

Entwicklung eines für das Precision Dairy Farming
angepassten Modellierungsansatzes – dargestellt am Beispiel eines
Unternehmensvergleiches für Gesundheitsdaten beim Milchrind

**Dissertation
zur Erlangung des
Doktorgrades der Agrarwissenschaften (Dr. agr.)**

der

Naturwissenschaftliche Fakultät III
Agrar- und Ernährungswissenschaften,
Geowissenschaften und Informatik

der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Frau Diplomagraringenieurin Franziska Gietl
geb. am 08.03.1977 in München

Gutachter

1. Prof. Dr. Joachim Spilke
2. Prof. Dr. Wolfgang Lehner

Tag der Verteidigung: 08.07.2013

Halle (Saale) 2013

Inhalt

| | |
|--|------------|
| Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen | IV |
| Verzeichnis der Tabellen | IV |
| Verzeichnis der Abbildungen | IV |
| Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen | VII |
| 1 Einleitung und Zielstellung | 1 |
| 2 Unternehmensübergreifende Prozesse aus Sicht des PDF | 5 |
| 2.1 Allgemeine Einführung in Geschäftsprozesse | 5 |
| 2.2 IT im landwirtschaftlichen Unternehmen | 8 |
| 2.3 Bedeutung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse für das landwirtschaftliche Unternehmen | 12 |
| 2.4 Unternehmensübergreifende Prozesse des landwirtschaftlichen Unternehmens | 15 |
| 2.4.1 Informationsbedarfsanalyse zur Identifikation gewünschter Geschäftsprozesse | 16 |
| 2.4.2 Defizitanalyse zur Identifikation bestehender Schwachstellen | 20 |
| 2.5 Fallstudie „Unternehmensvergleichs der Gesundheitsdaten beim Milchrind“ | 22 |
| 2.6 Schlussfolgerungen aus Sicht des PDF | 23 |
| 3 Unternehmensübergreifende Prozesse aus Sicht der Informatik | 26 |
| 3.1 Methodik zur Anwendungskopplung | 27 |
| 3.2 Serviceorientierte Architektur | 29 |
| 3.2.1 Konzept einer SOA | 30 |
| 3.2.2 SOA im Unternehmen und deren Umsetzung | 31 |
| 3.2.3 Webservices und Abgrenzung zu SOA | 32 |
| 3.2.4 Schlussfolgerung für den Einsatz von SOA | 34 |
| 3.3 Vorgehensmodelle und MDA | 35 |
| 3.3.1 Vorgehensmodelle | 35 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.3.2 | Model Driven Architecture | 36 |
| 3.3.2.1 | Modelle in der MDA | 37 |
| 3.3.2.2 | Mapping und Transformation | 39 |
| 3.3.3 | Schlussfolgerung für das Vorgehensmodell | 40 |
| 3.4 | Modellierungssprachen für Geschäftsprozesse | 41 |
| 3.4.1 | BPEL | 41 |
| 3.4.2 | EPK | 42 |
| 3.4.3 | UML-Aktivitätsdiagramm | 45 |
| 3.4.4 | BPMN | 46 |
| 3.4.5 | Schlussfolgerung für die Modellierungssprache | 49 |
| 3.5 | Regelsprachen | 51 |
| 3.5.1 | Allgemeine Einführung in Regeln | 51 |
| 3.5.2 | Modalität und Systematisierung von Regeln | 52 |
| 3.5.3 | Vergleichende Betrachtung von Regelsprachen | 54 |
| 3.5.3.1 | Ausführbare Regeln | 54 |
| 3.5.3.2 | Semantics of Business Vocabulary and Business Rules | 55 |
| 3.5.4 | Schlussfolgerung für Regelsprachen | 58 |
| 3.6 | Wissensrepräsentationsmodelle | 59 |
| 3.6.1 | Anforderungen an das Wissensrepräsentationsmodell | 60 |
| 3.6.2 | Thesaurus | 61 |
| 3.6.3 | Geschäftsvokabular | 63 |
| 3.6.4 | Ontologie | 64 |
| 3.6.5 | Schlussfolgerungen aus dem Vergleich der Modelle zur Wissensrepräsentation | 66 |
| 3.7 | Schlussfolgerung für die Modellierung und Umsetzung von Geschäftsprozessen im PDF | 67 |
| 4 | Darstellung des Unternehmensvergleichs in BPMN | 69 |
| 4.1 | Geschäftsprozessmodellierung mit BPMN | 69 |
| 4.1.1 | Elemente der BPMN | 69 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 4.1.2 | Prozesse innerhalb eines Unternehmens | 71 |
| 4.1.3 | Unternehmensübergreifende Prozesse in BPMN | 77 |
| 4.2 | Fallstudie Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten in BPMN | 78 |
| 4.2.1 | Darstellung des „Happy Path“ | 78 |
| 4.2.2 | Realistische Darstellung | 81 |
| 4.3 | Schlussfolgerungen für die Eignung von BPMN für das PDF | 85 |
| 5 | Erweiterter Modellierungsansatz für Geschäftsprozesse | 88 |
| 5.1 | Fachliche Logik | 89 |
| 5.2 | Aktivierung und Bedingungen | 90 |
| 5.3 | Aktivierungsregeln | 91 |
| 5.3.1 | Erstellung des Vokabulars | 92 |
| 5.3.2 | Regelerstellung | 94 |
| 5.4 | Annotationsbasierte Modellierung | 95 |
| 5.4.1 | Integration der Aktivierungsregeln | 96 |
| 5.4.2 | Kontrollierte Fortsetzung des Prozesses bei Regelverstoß | 97 |
| 5.4.3 | Fallstudie Unternehmensvergleich | 99 |
| 5.5 | Empirische Umsetzung | 102 |
| 5.6 | Umsetzung | 104 |
| 5.7 | Schlussfolgerungen aus der Anwendung des annotationsbasierten Modellierungsansatzes | 107 |
| 6 | Abschließende Diskussion | 108 |
| 7 | Zusammenfassung | 112 |
| 8 | Summary | 115 |
| | Literaturverzeichnis | 118 |
| | Anhang – Auszug aus dem Geschäftsvokabular des PDF | 125 |

Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

Verzeichnis der Tabellen

| | | |
|------------|---|----|
| Tabelle 1: | Relevante unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse im PDF ohne oder ohne ausreichende Softwareunterstützung | 18 |
| Tabelle 2: | Ebenenübersicht für die Anwendungskopplung nach Mantel et al. (2004) | 28 |
| Tabelle 3: | Eigenschaften der vorgestellten Notationen zur Darstellung von Geschäftsprozessen | 50 |
| Tabelle 4: | Übersicht über die Modalität von Regeln und deren jeweilige Formulierung | 53 |
| Tabelle 5: | Eigenschaften der Regelsprachen | 59 |
| Tabelle 6: | Eigenschaften der Wissensrepräsentationsmodelle | 66 |
| Tabelle 7: | Übersicht über die Kategorien der Elemente und deren in dieser Arbeit verwendeten Basisobjekte der BPMN 2.0 | 70 |
| Tabelle 8: | Bedingungen des Unterprozesses „Daten überprüfen“, ihre Fakttypen, Modalität und die daraus resultierenden Aktivierungsregeln | 95 |

Verzeichnis der Abbildungen

| | | |
|--------------|---|----|
| Abbildung 1: | Datenbeziehungen zwischen Landwirtschaftsunternehmen und Informationspartnern (nach Spilke 2003, S. 550) | 10 |
| Abbildung 2: | Relevante Partner unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse zur Informationsbereitstellung im PDF (in Anlehnung an Spilke 2003, S. 541ff.) | 12 |
| Abbildung 3: | Darstellung des Schichtenmodells der Informationsverarbeitung in der Milcherzeugung und der informationsseitigen Verknüpfungen zwischen den Schichten aus Sicht des Landwirtschaftsunternehmens (nach Doluschitz und Spilke 2002, S. 26ff.) | 13 |
| Abbildung 4: | Grundidee der Serviceorientierung (nach Erl 2005) | 31 |

| | | |
|---------------|---|----|
| Abbildung 5: | Übersicht über die in der MDA vorgesehenen Stufen bzw. Modelle | 38 |
| Abbildung 6: | ARIS-Haus nach (Scheer 2002b) | 43 |
| Abbildung 7: | EPK-Modell des vereinfachten Prozesses „Unternehmensvergleich“ | 44 |
| Abbildung 8: | UML-Diagramm des vereinfachten Prozesses „Unternehmensvergleich“ | 45 |
| Abbildung 9: | BPMN-Choreografiediagramm | 47 |
| Abbildung 10: | BPMN-Prozessdiagramm | 48 |
| Abbildung 11: | BPMN-Konversationsdiagramm | 49 |
| Abbildung 12: | Grafische Darstellung des Business Rule Mantras (OMG 2008) mit einem Beispiel aus dem PDF | 57 |
| Abbildung 13: | Ausschnitt des Agrovoc-Thesaurus der FAO (2012) | 62 |
| Abbildung 14: | Ausschnitt des Aufbaus eines Geschäftsvokabulars für das PDF, dargestellt in UML | 63 |
| Abbildung 15: | Ausschnitt aus einer Ontologie für den Bereich des PDF, erstellt mit dem Programm protege | 65 |
| Abbildung 16: | Vorgehensmodell, MDA | 68 |
| Abbildung 17: | BPMN-Prozess mit Start- und Endereignis in einem Pool mit Mehrfachinstanz. | 71 |
| Abbildung 18: | BPMN-Prozess mit zeitgesteuertem Start und empfangendem Nachrichten-Zwischenereignis | 72 |
| Abbildung 19: | BPMN-Prozess mit Fehlerereignis | 73 |
| Abbildung 20: | BPMN-Prozess mit nicht-unterbrechendem Eskalationsereignis | 73 |
| Abbildung 21: | BPMN-Prozesse mit Signalwurf | 74 |
| Abbildung 22: | BPMN-Prozess mit paralleler Verzweigung und paralleler Zusammenführung (Synchronisation) | 75 |
| Abbildung 23: | BPMN-Prozess mit exklusiver Verzweigung | 75 |
| Abbildung 24: | BPMN-Prozess mit inklusivem Gateway | 76 |
| Abbildung 25: | BPMN-Prozess mit ereignisbasiertem Gateway | 76 |

| | | |
|---------------|--|-----|
| Abbildung 26: | BPMN-Element Unterprozess, zusammengeklappte (links) und aufgeklappte (rechts) Darstellung | 77 |
| Abbildung 27: | BPMN-Prozess, Darstellung des öffentlichen Prozesses des Dienstleisters, Darstellung des privaten Prozesses des Unternehmens | 77 |
| Abbildung 28: | BPMN-Modell des Unternehmensvergleichs der Gesundheitsdaten dargestellt ist ausschließlich der Happy Path. | 80 |
| Abbildung 29: | Unterprozess „Daten überprüfen“, dargestellt ist ausschließlich der Happy Path | 81 |
| Abbildung 30: | BPMN-Prozess „Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten“ | 83 |
| Abbildung 31: | BPMN-Unterprozess „Daten überprüfen“ des Geschäftsprozesses „Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten“ | 84 |
| Abbildung 32: | Metamodell (dargestellt in UML) des für das PDF geeigneten Geschäftsvokabulars als Grundlage zur Regelerstellung | 92 |
| Abbildung 33: | Ausschnitt des Vokabulars für das PDF, gezeigt ist deskriptive Mastitis | 93 |
| Abbildung 34: | BPMN-Unterprozess „Daten überprüfen“ des Geschäftsprozesses „Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten“ | 94 |
| Abbildung 35: | BPMN-Aktivität mit Aktivierungsregeln, dargestellt in der annotationsbasierten Modellierung | 96 |
| Abbildung 36: | Ausschnitt aus einem annotierten Modell | 97 |
| Abbildung 37: | Darstellung des Geschäftsprozesses des Unternehmensvergleichs in der annotationsbasierten Modellierung. | 100 |
| Abbildung 38: | Darstellung des Geschäftsprozesses des Unternehmensvergleichs mit Unterprozesses “Daten überprüfen” in BPMN | 101 |
| Abbildung 39: | Geschäftsprozessmodell der Prognose für Milchmengenabweichungen in der annotationsbasierten Modellierung | 103 |
| Abbildung 40: | Aufbau der umgesetzten Anwendung | 105 |
| Abbildung 41: | Übertragungszeit pro Datensatz abhängig vom Format und der Übertragungsmethode | 106 |
| Abbildung 42: | MDA im PDF | 111 |

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

| | |
|------|---|
| BPEL | Business Process Execution Language |
| BPMN | Business Process Model and Notation |
| CIM | Computer Independent Model |
| DLQ | Deutscher Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen e. V. |
| ECA | Event Condition Action |
| EPK | Ereignisgesteuerte Prozesskette |
| ER | Entity Relation |
| FAO | Food and Agriculture Organization of the United Nations |
| GI | Gesellschaft für Informatik e. V. |
| HIT | Herkunfts- und Informationssystem Tier |
| IT | Informationstechnologie |
| LKV | Landeskontrollverband |
| KTBL | Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft |
| MDA | Model Driven Architecture |
| MLP | Milchleistungsprüfung |
| OCL | Object Constraint Language |
| OMG | Object Management Group |
| PDF | Precision Dairy Farming |
| PIM | Platform Independent Model |
| PSM | Platform Specific Model |

| | |
|------|---|
| SBVR | Semantics of Business Vocabulary and Business Rules |
| SOA | Serviceorientierte Architektur |
| UML | Unified Modeling Language |
| VIT | Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w. V. |
| XML | Extensible Markup Language |
| W3C | World Wide Web Consortium |
| ZWS | Zuchtwertschätzung |

1 Einleitung und Zielstellung

Der Agrarbereich steht heute mehr denn je vor der Aufgabe, ökonomische und ökologische Belange zu verbinden. Daneben sind Verbraucherforderungen nach Transparenz und Rückverfolgbarkeit der Produktion sowie Ansprüche an den Tierschutz zu berücksichtigen. Die gesellschaftliche Stellung und die Akzeptanz der Landwirtschaft hängen wesentlich davon ab, wie diese Herausforderungen dauerhaft gemeistert werden. Die Disziplin der Agrarinformatik unterstützt hierbei den Agrarbereich durch Forschung sowie Konzeption und Implementierung angewandter Informatiklösungen.

Die Milcherzeugung hat im Agrarsektor aufgrund ihrer dominanten betrieblichen Wettbewerbskraft und dem hohen öffentlichen Interesse eine große Bedeutung. Dies führt dazu, dass der Milchwirtschaft eine besondere Rolle zukommt.

Es ist daher eine intensive Qualitätssicherung mit den Zielen Verbraucherschutz, Tierschutz und Wirtschaftlichkeit zwingend. Dazu gehören sowohl die Früherkennung von Krankheiten und die damit verbundene Reduzierung von Tierarzneimitteln als auch die Früherkennung und Reduzierung von anderen qualitätsmindernden Einflüssen. Problematisch sind derzeit vor allem die hohe Frequenz von Erkrankungen des Euters, der Gliedmaßen sowie Klauen und hiermit verbundene tierschutzrelevante Belastungen der Kühe wie auch dramatisch abnehmende Nutzungsdauern.

Ziel muss sein, derartige Erkrankungen am Einzeltier frühzeitig erkennen und entsprechend reagieren zu können. Daher darf trotz des Übergangs zur Laufstallhaltung, der aus Sicht des Tierschutzes und aus betriebs- und arbeitswirtschaftlichen Gründen zwingend ist, sowie der tendenziell steigenden Herdengrößen die tierindividuelle Betreuungsintensität nicht abnehmen.

Die genannten Problemstellungen zwingen zu einem stärkeren Monitoring auf Ebene des Einzeltieres. Dabei wirkt eine Vielzahl wissenschaftlicher Einzelergebnisse der letzten Jahre in den Fachgebieten der Agrarwissenschaften, aber auch im Bereich der Informations- und Kommunikationstechniken, unterstützend. Diese beziehen sich auf die praxiswirksame Verfügbarkeit einer sicheren Tiererkennung, aber auch auf Sensoren zur Aktivitäts- und Leistungserfassung, ebenso wie auf entwickelte Konzepte und Lösungen zum Daten- und Informationsmanagement. Insbesondere der stark zunehmende Einsatz von Sensoren zur Merkmalerfassung (Milchmenge, Inhaltsstoffe und Leitfähigkeit der Milch,

Bewegungsaktivität der Tiere) eröffnet Möglichkeiten zur Nutzung dieser Daten zur Entscheidungsunterstützung.

