models of Learning. *Commun. ACM*, 46 (10):79–84, 2003.
- [8] A. Gemino and Y. Wand. A Framework for Empirical Evaluation of Conceptual Modeling Techniques. *Requirements Engineering*, 9(4):248–260, 2004.
- [9] P. Green and M. Rosemann. Integrated Process Modeling: An Ontological Evaluation. *Inform. Syst.*, 25(2):73 – 87, 2000.
- [10] P. Green and M. Rosemann. Perceived Ontological Weaknesses Of Process Modeling Techniques: Further Evidence. In *Proceedings of the ECIS*, 2002.
- [11] A. Gross and J. Dörr. EPC vs. UML Activity Diagrams - Two Experiments Examining their Usefulness for Requirements Engineering. In *Proceedings of the RE Conference*, pages 47–56. IEEE Computer Society, 2009.
- [12] I. Hadar and P. Soffer. Variations in Conceptual Modeling: Classification and Ontological Analysis. *Journal of the AIS*, 7(8):569–593, 2006.
- [13] S. Hillner, H. Kern, and S. Kühne. Berechnung von Modelldifferenzen als Basis für die Evolution von Prozessmodellen. In *Proceedings of the SE Conference*, pages 375–382, Bonn, 2009. Köllen.
- [14] O. Lindland, G. Sindre, and A. Sølvsberg. Understanding Quality in Conceptual Modeling. *IEEE Softw.*, 11:42–49, March 1994.
- [15] M. McDonald, J. Begin, and S. Fortino. Meeting the Challenge: The 2009 CIO Agenda. Gartner Executive Programs, Gartner, Inc., 2009.
- [16] D. Moody. Theoretical and Practical Issues in Evaluating the Quality of Conceptual Models: Current State and Future Directions. *Data Knowl. Eng.*, 15(3):243–276, 2005.
- [17] D. Moody. The “Physics“ of Notations: Toward a Scientific Basis for Constructing Visual Notations in Software Engineering. *IEEE Trans. Softw. Eng.*, 35(6):756–779, 2009.
- [18] D. Moody, G. Sindre, T. Brasethvik, and A. Sølvsberg. Evaluating the Quality of Information Models: Empirical Testing of a Conceptual Model Quality Framework. In *Proceedings of the ICSE*, pages 295–305. IEEE Computer Society, 2003.
- [19] M. Nüttgens. Ereignisgesteuerte Prozesskette. In K. Kurbel, J. Becker, N. Gronau, E. Sinz, and L. Suhl, editors, *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik - Online-Lexikon*. Oldenbourg, 2010.
- [20] OMG. Unified Modeling Language Specification: Version 2. Revised Final Adopted Specification ptc/05-07-04, Object Management Group, 2005.
- [21] S. Overhage, D. Birkmeier, and S. Schlauderer. Qualitätsmerkmale, -metriken und -maßnahmen für Geschäftsprozessmodelle: Das 3QM-Framework. Forschungsbericht, Universität Augsburg, 2010.
- [22] M. Owen and J. Raj. BPMN and Business Process Management - Introduction to the New Business Process Modeling Standard. Popkin Software, 2003.
- [23] J. Recker. BPMN Modeling - Who, Where, How and Why. *BPTrends*, 5(3):1–8, 2008.
- [24] J. Recker, M. Rosemann, M. Indulska, and P. Green. Business Process Modeling - A Comparative Analysis. *Journal of the AIS*, 10(4):333–363, 2009.
- [25] K. Sarshar and P. Loos. Comparing the Control-Flow of EPC and Petri Net from the End-User Perspective. In *Proceedings of the BPM Conference*, pages 434–439, Berlin, 2005. Springer.
- [26] S. Schnägelberger. Umfrage Status Quo Prozessmanagement 2008/2009. Analyst Report, BPM&O Architects GmbH, 2009.
- [27] K. Siau and M. Rossi. Evaluation techniques for systems analysis and design modelling methods - a review and comparative analysis. *Info. Syst. J.*, 2007.
- [28] H. Topi and V. Ramesh. Human Factors Research on Data Modeling: A Review of Prior Research, and Extended Framework and Future Research Directions. *Journal of Database Management*, 13(2):3–15, 2002.
- [29] I. Vessey and S. A. Conger. Requirements Specification: Learning Object, Process, and Data

- Methodologies. *Commun. ACM*, 37(5):102–113, 1994.
- [30] M. Weske. *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. Springer, Berlin, 2007.
 - [31] S. A. White. Process Modeling Notations and Workflow Patterns. In *Workflow Handbook 2004*, pages 265–294. Future Strategies Inc., 2004.
 - [32] P. Wohed, W. van der Aalst, M. Dumas, A. ter Hofstede, and N. Russel. On the Suitability of BPMN for Business Process Modelling. In *Proceedings of the BPM Conference*, pages 161–176. Springer, 2006.