Mit dem Precision Dairy Farming (PDF) (Spilke et al. 2003) wurde ein integriertes Konzept entwickelt, das den skizzierten komplexen Anforderungen, aber auch den sich eröffnenden Möglichkeiten Rechnung tragen soll. Dieses Konzept ist insbesondere durch die folgenden Merkmale gekennzeichnet:

- Verlagerung der Dokumentations- und Entscheidungsebene von der Tiergruppe zum Einzeltier;
- Hohe Intensität der Tierbeobachtung, auch bei zunehmender Bestandsgröße, durch ein System von Sensoren;
- Durchgehende konsistente Dokumentation einzeltierbezogener Merkmale, Ereignisse und Vorfälle durch die Anwendung von Datenbankkonzepten; damit ein hohes Maß an Transparenz der Milcherzeugung und eine einzeltierbezogene Rückverfolgbarkeit jeglicher Behandlungsmaßnahmen, Ereignisse und Vorfälle;
- Informationsseitige Vernetzung des milchwirtschaftlichen Unternehmens mit Organisationen auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene.

Dabei wird zunehmend Informations- und Kommunikationstechnik eingesetzt und zu einer qualifizierten Entscheidungsunterstützung auf der Ebene des Einzeltieres, der Tiergruppe oder des Unternehmens genutzt.

Zur Auswertung der Daten als Basis der Entscheidungsunterstützung ist es nötig, regionale und nationale IT-Dienstleister wie beispielsweise Landeskontrollverbände bzw. Rechenzentren einzubinden. Die sowohl biologisch, aber auch durch eine Vielzahl von Störgrößen bedingte hohe Merkmalsvariabilität zwingt zur Anwendung von Methoden des Operations Research und der mathematischen Statistik. Die Nutzung derartiger Methoden ist aber auf der Ebene des Landwirtschaftsunternehmens oft nicht möglich, da häufig die nötige Hard- und Software sowie das erforderliche Methodenwissen nicht vorliegen oder aber aus inhaltlicher Sicht eine unternehmensübergreifende Datennutzung erforderlich ist. Konsequenz ist eine intensive daten- und informationsseitige Verknüpfung der Milch erzeugenden Landwirtschaftsunternehmen mit den genannten externen Dienstleistern.

Mit dem Einsatz des PDF ergeben sich daher einerseits ein durch den Einsatz von Sensoren zwangsläufig stetig steigendes Datenaufkommen, andererseits ein zunehmender Kommunikationsbedarf und durch viele Regeln gekennzeichnete, komplexe Geschäftsprozesse zwischen den informationsseitig vernetzten Beteiligten.

Die Erfüllung der Anforderungen an die Milcherzeugung aber auch die Ausschöpfung der gewachsenen technischen und organisatorischen Möglichkeiten unterstreichen die essenzielle Bedeutung von Information und Kommunikation als eine wesentliche Komponente des PDF-Konzepts.

Allerdings ist zurzeit die IT-Unterstützung im Bereich der Milchwirtschaft noch unzureichend, insbesondere für die komplexen und daten- und regelintensiven Prozesse des PDF. Es ist zudem noch kein methodisches Vorgehen etabliert, das die besonderen Belange dieses Bereichs berücksichtigt.

Die Forderung an die Agrarinformatik ist daher, für diese fachliche Problemstellung Lösungsansätze der Informatik auf ihre Eignung zu überprüfen und entsprechend einzusetzen. Daraus leitet sich die Zielstellung der vorliegenden Dissertation ab. Es wird untersucht, wie aktuelle Ansätze wie Geschäftsprozessmodellierung, modellgetriebene Architektur und serviceorientierte Architektur zur Unterstützung der komplexen, unternehmensübergreifenden daten- und regelintensiven Geschäftsprozesse des PDF eingesetzt werden können. Dabei muss die Anwendbarkeit durch den Fachexperten immer gegeben sein.

Im Einzelnen soll Folgendes erreicht werden:

- Identifikation bedeutsamer unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse auf Basis einer Informationsbedarfsanalyse;
- Prüfung von verschiedenen Notationen zur Modellierung von Geschäftsprozessen;
- Einfache Abbildung vorhandener fachlicher Regeln im Geschäftsprozessmodell;
- Ableitung und Evaluierung eines fachspezifischen Vorgehensmodells zur Modellierung und Umsetzung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse;
- Bereitstellung der Infrastruktur für Daten- und Informationsaustausch innerhalb des Gesamtkonzepts PDF;
- Verwendbarkeit des Geschäftsprozessmodells als Grundlage für die Kommunikation zwischen Landwirtschaftsexperten und IT-Experten;
- Umsetzung von Beispielanwendungen.

Dazu beleuchtet diese Arbeit unternehmensübergreifende Prozesse aus Sicht des PDF (Abschnitt 2) und betrachtet aktuelle Ansätze der Informatik (Abschnitt 3). Diese werden auf ihre Eignung für den Einsatz im Bereich des PDF untersucht (Abschnitte 3 und 4). Darauf aufbauend wird ein methodisches Vorgehen entwickelt, das die besonderen Belange des PDF berücksichtigt (Abschnitt 5). Zur leichten Anwendbarkeit der Geschäftsprozessmodellierung,

die trotzdem im Sinne einer Modell getriebenen Architektur (MDA) automatisch transformierbar sein soll, wird ein erweiterter Modellierungsansatz eingeführt (Abschnitt 5). In diesem werden die Regeln durch Annotationen zum Prozessmodell hinzugefügt. Zur Überprüfung des erweiterten Ansatzes wird ein weiterer Prozess modelliert (Abschnitt 5.5), und das Vorgehen schließlich prototypisch umgesetzt (Abschnitt 5.6). Abschließend folgt eine Diskussion des entwickelten Modellierungsansatzes und seiner Anwendung im landwirtschaftlichen Bereich (Abschnitt 6).

2 Unternehmensübergreifende Prozesse aus Sicht des PDF

Im landwirtschaftlichen Unternehmen finden sich neben den unternehmensinternen auch zunehmend unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse, da es organisatorisch und informationstechnisch mit diversen anderen Organisationen verknüpft ist. Diese Verknüpfung ist bedingt durch gesetzliche Vorgaben, fehlendem Know-how auf Seite des landwirtschaftlichen Unternehmens und durch notwendige Hilfe zur Entscheidungsunterstützung. Sowohl die unternehmensinternen als auch die unternehmensübergreifenden Geschäftsprozesse werden z. T. durch Informationstechnologie (IT) unterstützt.

Zur Beherrschung und Steuerung der komplexen daten- und regelintensiven Geschäftsprozesse im PDF ist aber eine bessere Unterstützung durch IT notwendig, auch über die Unternehmensgrenzen hinweg. Dies setzt die Identifizierung der zu unterstützenden Geschäftsprozesse voraus. Im Fall von bereits in dem Geschäftsprozess eingesetzten IT-Systemen müssen deren Analyse und Integration in die Geschäftsprozesse erfolgen.

Im Folgenden wird zunächst der Begriff „Geschäftsprozess“ eingeführt, bevor kurz auf den aktuellen Stand der unternehmensinternen Geschäftsprozesse und deren Unterstützung durch IT im Unternehmen eingegangen wird. Danach wird die informationsseitige Vernetzung des landwirtschaftlichen Unternehmens im PDF dargestellt. Es folgen die Identifikation der aktuellen und gewünschten unternehmensübergreifenden Geschäftsprozesse, der Stand ihrer IT-Unterstützung und deren bestehende Defizite aus Sicht des PDF.

2.1 Allgemeine Einführung in Geschäftsprozesse

Wenn die Komplexität wirtschaftlicher Tätigkeit stetig zunimmt und nur noch im Sinne eines Prozesses verstanden werden kann, muss diesem bei dem Entwurf und der Umsetzung der Ablauforganisation eines Unternehmens Rechnung getragen werden. Dabei besteht die besondere Herausforderung darin, das zeitlich-logische (dynamische) Verhalten von Vorgängen im Unternehmen und zunehmend auch zwischen Unternehmen abzubilden. Folgerichtig wurde in den letzten 25 Jahren der Geschäftsprozess in den Mittelpunkt der Ablauforganisation von Unternehmen gerückt, wobei unter einem Geschäftsprozess eine zusammenhängende Folge von Unternehmensverrichtungen zum Zweck einer Leistungserstellung zu verstehen ist (Scheer 2002b, S. 3). Definitionen von

Heinrich (2002, S. 244), Riekhof (1997, S. 11), und Staud (2006, S. 9) beinhalten die gleichen Kernaussagen. Wenn auch zunächst nur Abläufe im Unternehmen betrachtet wurden, war bald eine Erweiterung auf unternehmensübergreifende Prozesse zwingend (Scheer 2002a, S. 13; Schissler et al. 2005). Das bedeutet, ein Geschäftsprozess kann sich auch auf verschiedene Unternehmen unabhängig von Unternehmensgrenzen beziehen.

Der gedankliche Ansatz eines „Geschäftsprozesses“ war zunächst nur auf die Produktion bezogen. Die Prämisse des Denkens in Prozessen und die Beachtung zeitlich-logischer Folgen müssen ebenso bei der Umsetzung von IT-Systemen, die diese Produktion unterstützen, beachtet werden (Heinrich 2002, S. 10). Dabei kommt der IT allgemein die Aufgabe einer informationsseitigen Begleitung von Geschäftsprozessen zur Erstellung von Produkten oder Erbringung von Dienstleistungen zu. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, ist die Informationsbereitstellung durch IT-Systeme selbst auch als Geschäftsprozess anzusehen. Im vorliegenden Sachzusammenhang ist ein IT-System als Einheit der Komponenten Mensch, Aufgabe, Informations- und Kommunikationstechnik sowie Methoden und Werkzeuge aufzufassen (Heinrich et al. 2007, S. 16ff.). Entsprechend der Aufgabenstellung der vorliegenden Arbeit beziehen sich alle Ausführungen zu Geschäftsprozessen ausschließlich auf die Optimierung der Informationsbereitstellung und nicht auf Prozesse zur Produkterstellung bzw. Dienstleistungserbringung selbst.

Je nach Autor werden die Tätigkeiten eines Geschäftsprozesses unterschiedlich benannt. So sprechen die OMG (Object Management Group) (2010a) und Schissler et al. (2005) von „Aktivitäten“, Scheer (2002b) von „Funktionen“. Im Folgenden wird der Begriff Aktivität verwendet, die Begriffe Geschäftsprozess und Prozess werden gleichbedeutend angesehen. Der Ausführende eines Geschäftsprozesses wird „Akteur“, „Beteiligter“, „Prozesspartner“ oder „Aufgabenträger“ genannt (Scheer 2002b). Ein Geschäftsprozess ist nach Staud (2006) wie folgt definiert:

- Ein Geschäftsprozess hat ein Ziel, zu dessen Zweck er durchgeführt wird.
- Es ist festgelegt, wie ein Geschäftsprozess gestartet wird. Dies kann spontan erfolgen oder durch ein Ereignis ausgelöst werden.
- Das Ende kann erreicht werden, indem alle Tätigkeiten des Prozesses erfüllt werden oder indem ein vorher definiertes Ereignis eintritt.
- Zwischen Start und Ende finden vorher festgelegte Tätigkeiten geordnet statt.
- Ein Geschäftsprozess ist in Teilaufgaben zerlegbar.
- Ein Geschäftsprozess hat mindestens einen Akteur, der ihn veranlasst oder ausführt.

Es kann zwischen unternehmensinternen und -übergreifenden Geschäftsprozessen unterschieden werden. Interne Geschäftsprozesse laufen in nur einem Unternehmen ab. Bei unternehmensübergreifenden Geschäftsprozessen werden Aktivitäten verschiedener Unternehmen mit einer gemeinsamen Zielsetzung verbunden (Schissler et al. 2005). Dies bedeutet, die Tätigkeiten werden nicht nur von einem Akteur durchgeführt, es ist also eine Kooperation über Unternehmensgrenzen hinweg nötig.

Ein Geschäftsprozess kann sowohl durch Orchestrierung als auch durch Choreografie ausgeführt werden. Wenn ein Geschäftsprozess aus Sicht einer Instanz beschrieben und gesteuert wird, liegt eine Orchestrierung vor (Dostal et al. 2005, S. 202f.). Bei einer Choreografie können unterschiedliche Partner in den Prozessablauf eingreifen und diesen steuern (Dostal et al. 2005, S. 202). Eine Kooperation eigenständiger Partner, wie in der vorliegenden Arbeit, ist eine Choreografie (W3C 2004b), denn beide Partner nehmen aktiv an dem Prozessablauf teil. Die Prozesse, die innerhalb eines Partners ablaufen, werden durch diesen orchestriert.

Zur Arbeitserleichterung und Vereinfachung ist es wünschenswert, Aktivitäten und Prozesse zu automatisieren und durch Software selbstständig ausführen zu lassen. Prozesse sind automatisierbar und in Software übertragbar, wenn ihre einzelnen Tätigkeiten automatisierbar und in Software übertragbar sind. Tätigkeiten sind nach Dahme (2001) dann in Software übertragbar und automatisierbar, wenn es sich um innere, also geistige, Tätigkeiten handelt, diese operationalisierbar sind und wenn reproduzierbares, mitteilbares Wissen zugrunde liegt. Inwieweit ein Geschäftsprozess automatisiert werden kann, hängt von der Automatisierbarkeit der einzelnen Aktivitäten, die durchgeführt werden, ab. Der Aspekt der Automatisierung bzw. der Automatisierbarkeit muss bei der Analyse vorhandener und neuer unternehmensübergreifender Prozesse im Hinblick auf deren IT-Unterstützung beachtet werden.

Die Umsetzung des Konzeptes des PDF führt zu einem zunehmenden Anteil unternehmensübergreifender Prozesse und erweist sich in seinen Anforderungen an die IT als anspruchsvoll. Zur besonderen Motivation der durchgeführten Untersuchungen wird daher, nach der Vorstellung des aktuellen Stands des IT-Einsatzes im landwirtschaftlichen Unternehmen, die Bedeutung der unternehmensübergreifenden Geschäftsprozesse für das PDF herausgestellt.

2.2 IT im landwirtschaftlichen Unternehmen

Basierend auf Erhebungen in Landwirtschaftsunternehmen liegt ein guter Überblick bezüglich des Ausrüstungs- und Nutzungsstandes der IT vor. Dabei zeigt sich allerdings eine territoriale Differenzierung, die erwartungsgemäß unterschiedliche Unternehmensstrukturen reflektiert. Köstler (2008) fand im Land Sachsen-Anhalt für Mitglieder des Landeskontrollverbandes bei einer Stichprobe von 421 Unternehmen insgesamt einen Anteil von 95 % der Unternehmen mit Rechentechnik, wobei davon 76 % auch über einen Zugang zum Internet verfügten. Es zeigte sich eine deutliche Abhängigkeit von der Unternehmensgröße. Bei einem Bestand von mehr als 100 melkenden Kühen ist die Ausstattung nahe 100 %, der Anteil mit Internetzugang 86 %. Eine ähnliche Tendenz ist auch für die Nutzung von funktionspezifischer Software nachweisbar. So verfügen 76 % aller Unternehmen über Herdenmanagementsoftware, in der Größenklasse der Unternehmen mit mehr als 100 Tieren verfügen 78 % über Herdenmanagementsoftware. Bei Unternehmen mit mehr als 200 Tieren beträgt der Anteil bereits 92 %. Damit bestätigen die jüngeren Ergebnisse einen hohen, bereits in früheren Untersuchungen gefundenen, Ausrüstungsstand in der Milcherzeugung (Spilke et al. 2000) sowie im Agrarbereich (Doluschitz et al. 2004; Rosskopf und Wagner 2006; Wagner und Rosskopf 2005).

Bezogen auf die genutzten Softwareprodukte nehmen innerhalb der IT-Systeme von Milch erzeugenden Unternehmen sogenannte „Herdenmanagementprogramme“ eine wichtige Stellung ein. Sie stellen beim derzeitigen Entwicklungsstand funktionsbezogener Software für Landwirtschaftsunternehmen neben Ackerschlagkarteien im Allgemeinen den Kern des betrieblichen Informationssystems dar und dienen zur Unterstützung

- mengenorientierter operativer Aufgaben, wie beispielsweise operativer Planungs-, Kontroll- und Analyseaufgaben (z. B. Untersuchungen, Behandlungen, Tierkontrollen) oder der Dokumentation von Produktions-, Arbeits- und Geschäftsprozessen (durchgeführte Behandlungen, erbrachte tierische Leistungen, geleistete Arbeitszeit, verbrauchte Futtermittel) und
- von Berichts-, Analyse- und Kontrollaufgaben, wie beispielsweise tier- und herdenbezogener Kontrollen und Analysen der Milchleistungen oder der Reproduktionsleistungen.

Demgegenüber werden wertorientierte Abrechnungsaufgaben wie beispielsweise die Materialbuchführung (Konzentrat- und Grobfutterverbrauch) auf der Zweigebene schlecht unterstützt und sind Gegenstand aktueller Entwicklungen (Feucker, persönliche Mitteilung 2011).

Die Programmentwicklungen der letzten Jahre zielten vor allem auf den Ausbau der Softwareunterstützung zur Überwachung und Analyse im Produktionsbereich. Das führte auch zur Schaffung selbstständiger Programme, die sowohl Daten von Managementprogrammen im Unternehmen als auch externe Datenbestände nutzen. Ein Beispiel ist das Zuchtmanagementsystem ZMS der dsp-Agrosoft GmbH¹. Diese Software nutzt Daten aus der tierindividuellen Dokumentation des Herdenmanagementprogramms und der bestandsbezogenen Milchgüteuntersuchung, aber auch der nationalen Zuchtwertschätzung. Das Programm unterstützt damit eine interaktive Ursachenanalyse und eine darauf aufbauende Fachdiskussion durch den Nutzer. Hier sind weitere Entwicklungsschritte erforderlich.

In Abbildung 1 sind die direkten Datenbeziehungen zwischen den Informationssystemen des Landwirtschaftsunternehmens und verschiedener Organisationen dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nur die Import- und Exportbeziehungen des Landwirtschaftsunternehmens näher beschrieben. Weiterhin ist für denselben Sachverhalt nur jeweils ein Kommunikationsweg angeführt. Beispielsweise besteht auch die Möglichkeit der direkten Kommunikation zwischen dem Unternehmen und dem das HIT betreibende Rechenzentrum.

Die Inhalte der Kommunikation mit verschiedenen Organisationen beziehen sich auf die Komplexe Milchgüte, Futterqualität, Milchleistungsprüfung und darauf aufbauende Auswertungen sowie Parameterschätzungen (Hochrechnungen und Zuchtwertschätzung) wie auch Reproduktion und Bestandsveränderungen. Entsprechend dieser Aufgabenbereiche sind die Partner Zucht- und Landeskontrollverbände sowie Untersuchungslabore. Ferner stellt das Rechenzentrum Zuchtwertschätzung (Rechenzentrum ZWS) zur Ermittlung der Laktationsleistungen und deren Nutzung zu Hochrechnungen sowie die Schätzung von Zuchtwerten einen unverzichtbaren Partner dar. Der Nachweis jeglicher Bestandsveränderungen hat durch den zuerst für Rinder erfolgten Aufbau des Herkunftssicherungs- und Informationssystems Tier (HIT)² eine erhebliche Qualifizierung

¹ www.dsp-agrosoft.de

² www.hi-tier.de

erfahren. Entsprechend ist das Rechenzentrum, das dieses System betreibt, ebenfalls in den direkten Datenaustausch einbezogen.

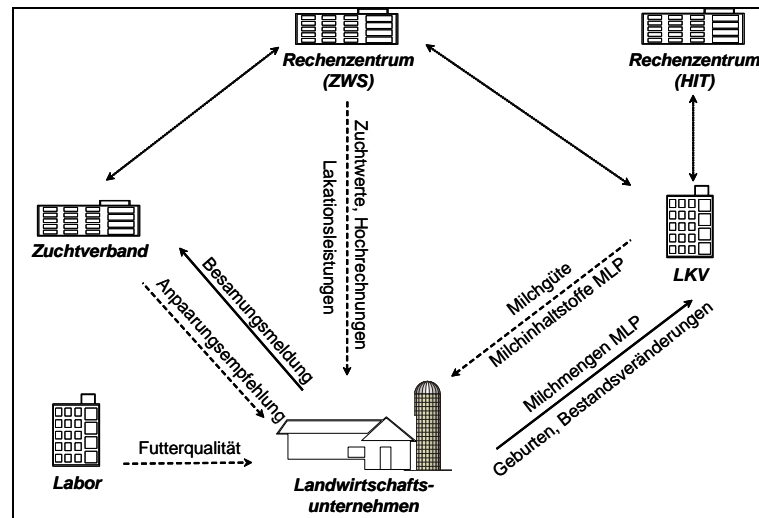


Abbildung 1: Datenbeziehungen zwischen Landwirtschaftsunternehmen und Informationspartnern (nach Spilke 2003, S. 550)

Der inzwischen ohne Medienbrüche für bestimmte Aufgabenstellungen durchgehend in elektronischer Form mögliche Datenaustausch führt u. a. aus Sicht des Landwirtschaftsunternehmens zu einer schnelleren Verfügbarkeit aktueller Daten und damit einer höheren Qualität der darauf basierenden Entscheidungen. Exemplarisch kann das am Beispiel der MLP (Milchleistungsprüfung) gezeigt werden. Die MLP erfolgt in der Schrittfolge (nach Spilke 2003, S. 551):

1. Übertragung des aktuellen und damit zu prüfenden Tierbestandes aus dem Herdenmanagementprogramm in ein mobiles Datenerfassungsgerät durch den Milchleistungsprüfer;
2. Eingabe der erfassten Milchmengen in das mobile Erfassungsgerät;
3. Übertragung der ermittelten Milchmengen vom mobilen Erfassungsgerät an das Herdenmanagementprogramm;
4. Übertragung der Einzeltieridentifikation und Proben zur Ermittlung von Milchinhaltstoffen an den LKV, Komplettierung der Einzeltierdaten mit den Ergebnissen der Laboruntersuchung für Milchinhaltstoffe;

5. Übertragung der Ergebnisse in maschinenlesbarer Form durch den LKV an das Landwirtschaftsunternehmen zum Einlesen in das Herdenmanagementprogramm und zugleich an das Rechenzentrum zur Ermittlung von Laktationsleistungen, Hochrechnungen von Laktationsleistungen und Zuchtwerten;
6. Übertragung von Laktationsleistungen, Hochrechnungen von Laktationsleistungen und Zuchtwerten in maschinenlesbarer Form durch das Rechenzentrum an das Landwirtschaftsunternehmen

Damit ist eine Verfügbarkeit der MLP-Ergebnisse im Herdenmanagementprogramm und Zuchtmanager und für alle in diesen Programmen enthaltenen Analysen und Auswertungen ab dem zweiten bis vierten Tag nach dem Termin der Milchkontrolle möglich.

Die als Ergebnis des abgestimmten Datenaustausches im Informationsnetz gewonnenen Informationen sind sowohl für züchterische als auch für Managemententscheidungen von hohem Wert. So ist die Bereitstellung aussagefähiger Zuchtwerte durch das Rechenzentrum ZWS nur durch die Integration unternehmensintern (Milchmenge) und -extern (Milchinhaltsstoffe) gewonnener Daten möglich.

Der beispielhaft skizzierte Anwendungsstand darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass im Rahmen der Ausformung des Konzeptes PDF auch weiter ein erheblicher Entwicklungsbedarf besteht (vgl. Abschnitte 2.4 und 2.4.2). Das folgt einmal aus inhaltlicher Sicht, indem neuere Methoden der Auswertung eine bessere Ausschöpfung vorhandener Daten ermöglichen. Andererseits zwingt die Sensorentwicklung und eine damit verbundene häufigere Merkmalerfassung und/oder Erfassbarkeit neuer Merkmale kontinuierlich zur Überprüfung und Weiterentwicklung der Datennutzung.

Bei Vernachlässigung dieses Gesichtspunktes besteht die Gefahr einer Disproportion zwischen Datenbereitstellung und Datennutzung. So liefert die ungebrochene Entwicklung der Sensortechnik zunehmend Daten für die Objektebenen Euterviertel, Tier, Tiergruppe und Bestand. Ohne eine entsprechende Nutzung zur Entscheidungsunterstützung sind diese Daten jedoch wertlos. Eine Analyse der Beiträge der zweijährig stattfindenden „European Conference on Precision Livestock Farming“³ im Zeitraum 2003 bis 2011 zeigte für das Rind insgesamt einen etwa ausgeglichenen Anteil zwischen den Beiträgen zur Sensortechnik und den methodischen Beiträgen zur Datennutzung, jedoch im Jahresverlauf eine Zunahme für die technischen Beiträge. Im Jahr 2011 sind die technischen Beiträge mit einem Anteil

³ www.efita.net

von etwa zwei Drittel vertreten (Spilke 2011). Aus diesen Angaben kann ein Nachholbedarf für die Datennutzung abgeleitet werden. Betrachtet man weiter die angewendeten Methoden, so sind diese ausschließlich der biometrischen Statistik und dem Operations Research zuzuordnen, wobei der Anteil biometrischer Methoden drei Viertel beträgt. Offensichtlich zwingen die biologischen Gegebenheiten beim Milchrind zu einer Anwendung sehr anspruchsvoller Methoden. Dies bedeutet zwingend einen Datenaustausch, da das Methodenwissen nur außerhalb des landwirtschaftlichen Unternehmens vorliegt. Auch dieser Gesichtspunkt ist bei der Verbesserung vorhandener und Entwicklung neuer Geschäftsprozesse zu beachten.

2.3 Bedeutung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse für das landwirtschaftliche Unternehmen

Wenn die Erzeugung von Agrarprodukten und deren Verarbeitung allgemein als ein informationsintensiver Wirtschaftszweig angesehen werden muss (Theuvsen 2003), so gilt dies für das PDF besonders ausgeprägt. Zur Verdeutlichung dieses Sachverhalts veranschaulicht Abbildung 2 die potenziellen Partner unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse zur Informationsbereitstellung eines Milch erzeugenden Landwirtschaftsunternehmens.

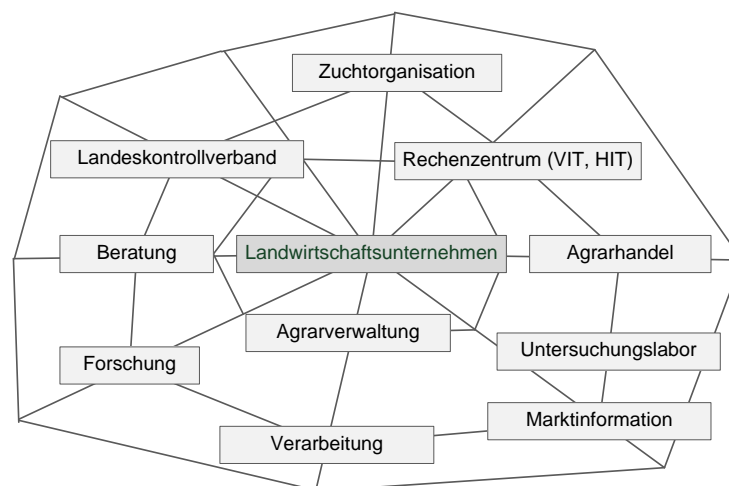


Abbildung 2: Relevante Partner unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse zur Informationsbereitstellung im PDF (in Anlehnung an Spilke 2003, S. 541ff.)

Im Mittelpunkt dieses Netzes steht das Milch erzeugende Landwirtschaftsunternehmen, das sowohl Informationsnutzer als auch Informationslieferant ist. Diese Doppelrolle als Lieferant und Nutzer gilt auch für alle anderen beteiligten Partner. Neben den über direkte Datenschnittstellen verfügenden Netzpartnern wie Landeskontrollverband (LKV), landwirtschaftliche Untersuchungslabore oder Rechenzentren sind Informationen anderer Partner, beispielsweise Forschungsergebnisse der Landesforschung oder Universitäten, bedeutsam. Das dargestellte Informationsnetz dokumentiert die große Anzahl relevanter Informationspartner, ermöglicht aber noch keinen Hinweis auf die Strukturierung der Informationsbeziehungen. Das kann mithilfe des in Abbildung 3 dargestellten Schichtenmodells erfolgen, in dem das Landwirtschaftsunternehmen detaillierter betrachtet wird. Die Darstellung gilt allgemein, ist hier jedoch wiederum auf die Milcherzeugung zugeschnitten.

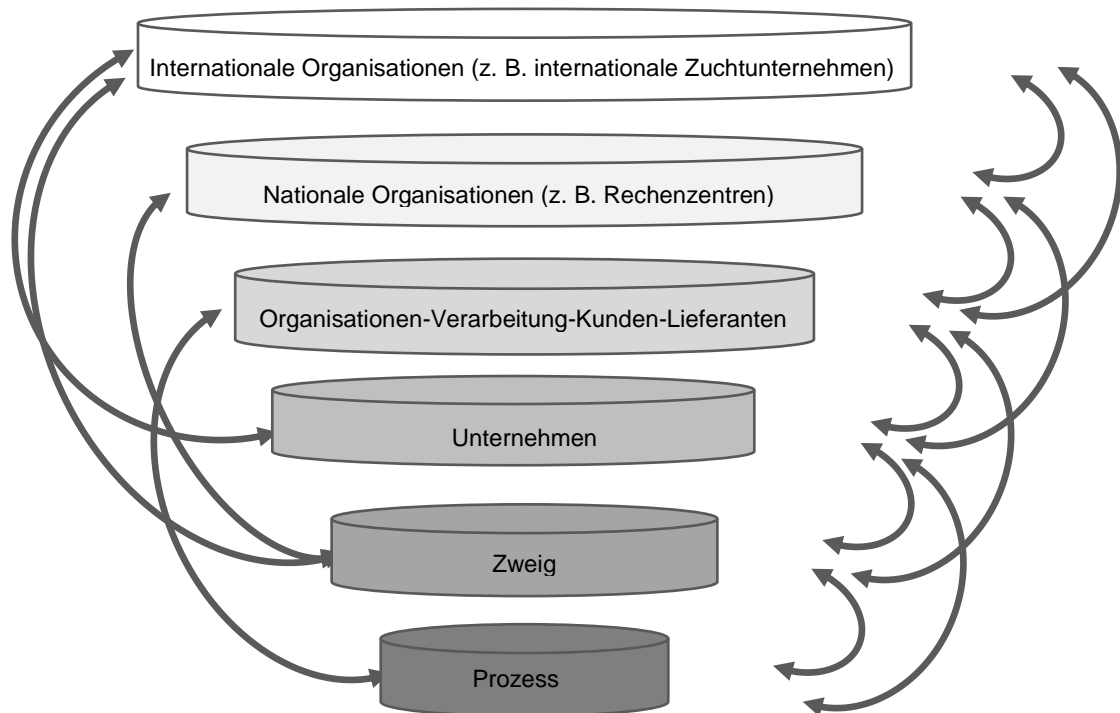


Abbildung 3: Darstellung des Schichtenmodells der Informationsverarbeitung in der Milcherzeugung und der informationsseitigen Verknüpfungen zwischen den Schichten aus Sicht des Landwirtschaftsunternehmens (nach Doluschitz und Spilke 2002, S. 26ff.)

Die Darstellung in Abbildung 3 beschreibt einerseits eine klare Schichtenstruktur, ebenso aber auch die engen Informationsbeziehungen zwischen den Schichten. Die Beziehungen sind für benachbarte Schichten im Allgemeinen deutlicher ausgeprägt und nehmen mit

zunehmender Entfernung der Schichten ab. Die unterste Schicht stellt die internen Prozesse, wie z. B. den Melkprozess oder den Prozess der Fütterung, dar.

Intensive Beziehungen bestehen zwischen der Prozess- und der Zweigebene. So liefert die Prozessrechentechnik im Melkstand (Prozessebene) einzeltierbezogene Leistungsdaten für die Milchmenge und sichert damit die erforderliche Datengrundlage für das Herdenmanagement auf der Zweigebene. In aggregierter Form sind diese Daten wiederum Grundlage (u. a.) ökonomischer Einschätzungen. Andererseits liefert die Zweigebene Daten an die Prozessrechentechnik, beispielsweise über eine einzeltierbezogen veränderte Melkfrequenz in Abhängigkeit des Laktationstages, also der seit der Kalbung vergangenen Tage, zur Vorbereitung der Trockenstehperiode. Mit der technischen Entwicklung auf der Prozessebene ging eine starke Zunahme des Datenaustausches zwischen den einzelnen Schichten einher.

Wie bereits angedeutet, ist die Zweigebene wiederum durch eine umfangreiche Informationslieferung bzw. -nachfrage zur Unternehmensebene gekennzeichnet. Das findet seinen Ausdruck u. a. in der Bereitstellung von aggregierten, materiellen Kennzahlen (Futtermittelverbrauch, Medikamentenverbrauch) an die Unternehmensebene bzw. der Formulierung von Planvorgaben an den (Unternehmens-)Zweig als Datengrundlage für das Herdenmanagementprogramm.

Die darüber liegende Schicht (Organisationen-Verarbeitung-Kunden-Lieferanten) ist sehr vielgestaltig. Sie beinhaltet mit regional bedeutsamen Organisationen (Beratung, LKV, LUFA, Zuchtverband) (siehe Abbildung 3), Verarbeitungseinrichtungen (Molkerei), Kunden (z. B. Zuchtviehverkauf, Direktvermarktung) und Lieferanten (z. B. Mischfutter, Melkeinrichtungen) die wichtigsten Partner für die äußeren Informationsbeziehungen im Umfeld des Unternehmens.

Auf nationaler Ebene sind für Milchrinder haltende Unternehmen die Rechenzentren von großer Bedeutung. Das ergibt sich vor allem aus deren Aufgaben im Rahmen der Herkunftssicherung (HIT) und Zuchtwertschätzung (Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w. V.⁴, VIT). Auf internationaler Ebene werden zunehmend die Informationsangebote global tätiger Zuchtunternehmen (z. B. SEMEX Canada⁵) zu verfügbarem Sperma, Embryonen oder Zuchttieren interessant. Eine Bündelung und Bewertung nationaler Informationen in einem globalen Verweissystem liefert die UN-

⁴ www.vit.de

⁵ www.semex.com

Landwirtschaftsorganisation FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations⁶) mit dem WAICENT (World Agricultural Information Center⁷).

Bereits abgeleitet von dem komplexen Informationsnetz gemäß Abbildung 2 ist zu erwarten, dass Geschäftsprozesse auftreten, die sowohl innerhalb des Unternehmens als auch unternehmensübergreifend ablaufen. Aus Sicht des IT-Systems eines Unternehmens sind interne und externe Prozesse nicht vollständig zu trennen. Eine detaillierte Analyse der wünschenswerten Prozesse bei besonderer Beachtung der Anforderungen innerhalb des Unternehmens, d. h. der Schichten 1-3 gemäß Abbildung 3 wurde von Schulze et al. (2004) und Schulze (2008) vorgenommen. Darauf aufbauend erfolgte der Entwurf und die Implementierung einer Unternehmensdatenbank. Obwohl diese Datenbank mit dem Schwerpunkt der Abbildung von Geschäftsprozessen innerhalb des Unternehmens entwickelt wurde, ergab eine entsprechende Analyse, dass ca. 20 % der auf den Zweig Milcherzeugung bezogenen Daten des Unternehmens aus externen Quellen befüllt werden muss (Spilke 2007). Das kann nur durch entsprechende unternehmensübergreifende Prozesse erfolgen.

Die enge Verflechtung der Information und Kommunikation betreffenden Geschäftsprozesse innerhalb und zwischen den Unternehmen stellt einen wesentlichen Ausgangspunkt für die vorliegenden Untersuchungen dar. Die Komplexität der Geschäftsprozesse des PDF stellt hierbei eine wesentliche Herausforderung dar. Diese wird nicht nur durch die vielen Akteure und vielschichtigen Datenstrukturen bedingt, sondern auch durch Anforderungen an die Datenkorrektheit und -konsistenz.

2.4 Unternehmensübergreifende Prozesse des landwirtschaftlichen Unternehmens

Im Rahmen dieser Dissertation wurde zur Bestimmung der aktuellen und der künftig relevanten unternehmensübergreifenden Geschäftsprozesse der Informationsbedarf im PDF ermittelt. Es wurden auch die bestehenden Schwachstellen der heutigen Umsetzung durch eine Defizitanalyse ermittelt, damit sie bei dem zu entwickelnden IT-Ansatz berücksichtigt werden können.

⁶ www.fao.org

⁷ http://www.fao.org/waicent/st/level_1.asp?main_id=8

2.4.1 Informationsbedarfsanalyse zur Identifikation gewünschter Geschäftsprozesse

Der Informationsbedarf ist die Art, Menge und Qualität der Informationen, die benötigt werden, um Aufgaben zu erfüllen (Picot et al. 2001). Um diesen Informationsbedarf zu befriedigen, sind unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse zur Informations- und Datenlieferung dringend notwendig, da nicht alle Informationen im eigenen Unternehmen zur Verfügung stehen.

Eine geeignete Methodik zur Ermittlung des Informationsbedarfs liefert die Informationsbedarfsanalyse (Koreimann 1976). Bei der Ermittlung des Informationsbedarfs wird zwischen deduktivem und induktivem Vorgehen unterschieden (Horváth 2002). Bei der induktiven Methode werden vorhandene Informationsquellen ausgewertet und damit eine Ist-Aufnahme der bestehenden Informationen gemacht. Es wird also das bestehende, oft subjektive Informationsbedürfnis abgebildet. Dies ist häufig nicht ausreichend, da hier kein neuer Informationsgewinn möglich ist. Um Hinweise auf neuen Informationsbedarf zu erlangen, wird eine deduktive Analyse durchgeführt. Ausgehend von den zu erreichenden Zielen wird abgeleitet, welche Informationen benötigt werden.

In den vorliegenden Untersuchungen wurde eine Mischform der von Horváth (2002) beschriebenen deduktiven und induktiven Informationsbedarfsanalyse durchgeführt, da sowohl der heutige Stand als auch der gewünschte Informationsbedarf benötigt wurde.

Es wurden Akteure des PDF zu ihrem subjektiven Informationsbedarf im Rahmen von Interviews und Workshops befragt. Die Frage lautete:

„Welche Informationen benutzen Sie, um zu Ihrem Ziel zu kommen oder die Aufgabe zu lösen?“

Das entspricht einer induktiven Informationsbedarfsanalyse. Die dabei erhaltenen Ergebnisse wurden auch in Abschnitt 2.2 berücksichtigt. Diese Ergebnisse fließen außerdem in die Kategorisierung unternehmensübergreifender Prozesse am Ende dieses Abschnitts ein.

Weiterhin wurden ausgehend von einem speziellen Ziel oder einer Aufgabe innerhalb des PDF die dafür benötigten Informationen durch Nachfragen und logischem Schließen abgeleitet. Die Frage lautete:

„Welche Aufgaben und Ziele sind aus Ihrer Sicht wünschenswert? Welche Informationen benötigen Sie, um diese Aufgaben zu lösen bzw. Ziele zu erreichen?“

Dies entspricht einem deduktiven Vorgehen.

Die Informationsbedarfsanalyse wurde im Rahmen von Workshops und Beratungen mit Personen aus den Bereichen:

- Wissenschaft (Informatik, Agrarinformatik);
- IT (Produzenten von Agrarsoftware, Informationsdienstleister im Agrarbereich);
- Beratung (Fütterung, Haltung, Technik)

durchgeführt. Insgesamt wurde damit ein Kreis von etwa 60 verschiedenen Personen erfasst.

Im Einzelnen wurde mit den folgenden Gremien gesprochen:

- Sitzungen der KTBL-(Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft⁸-)Arbeitsgemeinschaft agroXML (3 Sitzungen);
- Workshops der Arbeitsgruppe ISOagriNet und agroXML⁹ (4 Workshops);
- Workshop „Informationsdienstleistungen des LKV Sachsen“ mit der Geschäftsführung LKV Sachsen¹⁰;
- Fachworkshop „Ökonomie in der Rinder- und Schweineproduktion des LKV Sachsen“;
- Statusseminare des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts ITFoodTrace¹¹ (3 Statusseminare);
- GI-(Gesellschaft für Informatik¹²-)Workshop „Serviceorientierte Architekturen im Precision Dairy Farming“ (Leipzig, 28.09.2011);
- Fachgespräch „Elektronikeinsatz Milchviehhaltung“ (Bonn, 30.09.2011);
- Individuelle Interviews (8 Personen).

Im Ergebnis der Diskussion und Befragungen ergab sich die nachfolgende Zusammenstellung des künftigen Informationsbedarfs und der dafür notwendigen Geschäftsprozesse mit besonderer Relevanz (Tabelle 1). Die Tabelle zeigt zudem die Komplexität der Prozesse.

⁸ www.ktbl.de/

⁹ www.ktbl.de/index.php?id=784

¹⁰ www.lkvsachsen.de/

¹¹ www.itfoodtrace.de/

¹² www.gi.de

Tabelle 1: Relevante unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse im PDF ohne oder ohne ausreichende Softwareunterstützung

| Prozess | Allgemeine Beschreibung und Ziel | Bedarf | Beteiligte | Komplexität |
|--|--|-----------------------|--|---|
| Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten beim Milchrind | Zusammenführung unternehmensspezifischer Daten und Durchführung eines darauf basierenden Unternehmensvergleichs mit dem Ziel einer qualifizierten Einschätzung des Gesundheitsstatus von Tiergruppen und Bestand | monatlich | Unternehmen, Berater, Dienstleister | viele Akteure, hohes Datenaufkommen, regelintensiv |
| Unternehmensspezifische Schätzung von krankheitsbedingten Milchminderleistungen | Unternehmensspezifische Schätzung von krankheitsbedingten Milchminderleistungen als Grundlage für eine individuelle Beratung | jährlich | Unternehmen, Berater, Dienstleister | hohes Datenaufkommen, regelintensiv, komplexe statistische Methoden |
| Interaktive Bereitstellung von Zuchtwertkurven | Bereitstellung eines datenbankübergreifenden Suchalgorithmus und Berechnung von Zuchtwertkurven bei gegebenem Modell und Regressionskoeffizienten | bei Anpaarungsplanung | Unternehmen, Rechenzentrum, Zuchtwertschätzung | viele Akteure, hohes Datenaufkommen, regelintensiv |
| DLQ-(Deutscher Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen e. V.¹³-) Datenportal | Vereinfachung des Datenaustausches und der Datenbereitstellung | monatlich | Landeskontrollverband, Unternehmen | viele Akteure, hohes Datenaufkommen, regelintensiv |

¹³ www.dlq-web.de

Für alle unternehmensübergreifenden Prozesse des PDF gilt, dass viele Daten verschickt und während des Prozesses viele Regeln eingehalten werden müssen. Diese Regeln sind bedingt durch die Fachlichkeit der Prozesse und der Forderung nach einer konsistenten Datenhaltung.

Der Unternehmensvergleich für Gesundheitsdaten weist eine hohe Anzahl an Akteuren auf, da er nur durchgeführt werden kann, wenn eine ausreichende Anzahl von Unternehmen ihre Daten bereitstellen. In diesem Prozess müssen die erforderlichen Daten ausgetauscht werden und für den Vergleich viele Regeln eingehalten werden.

Dahingegen hat die unternehmensspezifische Schätzung von krankheitsbedingten Milchminderleistungen nur zwei Akteure, es werden aber wiederum viele Daten benötigt. Zur Berechnung dieser Schätzung werden komplexe statistische Methoden eingesetzt. Im Verlauf des Prozesses müssen viele Regeln eingehalten werden.

Bei der interaktive Bereitstellung von Zuchtwertkurven greifen viele Akteure auf einen großen Datenbestand zu und bedingen so ein hohes Datenaufkommen. Auch müssen bei der Bereitstellung von Zuchtwertkurven viele Regeln eingehalten werden.

Das DLQ-Datenportal dient dem vereinfachten Datenaustausch zwischen vielen Akteuren und führt somit zwangsläufig zu einem hohen Datenaufkommen und vielen Regeln, die eingehalten werden müssen.

Die Gründe für unternehmensübergreifende Prozesse wurden im Rahmen der Interviews und Beratungen ebenfalls erfragt. Diese Gründe lassen sich drei Kategorien zuordnen:

1. Das Ziel des Prozesses ist durch gesetzliche oder marktgewünschte Vorgaben vorgegeben und beinhaltet die externe Dokumentation oder administrative Aufgaben. Diese Prozesse sind bereits meist durch ausreichend Software unterstützt.
2. Das Ziel des Prozesses kann durch das im Unternehmen vorhandene Wissen und/oder vorhandene Ausstattung nicht erreicht werden. So fehlt im Allgemeinen im Unternehmen sowohl das Wissen zur Berechnung von Minderleistungen bei Nutzung linearer gemischter Modelle als auch die zugehörige hard- und softwareseitige Ausstattung.
3. Das Ziel des Geschäftsprozesses kann aus inhaltlicher Sicht nicht im Unternehmen erreicht werden. So ist es einem einzelnen Unternehmen per se nicht möglich, einen horizontalen Unternehmensvergleich durchzuführen, da die Vergleichsdaten fehlen. Gleiches gilt prinzipiell auch für die bereits realisierte Zuchtwertschätzung.

Es ist nicht immer klar abgegrenzt, in welche Kategorie ein Prozess fällt, wobei auch Mischformen möglich sind. Im PDF ist ein Anstieg der unternehmensübergreifenden Prozesse für die zweite und dritte Kategorie zu erwarten.

2.4.2 Defizitanalyse zur Identifikation bestehender Schwachstellen

Gleichzeitig mit der Informationsbedarfsanalyse wurde auch eine Defizitanalyse durchgeführt. Es wurde zwischen technischen und organisatorischen Defiziten unterschieden. Die Fragen waren hierbei:

„Welche technischen Hindernisse gibt es, um zu Ihrem Ziel zu kommen oder die Aufgabe zu lösen?“

„Welche Dinge erschweren den reibungslosen Ablauf, welche Sachverhalte behindern die Etablierung neuer Datenaustauschprozesse?“

„Welche organisatorischen Hindernisse gibt es, um Ihre Aufgabe problemlos zu lösen?“

Die Analyse ergab etliche Defizite in beiden Kategorien (technischen und organisatorischen), obwohl einige unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse, wie in 2.2 erläutert, umgesetzt sind und auch mit Softwareunterstützung ablaufen. Diese Defizite behindern vor allem die Entwicklung von neuen unternehmensübergreifenden Geschäftsprozessen.

Auf technischer Seite wurden folgende Defizite genannt:

- **Infrastruktur:** Es ist oft keine geeignete Infrastruktur für den unternehmensübergreifenden Datenaustausch vorgesehen.
- **Große Datenmengen:** Vor allem durch die kontinuierliche Erfassung von Sensordaten zu Einzeltieren entstehen große Mengen an Daten.
- **Fehlende Transferkontrolle:** Da nach einem Datenaustausch keine Rückmeldung über die übermittelte Menge der Daten, über die Abgeschlossenheit des Transfers oder über das tatsächliche Erhalten der Daten erfolgt, hat der Sender keine Gewissheit über die erfolgreiche Übermittlung.
- **Fehlende Transaktionskontrolle:** Durch fehlende Rückmeldung über die vollständige und korrekte Verarbeitung der Daten weiß der Sender nicht, ob die übertragenen Daten auf der Gegenseite auch wie beabsichtigt verarbeitet wurden.

Die Mehrzahl der organisatorischen Defizite ist durch einen Medienbruch bedingt. Ein Medienbruch findet meist an Unternehmensgrenzen, über welche hinaus Informationen

ausgetauscht werden, statt, da unterschiedlich integrierte Daten ausgetauscht werden (Staud 2006). Es wurden die folgenden organisatorischen Defizite genannt:

- Datenaustauschformat: Bei den Beteiligten entstanden über die Zeit eigene Datenaustauschformate. So ist z. B. das ADIS/ADED-Format für den Datenaustausch zwischen bestimmten Rechenzentren verbindlich (LKV NRW¹⁴); das HIT verwendet ein eigenes HIT-Protokoll (HIT 2012), teilweise wird auch noch mit sog. „Kartenarten“ gearbeitet, einem Format, das historisch vor der Entwicklung des ADIS/ADED-Format liegt. Eine weitere Herausforderung besteht im Datenaustausch zwischen Prozess- und Managementebene, bedingt insbesondere durch die Abschottung einiger Maschinenhersteller.
- Anwendungssysteme: Durch die unabhängige Entwicklung bei den einzelnen Beteiligten entstanden autarke, voneinander unabhängige und damit unterschiedliche Anwendungssysteme.
- Fachliche Datenmodelle: Durch die unabhängige Entwicklung bei den einzelnen Beteiligten entstanden autarke, voneinander unabhängige und damit unterschiedliche Datenbankmodelle.
- Redundanz der Daten in der Haltung: Dies ist nicht zwingend ein Defizit, doch kann es vorkommen, dass Daten von unterschiedlichen Akteuren geändert werden, was bei redundanter Datenhaltung zu Inkonsistenzen führen kann.
- Korrekturen: Es sind keine automatischen Korrekturen möglich, da bei hausinternen Plausibilitätsprüfungen hausinterne Fehlercodes verwendet werden. Die Fehlercodes sind somit nicht ohne Weiteres dem Absender mitteilbar.
- Unwissenheit: Durch die Dezentralität der Landwirtschaft(sverwaltung) in Deutschland ist oft nicht bekannt, welche Problemstellungen von anderen Stellen schon gelöst wurden.

Die einzelnen genannten Defizite finden sich auch in anderen Fachbereichen, zur Verbesserung der IT-Unterstützung im PDF ist jedoch die Überwindung dieser Defizite in ihrer Gesamtheit eine Herausforderung. Ziel der Entwicklung eines neuen Ansatzes muss somit sein, bei unternehmensübergreifenden Geschäftsprozessen, zusätzlich zu den eingangs genannten Anforderungen, auch diese Defizite zu berücksichtigen.

¹⁴ www.lkv-nrw.de

2.5 Fallstudie „Unternehmensvergleichs der Gesundheitsdaten beim Milchrind“

Es wurde der Prozess des Unternehmensvergleichs als Fallstudie zur prototypischen Umsetzung in Software und zur exemplarischen Darstellung des Vorgehens ausgewählt. Der Geschäftsprozess Unternehmensvergleich dient in dieser Arbeit als Beispiel, anhand dessen die Entwicklung eines neuen Ansatzes zur Abbildung von Geschäftsprozessen aufgezeigt wird. Bei diesem Unternehmensvergleich wird die Häufigkeit des Auftretens von Krankheiten in einem Unternehmen mit dem in anderen Unternehmen verglichen.

Eine die Wirtschaftlichkeit betreffende Krankheit ist dabei die Mastitis, eine Euterentzündung bei Milchkühen. Die Milch einer erkrankten Kuh ist nicht verwertbar und somit für den Landwirt verloren. Der Landwirt ist daher bestrebt, die Anzahl der Erkrankungen auf einem Minimum zu halten. Voraussetzung dafür ist ein gutes Management und Hygiene im Stall. Damit der Landwirt seine eigene Situation einschätzen kann, ist es erforderlich, einen horizontalen Unternehmensvergleich anzustellen, in dem seine Situation der durchschnittlichen Situation vergleichbarer Unternehmen gegenübergestellt werden kann.

Als Vergleichszahl wird die Rate aus Anzahl der Mastitisneuerkrankungen in einer Tiergruppe pro Kuhtage in dieser Gruppe gebildet. Dabei wird Folgendes beachtet:

- Ein Kuhtag entspricht einer Kuh an einem Tag in einer Gruppe.
- Eine Mastitis liegt vor, wenn die Milch auffällig ist, bakteriologische Untersuchungen werden nicht beachtet.
- Eine Neuerkrankung liegt dann vor, wenn seit dem letzten Auftreten am selben Euterviertel mindestens acht Tage vergangen sind (Kelton et al. 1998).
- Es werden nur laktierende (Milch gebende) Kühe betrachtet, da nur bei ihnen Mastitis auftritt.
- Die Laktationsdauer, also der Zeitraum in dem die Kuh laktiert, wird einheitlich auf 305 Tage festgesetzt.
- Die Laktationsabschnitte sind wie folgt definiert:
 - Abschnitt 1 \triangleq erster bis 99. Tag,
 - Abschnitt 2 \triangleq 100. bis 199. Tag,
 - Abschnitt 3 \triangleq 200. bis 305. Tag.

- Es werden die erste Laktation als Laktationsnummer 1, die zweite Laktation als Laktationsnummer 2 und dritte oder höhere Laktationen als Laktationsnummer 3 berücksichtigt.
- Eine Tiergruppe ist definiert durch Laktationsnummer und Laktationsabschnitt, Aufstallungsform und Melksystem.

Dem Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten liegt folgende Berechnungsvorschrift zugrunde:

Sei z_{ijkl} die Zugehörigkeit $\{0,1\}$ von Tier l zu Gruppe i in Periode j am Tag k

Sei t_{jk} die Gültigkeit $\{0,1\}$ von Tag k für Periode j (Gültigkeit unabhängig von Gruppe!)

Dann ergibt sich für die mittlere Gruppengröße MG (Durchschnittsbestand) von Gruppe i in Periode j :

$$MG_{ij} = \sum_{k,l} z_{ijkl} / \sum_k t_{jk} = Z_{ij..} / T_j.$$

Sei z_{hijkl} die Zugehörigkeit $\{0,1\}$ von Tier l in Gruppe i und Periode j am Tag k zu einer Diagnose. Dann ist $ZB_{hij..} = \sum_{k,l} z_{hijkl}$ die Summe von Diagnosen h innerhalb Gruppe i und Periode j .

Für die Diagnoserate $BR_{hij..}$ einer Diagnose h für Gruppe i in Periode j folgt dann:

$$BR_{hij..} = ZB_{hij..} / MG_{ij}$$

Der Unternehmensvergleich muss bei einem Dienstleister erfolgen, weil nur dann mehrere Unternehmen miteinander verglichen werden können. Jedes teilnehmende Unternehmen sendet seine, für den Vergleich relevanten Daten an einem Stichtag an den Dienstleister. Dieser überprüft die Daten auf Vollständigkeit, Korrektheit und Plausibilität. Dann werden die Daten auf die benötigte Aggregationsstufe zusammengefasst. Die Unternehmen können den Vergleich sowohl online über ihr persönliches Benutzerkonto ansehen als auch die Ergebnisse in ihrem Herdenmanagementprogramm abrufen.

2.6 Schlussfolgerungen aus Sicht des PDF

Geordnete Abfolgen von Tätigkeiten zur Erreichung eines bestimmten Ziels werden Geschäftsprozesse genannt. Im PDF finden sich sowohl unternehmensinterne

Geschäftsprozesse, auf die in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen wird, als auch unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse, die Gegenstand dieser Arbeit sind. Die Prozesse des PDF sind komplex, da eine Vielzahl von Akteuren und vielschichtige Datenstrukturen berücksichtigt werden müssen und hohe Anforderungen an die Datenkorrektheit und –konsistenz gestellt werden.

Je nach Automatisierungsgrad können die Prozesse ohne Softwareunterstützung bis komplett automatisiert (ohne menschliches Eingreifen) ablaufen. Aus Gründen der Arbeitserleichterung ist es wünschenswert, einen hohen Anteil an automatisierten Prozessen im PDF zu haben. Bisher sind einige unternehmensübergreifend ablaufende Prozesse umgesetzt. Bei Durchführung einer Informationsbedarfsanalyse zeigte sich allerdings Bedarf nach neuen, noch nicht realisierten Prozessen. Es wurden die Folgenden genannt:

- Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten (bspw. Mastitis) beim Milchrind;
- Unternehmensspezifische Schätzung von krankheitsbedingten Milchminderleistungen;
- Interaktive Bereitstellung von Zuchtwertkurven;
- DLQ-Datenportal;
- Prognose von Milchmengenabweichungen.

Die unternehmensübergreifenden Prozesse (sowohl umgesetzte als auch noch nicht realisierte) können drei Kategorien zugeordnet werden. Durch gesetzliche oder andere Vorgaben (Vorgaben) ist ein unternehmensübergreifender Datenaustausch nötig, das Wissen, um das Ziel des Prozesses zu erreichen, ist nicht im Unternehmen vorhanden (externes Wissen), oder das Unternehmen verfügt nicht über die erforderliche Ausstattung (fehlende Ausstattung), den Prozess selbst vollständig durchzuführen.

In die zweite Kategorie (externes Wissen) fallen Prozesse, in denen Daten von Dienstleistern zu Informationen aufgewertet werden. Dies wird zunehmen, da die Landwirte durch den geringeren Kontakt mit dem Einzeltier stärker auf entscheidungsunterstützende Informationen angewiesen sind. Auch Prozesse der Vorgaben-Kategorie werden zunehmen, da immer stärker eine Transparenz bei der Erzeugung von Lebensmitteln gefordert wird. Diese kann nur erreicht werden, indem die erforderliche Dokumentation mit den jeweiligen Produkten mitgeliefert wird.

Aus diesem Grund, dem Anstieg der unternehmensübergreifenden Prozesse, ist es wichtig, eine geeignete technische Infrastruktur zu schaffen, die auch darauf ausgelegt ist, neue, noch nicht realisierte Prozesse ohne großen Aufwand umsetzen zu können.

Zudem bedarf es eines Ansatzes, der die korrekte Umsetzung dieser Prozesse in Software erlaubt. Dabei muss den Gegebenheiten des PDF Rechnung getragen werden.

Dies bedeutet, die hohe Anzahl von Akteuren des PDF muss integriert werden können, komplexe Prozesse mit hohem Datenaustausch müssen realisiert werden können und die Korrektheit der Daten muss sichergestellt werden.

Durch die im PDF herrschende Komplexität der Prozesse ist es unabdingbar, die Geschäftsprozesse von Fachexperten spezifizieren zu lassen. Daher muss der gewählte Ansatz die Grundlage zur fachlichen Diskussion bilden können und diese Diskussion gewährleisten. Für die korrekte Umsetzung dieser Prozesse in IT-Anwendungen muss es dem Fachexperten möglich sein, der IT gegenüber mitteilungsfähig zu sein, wie dies auch in Abschnitt 1 als Ziel dieser Arbeit erläutert wurde. Denn um die Komplexität der mittels IT-Systemen abgebildeten fachlichen Abläufe beherrschbar zu machen, ist es unverzichtbar, dass diese Abläufe von den Fachexperten verstanden und mitgestaltet werden.

Der Ansatz sollte durchgängig sein, sodass an jeder Stelle die Kommunikation Fachexperte – IT gegeben ist, da die einzelnen Schritte von beiden Seiten nachvollziehbar sein müssen. Außerdem bedingen neue Errungenschaften in der Technik und auch Änderungen der Rahmenbedingungen häufig Änderungen am Ablauf des Prozesses oder auch an den Daten. Der Entwicklungsansatz muss flexibel auf diese Änderungen reagieren und diese umsetzen können.

Damit ergeben sich aus fachlicher Sicht folgende Anforderungen an den zu entwickelnden Ansatz für unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse im PDF:

- Integration vieler Akteure;
- Beherrschung der Komplexität der daten- und regelintensiven Prozesse;
- Bereitstellung einer Grundlage zur fachlichen Diskussion, die alle dafür relevanten Informationen enthält;
- Nachvollziehbarkeit des Ansatzes auch für Nicht-Informatiker;
- Durchgängigkeit zur Unterstützung der Nachvollziehbarkeit;
- Flexibilität gegenüber häufigen Änderungen.

3 Unternehmensübergreifende Prozesse aus Sicht der Informatik

Unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse sind, wie in 2.1 erläutert, gekennzeichnet durch den Austausch von Daten, Informationen oder Waren über Unternehmensgrenzen hinweg. Daraus ergeben sich spezifische Anforderungen aus der Sicht der Informatik. An den Unternehmensgrenzen kommt es beim Austausch von Daten zu Medienbrüchen, da die Daten bei verschiedenen Unternehmen unterschiedlich integriert sind (Staud 2006, S. 16). Um diese Lücke zu schließen, müssen die beiden beteiligten Anwendungssysteme gekoppelt werden (vgl. hierzu Schissler et al. 2005). Dazu muss eine Integration der Anwendungssysteme stattfinden. Falls noch kein Anwendungssystem vorhanden ist, muss ein System unter besonderer Berücksichtigung der Überschreitung der Unternehmensgrenzen entworfen und implementiert werden. Die Kopplung der Systeme gilt als ein Erfolgsfaktor unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse (Schissler et al. 2005) (s. hierzu auch Abschnitt 3.1). Bedingt durch die Komplexität der Kopplungen werden hierfür spezielle methodische Ansätze benötigt.

Die Vielzahl der Akteure des PDF (Abschnitt 2.3) bedingt eine Vielzahl an zu integrierenden Systemen auf unterschiedlichen Umgebungen (Plattformen). Generell hat dies eine gesteigerte Komplexität des Datenaustauschs zur Folge, da diese sich bei Anwendungen unterschiedlicher Hersteller, bedingt durch die meist eigenen Datenformate, erhöht (Kuschke und Wölfel 2002). Dies ist auch im Fall des PDF zu beobachten. Zudem handelt es sich bei den Geschäftsprozessen des PDF um regelintensive Prozesse, daher muss der Ansatz auch die Möglichkeit der Darstellung der Regeln und ihrer Auswirkungen auf den Ablauf bieten.

Aus Sicht der Informatik ist es darüber hinaus wichtig, einen Ansatz zu wählen, der gut den Fachleuten der Landwirtschaft kommunizierbar ist und mit dem die Vorgehensweise transparent und verständlich gestaltet werden kann. Es ist auch darauf zu achten, dass Geschäftsprozesse flexibel sind und sich häufig ändern können. Es ist daher wichtig, die sie ausführende Software so zu entwerfen und zu implementieren, dass schnell darauf reagiert werden kann (Engels et al. 2008a, S. 71).

Da diese Arbeit aus dem Bereich der Landwirtschaft stammt und die informatik-technischen Begriffe nicht vorausgesetzt werden können, folgt, wo nötig, eine kurze Einordnung bzw. Erläuterung gebräuchlicher Begriffe. Der Schwerpunkt der Darstellung der Vorarbeiten aus Sicht der Informatik liegt auf dem verwendeten Vorgehensmodell und der verwendeten

Softwarearchitektur. Gleichzeitig wird in diesem Abschnitt eine Wertung der jeweiligen methodischen Alternativen und Begründung der in den folgenden Abschnitten verwendeten Methoden und Modelle vorgenommen. Daher nimmt dieser Abschnitt großen Umfang ein.

3.1 Methodik zur Anwendungskopplung

Zur Ausführung eines unternehmensübergreifenden Geschäftsprozesses, bei dem beispielsweise Daten automatisiert ausgetauscht werden, müssen die jeweilig betroffenen Systeme in der Lage sein, miteinander zu kommunizieren. Diese Systeme befinden sich im Fall unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse bei verschiedenen Unternehmen, daher muss bei der Umsetzung des Geschäftsprozesses auf die Integration dieser Systeme besonders geachtet werden (Vogel et al. 2005, S. 49).

Zur Umsetzung eines unternehmensübergreifenden Geschäftsprozesses müssen also die bei den Partnern laufenden Software-Anwendungen gekoppelt werden. Die im Folgenden besprochene Methodik baut auf schon bestehenden Anwendungssystemen auf. Diese werden nicht verändert, sondern es wird eine Methodik für die Kopplung der vorliegenden Software-Systeme beschrieben.

Das Projekt „Offene Anwendungssystem-Architekturen in überbetrieblichen Wertschöpfungsketten“ (OASYS) erarbeitete eine Methodik zur Kopplung von Anwendungssystemen (Mantel et al. 2004), wobei schon vorhandene Systeme als zu integrierend angesehen werden. Die miteinander zu koppelnden Systeme werden in Kopplungsteilsysteme und Anwendungssystemkerne unterteilt. Dabei dient das Kopplungsteilsystem allein der Kopplung mit einem anderen Anwendungssystem (bzw. dessen Kopplungsteilsystem). Der Anwendungssystemkern besteht aus dem für das zu koppelnde System interessanten Teil der Anwendungslogik und evtl. weiteren Teilen. Der Anwendungssystemkern wird bei der Kopplung normalerweise nicht beachtet, es sei denn, er enthält Elemente, die im Kopplungskontext genutzt werden.

Unter Berücksichtigung unterschiedlicher Ebenen (s. Tabelle 2) wird schrittweise die zu koppelnde Anwendung und das Gegenstück identifiziert und letztendlich das Kopplungssystem mit den passenden Schnittstellen implementiert.

Tabelle 2: Ebenenübersicht für die Anwendungskopplung nach Mantel et al. (2004)

| | | Ebene | Name | Beschreibung |
|--------------------------|----------------|----------------|--|--|
| Aufgaben | | 1 | Ebene des überbetrieblichen Geschäftsprozesses | Erfassung des überbetrieblichen Geschäftsprozesses anhand des Semantischen Objektmodells |
| | Aufgabenträger | Nutzermaschine | 2 | Anwendungs-system-(AwS-)Kern-Ebene |
| 3 | | | Funktionen-Ebene des Kopplungssystems | Erfassung der Funktionskomponenten des Kopplungssystems, inklusive Operationen und Speicher, sowie deren Kommunikationsbeziehungen |
| Programm + Basismaschine | | 4 | Subsystem-Ebene des Kopplungssystems | Erfassung der Subsysteme mit zugehörigen Schnittstellen sowie deren Benutzt-Beziehungen |
| | | 5 | Prozess-Ebene des Kopplungssystems | Erfassung von Prozessen und Konnektoren sowie deren Zuordnung zu Prozessoren |
| | | 6 | Implementierungs-Ebene des Kopplungssystems | Beschreibung des Programms zur Realisierung des Kopplungssystems in ausführbarer Form |
| | | | | |

Die Vorgehensweise ähnelt in der Verfeinerung der Stufen der modellgetriebenen Architektur (s. dazu Abschnitt 3.3.2) – es werden sechs Modellebenen unterschieden (Mantel et al. 2004). Zunächst wird der unternehmensübergreifende Geschäftsprozess auf der Geschäftsprozessebene modelliert. Über mehrere Schritte, die auf der Anwendungskernebene, der Funktionenebene, der Subsystem- und der Prozessebene ablaufen, wird auf der Implementierungsebene das Kopplungssystem implementiert. Für eine genauere Beschreibung der Methodik sei auf Mantel et al. (2002, 2004) verwiesen.

Allerdings fällt bei dieser Methodik auf, dass lediglich proprietäre Punkt-zu-Punkt-Schnittstellen zwischen zwei Anwendungssystemen geschaffen werden. Zur Integration eines weiteren Partners sind die oben genannten Schritte zu wiederholen, damit ist der Anwenderkreis schwer erweiterbar. Da nur eine Ableitung der Anwendungskopplung von einem Geschäftsprozess erfolgt und nicht die Implementierung des Prozesses selbst, muss die Anwendungskopplung bei sich ändernden Geschäftsprozessen neu konzipiert und implementiert werden. Daher ist diese Methodik nicht für die vorliegende Arbeit geeignet.

3.2 Serviceorientierte Architektur

Bei der im letzten Abschnitt vorgestellten Methodik zur Anwendungskopplung werden nur die zwei Anwendungssysteme selbst und deren Kopplung berücksichtigt, nicht aber wie im vorliegenden Fall die Implementierung eines neuen Geschäftsprozesses mit vielen Beteiligten und häufigen Erweiterungen. Daher ist es nötig, über den Rahmen der einzelnen Anwendung hinaus die Strukturierung des gesamten Systems zu betrachten.

Die Struktur eines Software-Systems aus Sicht der Informatik wird auch als die Architektur des Systems bezeichnet. Unter diesem allgemeinen Begriff der Architektur wird neben der Struktur eines Bauwerks oder Software-Systems auch die Disziplin des Entwurfs verstanden (Engels et al. 2008a, 2008b; Vogel et al. 2005, S. 40). Es ist demnach zwischen der Architektur im Sinne der Struktur des Systems und der Architektur im Sinne der Tätigkeit des Systementwurfs zu differenzieren. In dieser Arbeit wird Architektur, soweit nicht anders gekennzeichnet, als Struktur eines Systems verstanden. Bei der Beschreibung des Systems sind nach Vogel et al. (2005):

- die Software-Struktur(en),
- die Software-Bausteine,
- deren sichtbare Eigenschaften und
- deren Beziehungen zueinander

zu berücksichtigen. Ein System besteht aus mehreren Komponenten, die miteinander in Beziehung stehen und zur Erreichung eines gemeinsamen Ziels miteinander interagieren (Charwat 1994, S. 422).

Eine wichtige Voraussetzung für den Entwurf der Architektur eines Systems ist die Kenntnis der Umstände, unter welchen die Software eingesetzt wird. Je nach Anforderungen an das System, also den benötigten Fähigkeiten (Vogel et al. 2005, S. 92), und Einschränkungen wird die realisierte Software unterschiedlich ausfallen.

Die bisherigen Herangehensweisen wie z. B. objekt- oder komponentenorientierte Architektur haben einige Probleme, die auch für das PDF charakteristisch sind, noch nicht gelöst (Heutschi 2007, S. 2). So sind die Systeme meist plattformabhängig. Daraus folgt auch, dass Kommunikation nur über spezielle Adapter möglich ist, die nur bedingt wiederverwendbar sind. Auch stellen unterschiedliche Datenformate und Datenmodelle ein Problem bei der Kommunikation verschiedener Systeme dar. Heutschi (2007, S. 2) nennt auch unterschiedliche Funktionsmodelle als Problem. Außerdem sind die Anwendungen so

ausgelegt, dass sie die momentane Geschäftslogik bedienen, und Änderungen nicht einfach möglich sind.

Serviceorientierte Architektur (SOA) ist ein zurzeit sehr diskutierter und beliebter Architekturstil (Becker et al. 2011; Heutschi 2007; Katzenbach und Steiert 2011; Trkman et al. 2011; Wolfert et al. 2010), der viele der oben genannten Probleme durch die ihm eigenen Eigenschaften lösen kann (Erl 2006; Heutschi 2007; Richter et al. 2005).

SOA sieht die Kapselung des Geschäftsablaufs und der Softwarelogik zu Services vor. Die einzelnen Bausteine bestehen demnach aus Services. Es bietet sich an, im Rahmen dieser Arbeit SOA zu verwenden, da sie plattformunabhängig ist (Erl 2006) und sich der Entwurf einer serviceorientierten Architektur von den Geschäftsprozessen ableiten lässt (Kohnke et al. 2008). Die Begriffe Dienst und Service werden im Folgenden gleichbedeutend verwendet.

3.2.1 Konzept einer SOA

Der Gedanke der Serviceorientierung in der Informatik ist nicht neu. Denert (1991, S. 62) schlug die Einteilung eines Systems in Sachbearbeiter vor, die mit für sie bestimmten Informationen eine Leistung erbringen, sich gegenseitig Aufträge erteilen und nicht unbedingt Menschen sind. Die Tätigkeit dieser Sachbearbeiter soll „überschaubar und wohlabgegrenzt von den Aufgaben der Kollegen sein“ (Denert 1991, S. 110). Allerdings greifen alle Sachbearbeiter auf einen Datenbestand zu, wobei aber jeder Sachbearbeiter nur seine eigene, spezielle Sicht auf die Daten hat. Analog dazu hat SOA laut Richter et al. (2005) als Grundgedanken „die Trennung der Zuständigkeiten nach fachlichen Gesichtspunkten sowie die Kapselung technischer Details“.

Der Geschäftsablauf wird in Dienste gegliedert. Aus diesen Diensten werden wiederum die IT-Services abgeleitet. Die IT-Sicht bildet so die Geschäftssicht ab. Eine Aufeinanderfolge oder Zusammenarbeit verschiedener Dienste kann dann die Aufgabe erfüllen, einen Geschäftsprozess oder eine Aktivität eines solchen Prozesses auszuführen oder zu unterstützen (Erl 2006).

Dienste verbergen hinter ihrer nach außen sichtbaren, standardisierten Schnittstelle ihre Funktionalität und die ihnen innewohnende Logik. Dienste haben einen Schnittstellen-Vertrag, ihr Verhalten ist in einer Vereinbarung definiert. Sie werden in einem Serviceverzeichnis mit ihrer Dienstbeschreibung und der Beschreibung ihrer Schnittstelle veröffentlicht. Dort kann der Dienst anhand seiner Beschreibung gefunden und abgerufen

werden. Danach kann die Verbindung zwischen Dienstanforderer und -anbieter erfolgen, und der Dienst kann von dem Anforderer genutzt werden. Dies wird in Abbildung 4 grafisch dargestellt.

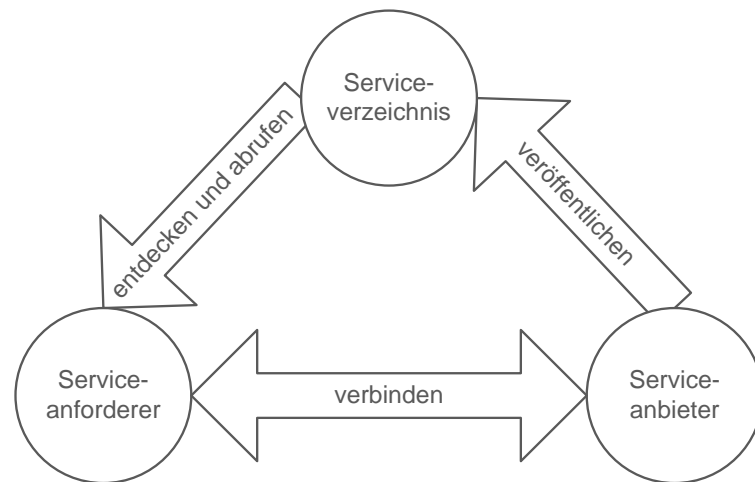


Abbildung 4: Grundidee der Serviceorientierung (nach Erl 2005)

Serviceorientierte Architekturen und die dazugehörigen Dienste haben bestimmte Charakteristika und Prinzipien (Erl 2006; Richter et al. 2005), die sie umsetzen: Sie sind über einen einheitlichen Mechanismus aufrufbar und lose gekoppelt, d. h. sie haben minimale Abhängigkeiten voneinander. Zudem sind sie autonom, sie allein haben die Kontrolle über ihre Logik. Da Dienste so gestaltet werden, dass sie wiederverwendbar sind, können sie an verschiedenen Stellen eingesetzt werden. Damit können aus unterschiedlichen Diensten größere Dienste zusammengesetzt werden und die Dienste können zur Ausführung von (unterschiedlichen) Prozessen von den jeweiligen Prozessteilnehmern orchestriert werden (Arsanjani 2004; Erl 2006; Richter et al. 2005).

SOA ist plattformunabhängig, d. h. SOA kann auf verschiedenen Plattformen eingesetzt werden und Anwendungen von verschiedenen Umgebungen miteinander koppeln. Durch die Kapselung der Geschäftslogik in wiederverwendbare Services sind bei Änderung der sie nutzenden Geschäftsprozesse die entsprechenden Anwendungen flexibel darauf anpassbar (Arsanjani 2004; Erl 2006).

3.2.2 SOA im Unternehmen und deren Umsetzung

Die Serviceorientierung beschränkt sich allerdings nicht nur auf die Architektur der eingesetzten Software. Vielmehr wird das gesamte Unternehmen serviceorientiert ausgerichtet (Berstel et al. 2007; Erl 2006; Kohnke 2008). Bei der unternehmensweiten

Einführung einer SOA muss deshalb auch das Unternehmen nach dem Servicegedanken gestaltet werden, und die gesamte Unternehmensarchitektur muss auf SOA ausgerichtet werden. So wird bei der Berücksichtigung der Serviceorientierung in einem Unternehmen der Geschäftsablauf so konzipiert, dass der kleinste Schritt immer ein Dienst ist. Das Management, insbesondere das Prozessmanagement, muss darauf Rücksicht nehmen (Stein et al. 2008).

Offermann (2008) identifiziert die Geschäftsprozessmodellierung als zentralen Ausgangspunkt für den Entwurf der SOA. Aus den Aktivitäten der Geschäftsprozesse werden die Dienste der SOA abgeleitet. Durch die Ableitung der Services aus den Geschäftsprozessen werden die IT-Systeme flexibel und leichter an sich ändernde Geschäftsprozesse anpassbar (Arsanjani 2004; Erl 2006; Richter et al. 2005). Die Flexibilität und Agilität eines Unternehmens und die Fähigkeit, auf sich ändernde Geschäftsprozesse zu reagieren, wird erhöht. Dies gilt sowohl für die IT als auch die Unternehmensarchitektur. Im Falle einer Änderung eines Geschäftsprozesses muss dieser nicht von Grund auf neu implementiert werden, sondern es reicht aus, die Zusammensetzung und den Ablauf der bestehenden Dienste zu ändern – die entsprechenden Dienste werden neu orchestriert (Stein et al. 2008). So kommt den Geschäftsprozessen und dem Geschäftsprozessmanagement im Rahmen der Einführung und Wartung einer SOA eine besondere Rolle zu (Stein et al. 2008).

Bestehende Anwendungssysteme, die noch nicht serviceorientiert gestaltet sind, können durch passende Adapter als Dienste gekapselt werden und so eingebunden werden (Engels et al. 2008a, S. 110).

Der SOA-Ansatz erzeugt zwar anfänglich erhöhte Kosten für Hardware, Softwarelizenzen und Verwaltung, verspricht jedoch langfristig geringere Kosten bei Änderungen der Software (Datz 2004).

3.2.3 Webservices und Abgrenzung zu SOA

Meist wird eine serviceorientierte Architektur mit Hilfe von Webservices umgesetzt. Ein Webservice ist eine in sich abgeschlossene Softwarekomponente, die über eine XML-basierte (W3C 2008) Beschreibung ihre Funktionalität, die benötigten Eingabe- und die möglichen Ausgabe-Parameter veröffentlicht. Über diese standardisierte Schnittstelle bietet der Webservice einen Dienst an. Dieser kann über ein Netzwerk angesprochen werden, und

es können die benötigten Daten ausgetauscht werden (Erl 2006; Kuschke und Wölfel 2002; W3C 2004a).

Durch die Verwendung von standardisierten Schnittstellen und einem standardisierten Datenaustauschformat können unterschiedliche Anwendungen zusammenarbeiten (Kuschke und Wölfel 2002, S. 3). Webservices können damit auf unterschiedlichen Plattformen eingesetzt werden. Genau diese standardisierte Schnittstelle wird als wichtigster Aspekt eines Webservice angesehen (Erl 2006, S. 73). Die Schnittstelle wird durch die Webservice Description Language (WSDL) im XML-Format beschrieben (W3C 2007b). Das Übertragungsprotokoll ist SOAP (Simple Object Access Protocol) (W3C 2007a). Zur Auffindung des Service wird er mittels UDDI (Universal Description Discovery and Integration) (OASIS 2004) in einem Verzeichnis veröffentlicht.

Oft wird die Architektur einer Anwendung, sobald sie Webservices verwendet, als serviceorientiert bezeichnet. Laut Erl (2006, S. 3) sei dies ein weitverbreitetes Missverständnis, das so weit führe, die Vorteile einer SOA zu erwarten, wenn die Webservice-Plattform ausgebaut wird. Nicht jede Anwendungslandschaft oder jedes Anwendungssystem, das Webservices verwendet, ist automatisch auch serviceorientiert, denn der Schritt, die Geschäftslogik serviceorientiert zu strukturieren, entfällt häufig.

Im Bereich des PDF ist der Einsatz von Webservices zur Umsetzung der Dienste im Rahmen einer SOA aufgrund der genannten Eigenschaften wie Plattformunabhängigkeit und standardisierten Schnittstellen empfehlenswert. Mit Webservices können die bestehenden Anwendungen der verschiedenen Akteure so gekapselt werden, dass sie als orchestrierbare Dienste zur Verfügung stehen.

3.2.4 Schlussfolgerung für den Einsatz von SOA

Der Einsatz einer SOA kann viele der eingangs erwähnten Probleme lösen (Erl 2006; Heutschi 2007; Richter et al. 2005). Durch die Plattformunabhängigkeit ist der Einsatz auf unterschiedlichen Umgebungen und die Kommunikation von verschiedenen Anwendungen möglich. Die notwendige Flexibilität und Erweiterbarkeit erlaubt, schnell und ohne großen Kostenaufwand auf Veränderungen in der Geschäftswelt zu reagieren. Die Evolution der Anwendungslandschaft wird ermöglicht, genauso wie Outsourcing von Dienstleistungen. Die Wiederverwendung der Komponenten erspart Kosten, und durch das „Einpacken“ vorhandener Systeme und ihrer Datenformate in standardisierte Schnittstellen können diese weiter betrieben und müssen nicht sofort ausgetauscht werden.

Die serviceorientierte Architektur ist somit gut für die unternehmensübergreifenden Prozesse im Bereich des PDF geeignet, da

- sie die notwendige Flexibilität bietet, um auf die sich durch Gesetze, neue Forschungsergebnisse oder technische Entwicklungen ändernden Geschäftsprozesse reagieren zu können;
- sie auf den durch die vielen Partner bedingten heterogenen Plattformen einsetzbar ist;
- sie keinen kompletten Neuentwurf aller Anwendungen benötigt, sondern alte Anwendungen integriert werden können.

Damit bietet sich der Einsatz von SOA einerseits als Gestaltungsparadigma für Geschäftsprozesse und andererseits als technische Plattform bzw. Infrastruktur für den Daten- und Informationsaustausch im PDF an.

Allerdings erhöht sich durch die Anwendung von SOA der Aufwand, da die einzelnen Services dokumentiert und gepflegt werden müssen. Außerdem steigen die Anforderungen und der Anteil an Infrastrukturcode und Dokumentation beim Einsatz einer SOA (Habich et al. 2010). Daher ist ein geeignetes Vorgehensmodell zu wählen, das den Einsatz der SOA effizient ermöglicht.

3.3 Vorgehensmodelle und MDA

3.3.1 Vorgehensmodelle

Das Vorgehen, um vom Konzept zur konkreten Implementierung zu gelangen, gliedert sich in koordinierte Phasen, wobei die folgenden Phasen oder Arbeitsschritte in jedem Vorgehensmodell vorkommen (Trompeter et al. 2007, Versteegen 2002):

- Anforderungsanalyse – die Anforderungen an das zukünftige System ermitteln;
- Design – die Lösung beschreiben;
- Implementierung – die Anwendung erstellen;
- Testen – die Erfüllung der Anforderungen, Fehlerfreiheit etc. überprüfen;
- Installation und Betrieb – die Hardware und Software in Betrieb nehmen.

Die Architektur Aspekte des zukünftigen Systems sind in jeder Phase, mit Schwerpunkt auf der Designphase, zu berücksichtigen.

Prinzipiell können zwei Herangehensweisen unterschieden werden. Bei linearem Vorgehen wie z. B. im V-Modell (Rausch 2009) wird der Ablauf für den gesamten Umfang einmalig durchlaufen. Dabei werden die Phasen schrittweise nacheinander abgearbeitet. Fehler in den Anforderungen werden damit in der Regel erst beim Test durch den Fachexperten gefunden. Durch den linearen Verlauf ist es notwendig, vor Umsetzung eine vollständige und fehlerfreie Beschreibung der Anforderungen zu entwerfen, dies geschieht notwendigerweise von fachlicher Seite. Es setzt ein hohes Verständnis des gesamten Konzepts voraus, da in dieser Phase bereits die Anforderungen finalisiert werden müssen.

Im Gegensatz dazu wird bei iterativen Vorgehensweisen der gesamte Ablauf, also alle Phasen, mehrmals durchlaufen. Es findet hierbei durch eine Verfeinerung der Ergebnisse in jedem Durchlauf eine stufenweise Annäherung an die tatsächlichen Anforderungen statt. Dadurch erfolgt im Projektablauf mehrmals eine Rückkopplung mit den Fachexperten. Lücken und Fehler in den Anforderungen können so frühzeitig erkannt und korrigiert werden. Beispielhaft seien hier das Spiralmodell (Boehm 1988) und der Rational Unified Process (RUP) (Kruchten 2000) erwähnt. Für die Möglichkeit zur Diskussion, Überprüfung und Korrektur des tatsächlichen Systems ist es empfehlenswert, ein iteratives Vorgehensmodell zu wählen. Daher ist für das PDF ein iteratives Vorgehen vorzuziehen.

3.3.2 Model Driven Architecture

Um im Rahmen eines iterativen Vorgehens einen durchgängigen Ansatz zu erzielen, der regelmäßig diskussionsfähige und nachvollziehbare Ergebnisse liefert, kann die modellgetriebene Architektur (Model Driven Architecture, MDA) (OMG 2001) angewandt werden. Sie ist kein Vorgehensmodell an sich, Trompeter et al. (2007, S. 21) sehen in ihr bspw. einen Entwicklungsansatz, der sich bei unterschiedlichen Vorgehensmodellen und zur Umsetzung unterschiedlicher Architekturen, auch SOA, anwenden lässt. Durch MDA wird der Aufwand für Dokumentation und Infrastrukturcodeverringert. Es bietet es sich eine Kombination mit SOA an, da der durch den SOA-Einsatz erhöhte Aufwand durch MDA begrenzt wird (Habich et al. 2010).

In der Softwareentwicklung erfolgt die Beschreibung eines Systems meist in Form von einem bzw. mehreren Modellen. Die MDA nutzt diese Modelle zu einem generativen Vorgehen, bei dem aus einem technikfernen Modell technische Modelle und schließlich die Implementierung generiert werden (Zeppenfeld und Wolters 2006).

Ein Modell stellt dabei immer einen Auszug aus der Realität dar (Trompeter et al. 2007, S. 45). Es dient einem bestimmten Zweck, hat einen Bezug zu einem Original und abstrahiert bestimmte Eigenschaften des Originals (Stachowiak 1973). Modelle können grafischer, textlicher oder anderer Form sein. Die verwendete Syntax und Semantik der Modellelemente ist in einem Metamodell festgelegt (Trompeter et al. 2007, S. 45). Beispiele für solche Modelle sind Unified Modeling Language-(UML-)Klassen-Diagramme (OMG 2010c), Entity-Relationship-(ER-)Diagramme (Chen 1976), aber auch Ereignisgesteuerte Prozess-Ketten (EPK) (Keller et al. 1992) oder Business Process and Modeling Notation-(BPMN-)Prozessmodelle (OMG 2010a). Auf die Darstellung eines Geschäftsprozesses durch BPMN wird in Abschnitt 4.1 näher eingegangen. In den entsprechenden Modellen sind sowohl statische als auch dynamische Sachverhalte abbildbar (Trompeter et al. 2007). So bildet das oben genannte ER-Modell die Struktur der Daten statisch ab. Ein UML-Sequenzdiagramm zeigt hingegen das dynamische Verhalten der Komponenten eines Systems.

Im Kontext der MDA werden Modelle zur Darstellung eines Teils der Funktion, Struktur und/oder des Verhaltens eines Systems verwendet, die nötige Abstraktion erfolgt durch Unterdrückung des Nicht-Relevanten (OMG 2001). Es wird zuerst die Funktionalität ohne technische Details in einem Modell spezifiziert. Die technischen Anforderungen werden am Ende des Entwurfsprozesses zu einem technischen Modell hinzugefügt. Die Besonderheit

von der MDA ist also, dass die Funktionalität und deren Implementierung getrennt voneinander betrachtet werden.

Dafür wird ein Modell, das von Fachexperten entworfen und gut verstanden wird, schrittweise unter Generierung neuer Modelle in ein technisches Modell abgeleitet. Aus diesem technischen Modell wird letztendlich die Implementierung generiert. Dieser Ansatz hat folgende Vorteile:

1. Das fachliche Modell ist sowohl für Fachexperten als auch für IT-Experten verständlich und damit les- und diskutierbar.
2. Das fachliche Modell kann für unterschiedliche Plattformen verwendet werden, da es keine technische Abhängigkeiten beinhaltet.
3. Durch den generativen Ansatz können Änderungen im fachlichen Modell schnell in die Implementierung überführt werden, dies unterstützt ein iteratives Vorgehensmodell.

Sowohl die MDA als auch die serviceorientierte Architektur nennen sich „Architektur“. Dies widerspricht sich nicht, da die MDA ein Ansatz zur Entwicklung von Architektur ist.

3.3.2.1 Modelle in der MDA

Um ein Modell im Rahmen der MDA verwenden zu können, muss ihm eine formale Beschreibung zugrunde liegen. Dies ist dann der Fall, wenn die Beschreibung auf einer Sprache basiert, „die eine eindeutige Struktur (Syntax), Bedeutung (Semantik) und möglicherweise Analyseregeln, Inferenzen oder Beweis für die Konstrukte hat“ (OMG 2001, S 3).

Die Ableitung der Implementierung, ausgehend von einem allgemeinen, sogenannten computerunabhängigen Modell, erfolgt über mehrere Stufen, in denen das Modell gezielt verfeinert und mit relevanten Informationen angereichert wird. Abbildung 5 zeigt die unterschiedlichen Stufen einer MDA (vgl. hierzu OMG 2003), die im Folgenden erläutert werden. Dabei wird das jeweils nachfolgende Modell von dem vorherigen Modell abgeleitet. Dies erfolgt durch manuelle oder automatische Transformation. Für die automatische Transformierbarkeit ist es notwendig, in dem vorherigen Modell alle für das nachfolgende Modell relevanten Informationen zu hinterlegen.

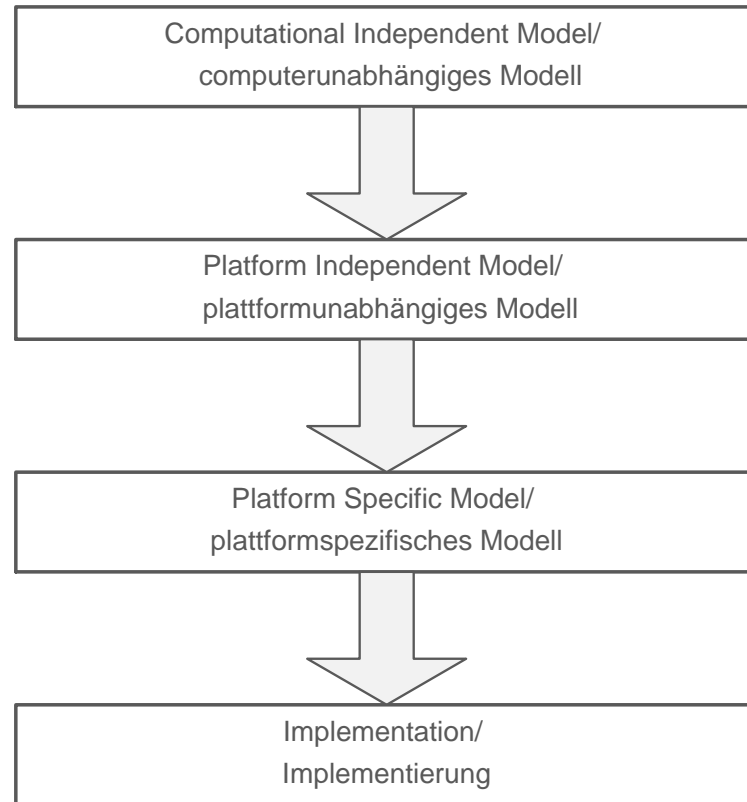


Abbildung 5: Übersicht über die in der MDA vorgesehenen Stufen bzw. Modelle

- **Computerunabhängiges Modell**

Das computerunabhängige Modell (englisch: Computation Independent Model, CIM) dient der Beschreibung der Situation, in der das Anwendungssystem laufen soll und welche Interaktionen es zu seiner Umwelt hat (Zeppenfeld und Wolters 2006). Es ist nicht formalisiert und kann in einfachem Text ausgedrückt werden. Das CIM wird als „Domänenmodell“ bezeichnet. Für die Anwendung der MDA ist es nicht zwingend notwendig (OMG 2001, Vogel et al. 2005).

- **Plattformunabhängiges Modell**

Das plattformunabhängige Modell (englisch: Platform Independent Model, PIM) bildet die Struktur und Funktion eines Systems ab und abstrahiert dabei von seinen möglichen Umsetzungen auf IT-Plattformen. Dies bedeutet, bei der Darstellung des PIM werden keine technischen Details modelliert. Durch diese Vernachlässigung ist es möglich, ein PIM für mehrere Plattformen oder Architekturstile zu verwenden. Der Schwerpunkt dieses Modells liegt bei der fachlichen Anwendung. Es kann damit von dem Fachexperten mit Hinblick auf die fachliche Problemstellung erstellt werden und ist in der Anwendungsdomäne diskutierbar. Es ist möglich, von einem grobgranularen PIM ein feingranulares PIM abzuleiten. Als Modellierungssprache für das PIM sieht z. B. die OMG (2001) die UML

(OMG 2010b, 2010c) vor. Bei Modellierung von Geschäftsprozessen als Ausgangspunkt für die Entwicklung kann auf der Ebene des PIM diese beispielsweise mit BPMN erfolgen.

- **Plattformspezifisches Modell**

Das plattformspezifische Modell (Englisch: Platform Specific Model, PSM) ergibt sich durch plattformspezifische Informationsanreicherung und -abbildung aus einem PIM. Das PSM wird nach vorher festgelegten Transformationsregeln aus dem PIM gebildet. Das PSM ist für eine Plattform ausgelegt und somit nicht mehr beliebig in unterschiedlichen Umgebungen anwendbar.

- **Implementierung**

Das PSM wird schließlich dazu genutzt, die Implementierung zu generieren.

3.3.2.2 Mapping und Transformation

Für die Transformation eines Modells in ein nachfolgendes ist ein Mapping notwendig. Dies bedeutet, dass einem Objekt des Quellmodells ein Zielobjekt des Zielmodells zugeordnet wird. Nach der OMG (2003) gibt es u. a. die Möglichkeit, basierend auf Typen oder Metamodellen, Modelle aufeinander abzubilden, die Instanzen einzeln abzubilden oder aber eine Mischform anzuwenden:

1. Mappen basierend auf Typen:

Den den Objekten des PIM zugrunde liegenden Typen werden Typen der Objekte des PSM zugeordnet. Ein Spezialfall dieser Art von Mapping ist, wenn beide Modelle, sowohl das PIM als auch das PSM, auf einem Metamodell aufbauen. In diesem Fall werden die beiden Metamodelle in Beziehung gesetzt.

2. Fallweises Mappen:

Den Objekten des PIM werden bestimmte Objekte des PSM zugewiesen, in die sie transformiert werden. Dies geschieht mit Hilfe von Markern, welche die erforderliche Information für die Abbildung im PSM beinhalten. Es ist auch möglich, das Zielobjekt abhängig von den Eigenschaften der Quellobjekte zu definieren.

Aufbauend auf diesen Mapping-Regeln kann die Transformation eines Modells in ein anderes stattfinden. Dies geschieht vorzugsweise automatisiert unter Verwendung von formalen Transformationsregeln, die „berechenbare Abbildungen eines Quellmodells in ein Zielmodell sind“ (Trompeter et al. 2007, S. 70). Dahingegen sieht die OMG (2001) vier

Arten der Transformation vor, wobei eine komplett manuell ausgeführt wird und damit subjektiv ist.

Die genannten Arten der Transformation in Reihenfolge zunehmender Automatisierung sind folgende:

1. Manuelles Überführen eines PIM auf ein PSM;
2. Manuelles Überführen eines PIM in ein PSM unter Verwendung schon bekannter Muster;
3. Erstellung der Grundzüge eines PSM unter Verwendung eines Algorithmus und deren manuelle Verfeinerung;
4. Automatisierte Erstellung eines PSM durch einen Algorithmus aus einem PIM.

3.3.3 Schlussfolgerung für das Vorgehensmodell

Ein iteratives Vorgehen ist für das PDF aus Gründen der häufigeren Rückkopplung zwischen Fachexperten und Informatikern und der damit erleichterten Kommunikation empfehlenswert. Um einen durchgängigen Ansatz zu erzielen, bietet sich der Einsatz der MDA an.

Der modellbasierte Ansatz der MDA ist gut geeignet, die Diskussion zwischen IT-Experten und Fachexperten herzustellen. Der Entwurf ist diskutierbar und kann dann entsprechend schrittweise umgesetzt werden. Es ist möglich, auf der Ebene des PIM ein Modell des Geschäftsprozesses als Ausgangspunkt für die weitere Ableitung zu entwerfen. Falls dieses Modell automatisiert ohne manuelles Eingreifen abgeleitet werden soll, ist es notwendig, alle für die Ausführung relevanten Informationen schon in dem Modell auf der Ebene des PIM zu hinterlegen.

Insbesondere beim vorgeschlagenen iterativen Vorgehen erhöht die MDA die Flexibilität der Umsetzung durch eine schnellere Reaktion auf Änderungen im Konzept. Die MDA ist nicht spezifisch für einen Architekturstil, kann somit gut zur Ableitung von Services aus Geschäftsprozessen im Rahmen einer SOA eingesetzt werden. Zudem reduziert die Durchgängigkeit des MDA-Ansatzes auch den durch SOA verursachten Mehraufwand für Infrastruktur und Dokumentation (Habich et al. 2010).

3.4 Modellierungssprachen für Geschäftsprozesse

Zur Modellierung des PIM aus fachlicher Sicht im Rahmen der MDA ist ein formal definiertes Modell nötig (OMG 2001, S. 3). Um aus diesem die Services einer SOA abzuleiten, müssen die Geschäftsprozesse in einer geeigneten Modellierungssprache erfasst werden. Hierzu eignen sich beispielsweise die von einer Arbeitsgruppe um Scheer entwickelte EPK (Keller et al. 1992), das UML Activity Diagram (OMG 2010c), die Business Process Execution Language (BPEL) (OASIS 2007) oder die BPMN (OMG 2010a). Diese sind grafischer Art oder basieren auf XML (BPEL) und werden im Folgenden auf die Eignung zur Verwendung in der Modellierung der Geschäftsprozesse im PDF untersucht. Dabei wird auf folgende Punkte besonders Wert gelegt:

- Möglichkeit der Modellierung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse zwischen mehreren Prozessbeteiligten:
 - Darstellung der Prozessbeteiligten und der Zuordnung ihrer Prozesse;
 - Abbildung der Interaktionen zwischen den Prozessbeteiligten und den Datenflüssen;
- Möglichkeit der Strukturierung komplexer Prozesse;
- Bereitstellung einer Grundlage zur fachlichen Diskussion;
 - Möglichkeit der Modellierung aller dazu relevanten Informationen;
 - Leichte Verständlichkeit der Abbildung;
- Leichte Erlernbarkeit und Verwendung der Notation für Landwirtschaftsexperten;
- Ermöglichung der Kommunikation zwischen Fachexperten und Informatikern:
 - Möglichkeit der Modellierung der für die Transformation im Sinne der MDA notwendigen Information;
 - Abbildbarkeit in ein ausführbares Modell.

3.4.1 BPEL

WS-BPEL (Web Services Business Process Execution Language, kurz BPEL) ist ein Standard der Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS) (2007). BPEL ist eine Weiterentwicklung der unternehmenseigenen Sprachen Webservices Flow Language (IBM) und XLANG (Microsoft) (Knuth 2003).

Es handelt sich um eine technische Sprache auf Basis von XML, die der Ausführung von Geschäftsprozessen mittels Koordination bzw. Orchestrierung von Webservices dient. Die

Funktionalität der einzelnen Webservices wird hierbei nicht erwähnt oder definiert. BPEL gibt lediglich an, in welcher Reihenfolge die Webservices aufgerufen werden und beschreibt, wie die einzelnen Services zusammenarbeiten.

Mit BPEL ist es möglich, Ausnahmebehandlungen, Kompensationen und Prozessstornierungen durchzuführen. Durch die Verwendung von XML zur Darstellung ist BPEL jedoch nicht geeignet, einen Prozess für Laien diskutierbar darzustellen.

3.4.2 EPK

Die EPK wurde 1992 von Keller et al. zur grafischen Abbildung von „ablaufbezogenen Zusammenhängen“ von Funktionen entwickelt (vgl. hierzu v. a. Keller et al. 1992). Die EPK wurde um weitere Symbole zur erweiterten „Ereignisgesteuerten Prozesskette“ ergänzt, sodass den Funktionen z. B. die ausführende Organisationseinheit und/oder das betroffene Informationsobjekt zugeordnet werden können. Heute wird der Begriff EPK gleichbedeutend mit der erweiterten Ereignisgesteuerten Prozesskette (eEPK) verwendet (Becker et al. 2009).

Die EPK stellt ein Prozessmodell dar und ist Teil des sog. ARIS-Hauses. ARIS – Architektur integrierter Informationssysteme – wurde von Scheer (Keller et al. 1992) entwickelt (Abbildung 6). Es sieht die getrennte Betrachtung eines Systems von verschiedenen Standpunkten aus vor; die Sichten werden in unterschiedlichen, getrennten Teilmodellen dargestellt. Abbildung 6 zeigt das ARIS-Haus mit den verschiedenen Sichten und Abstraktionsniveaus auf ein System. Die Sichten werden unterschieden in die Organisations-, die Daten-, die Leistungs- und die Funktionssicht. Die Beziehungen zwischen diesen Sichten werden durch die Steuerungssicht aufgezeigt. Außerdem sind Sichten nach Abstraktion bzw. ihrer Nähe zur technischen Umsetzung in Fachkonzept, Datenverarbeitungs-(DV-)Konzept und Implementierung unterteilt (Keller et al. 1992, S. 6).

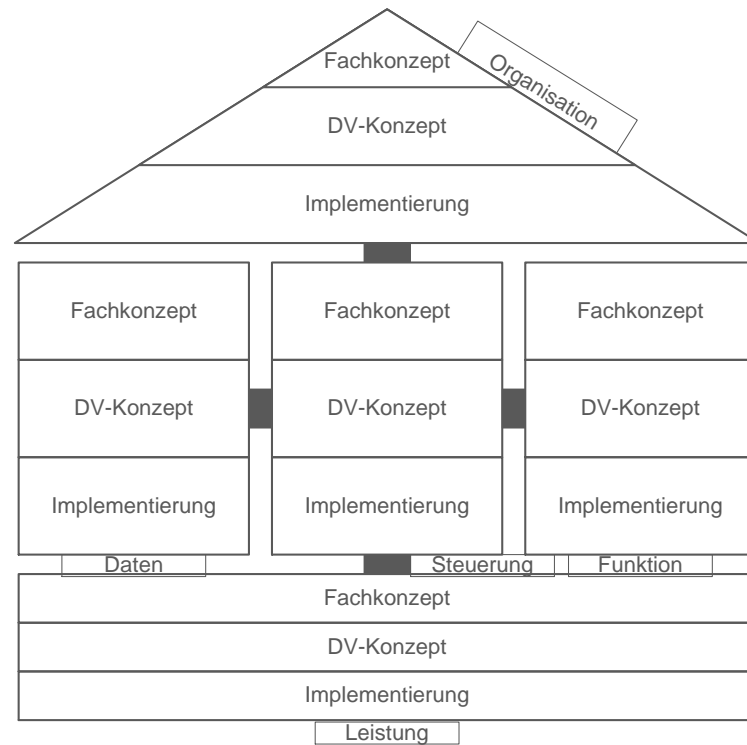


Abbildung 6: ARIS-Haus nach (Scheer 2002b)

Die EPK ordnet sich in die Steuerungssicht auf der Abstraktionsebene des Fachkonzepts ein. Sie dient der Darstellung des zeitlichen Ablaufs von Funktionen und der dazugehörigen Änderung der Systemzustände oder der „betriebswirtschaftlichen Bedingungen“.

EPKs stellen eine zeitlich-logische Abbildung des Ablaufs von Funktionen dar und damit eine Sicht auf einen dynamischen Aspekt eines Unternehmens (Keller et al. 1992, S. 16).

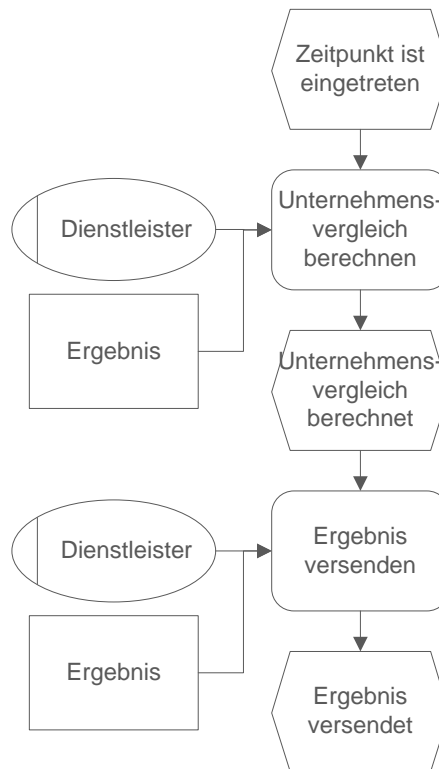


Abbildung 7: EPK-Modell des vereinfachten Prozesses „Unternehmensvergleich“

Der Begriff der Funktion bezeichnet eine Aufgabe oder Tätigkeit, die im Rahmen eines Prozessmodells, dargestellt durch eine Prozesskette, durchgeführt wird. Sie wird durch ein Ereignis ausgelöst und hat wiederum ein Ereignis zu Folge. Ereignisse werden durch Sechsecke, Funktionen durch Rechtecke mit abgerundeten Ecken dargestellt. In Abbildung 7 ist ein Modell des Geschäftsprozesses „Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten beim Milchrind“ vereinfacht dargestellt. Nachdem der Zeitpunkt eingetreten ist, wird der Unternehmensvergleich berechnet. Damit ändert sich der Zustand und der Unternehmensvergleich ist berechnet. Es wird das Ergebnis versendet und das darauf folgende Ereignis ist „Ergebnis versendet“. Die Funktionen werden von der Organisationseinheit „Dienstleister“, dargestellt durch ein Oval mit seitlichem senkrechten Strich, durchgeführt. Die betroffenen Informations- oder Datenobjekte werden durch Rechtecke dargestellt.

Es ist möglich, konjunktive („und“ – alle Funktionen/Ereignisse müssen erfüllt sein), disjunktive („oder“ – genau eine Funktion/ein Ereignis ist erfüllt) oder inklusive („und/oder“ – mind. eine Funktion/ein Ereignis ist erfüllt) Verknüpfungen bzw. Verzweigungen darzustellen. Funktionen können einem Informationsträger und einem Funktionsausführenden zugeordnet werden. Allerdings erlaubt EPK keine Ausnahmefallbehandlung bzw. Kompensation.

Weniger geeignet ist die EPK für die Darstellung von Prozessen, bei denen mehrere Organisationen oder Prozesspartner beteiligt sind. Dies ist zwar möglich, wird aber schnell unübersichtlich. Durch die fehlende Abbildbarkeit von Nachrichtenflüssen ist es auch nicht einfach, zeitliche Kausalität oder nebenläufige, sich bedingende Ketten abzubilden. Die EPK sieht zwar Verknüpfungen zu anderen Prozessen vor, doch ein Hineinzoomen in eine Funktion ist nicht möglich. EPKs sind teilweise auf BPEL abbildbar und damit ausführbar.

3.4.3 UML-Aktivitätsdiagramm

Einen weiteren Ansatz zur Geschäftsprozessmodellierung bietet die Unified Modeling Language (UML). Sie wurde von Booch et al. (2004) aus mehreren Methoden und Techniken zur Modellierung objektorientierter Systeme entwickelt. Seit 1997 ist die UML ein Standard der OMG, die neueste Version UML 2.3 wurde 2010 veröffentlicht (OMG 2010b, 2010c). „Die UML umfasst nicht irgendeine bestimmte Methode, sondern ist vielmehr ein Sammelbegriff für grafische Methoden zur objektorientierten Entwicklung und Dokumentation von Software (OOD, Object Oriented Design)“ (Becker et al. 2009, S. 58).

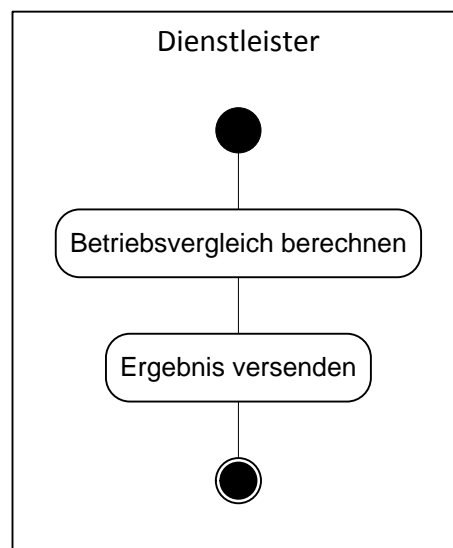


Abbildung 8: UML-Diagramm des vereinfachten Prozesses „Unternehmensvergleich“

Meist wird die UML zur Modellierung von Klassen der objektorientierten Welt verwendet. Mit dem Aktivitätsdiagramm der UML ist es möglich, die sequenzielle Aufeinanderfolge von Aktionen grafisch darzustellen (Abbildung 8) und die Aktionen über Swimlanes Ausführenden zuzuordnen. Die Aktionen werden über einen Kontrollfluss miteinander verbunden. Somit können Geschäftsprozesse dargestellt werden. Über Entscheidungsknoten werden disjunkte, über Parallelisierungen parallele Pfade angezeigt. Die Darstellung von möglichen parallelen Pfaden (mindestens ein Pfad muss begangen werden) ist möglich, allerdings für Laien schwerer ersichtlich und lesbar. Durch Verwendung entsprechender Software-Werkzeuge kann aus Modellen der UML Java-Quellcode generiert werden (Becker et al. 2009). Es ist aber nicht möglich, durch ein UML-Aktivitätsdiagramm eine Orchestrierung von Services durchzuführen. In UML-Aktivitätsdiagrammen ist die Darstellung von Ausnahmefallbehandlungen möglich, es können jedoch keine Kompensationen definiert werden.

3.4.4 BPMN

Die Business Process Model and Notation (BPMN) ist ein Standard der OMG (2010a). Es handelt sich um eine grafische, formalisierte Notation zur Darstellung von Geschäftsprozessen. Sie dient einzig der Modellierung von Geschäftsprozessen. Die Darstellung von anderen Sichten wie z. B. die Modellierung von Daten, Modellen der Unternehmensstrategie oder die Darstellung von Geschäftsregeln (s. Abschnitt 3.5 für Regeln) wird explizit ausgeschlossen.

BPMN ist (OMG 2010a, S. 21) dafür ausgelegt, Prozesse, die zwischen zwei Unternehmen stattfinden, darstellen zu können. Außerdem ist es möglich, Ausnahmebehandlungen über Fehlerereignisse („error events“) und Transaktionen zu modellieren (OMG 2010a, S. 21).

Prozesse, die mit früheren BPMN-Versionen (OMG 2009a) modelliert werden, können ausführbar gemacht werden, indem sie in BPEL überführt werden. Im Gegensatz dazu ist BPMN 2.0 direkt ausführbar. Die Spezifikation der BPMN ist englisch, daher wurden für diese Arbeit die deutschen Begriffe von Allweyer (2008, 2009) verwendet.

Nachfolgend werden kurz die möglichen Diagramme der BPMN vorgestellt. Bei der Darstellung der Elemente erfolgt aber eine Beschränkung auf die im Rahmen der Anwendung verwendeten Elemente, daher erfolgt die genauere Beschreibung dieser im Abschnitt des Anwendungsfalls.

Die BPMN sieht Prozess-, Choreografie- und Kollaborationsdiagramme vor, die im Folgenden näher erläutert werden.

- **BPMN-Choreografie**

Choreografien finden zwischen mindestens zwei Prozessbeteiligten statt. Sie haben keinen Prozessverantwortlichen, wie dies bei Orchestrierungen der Fall ist. In einem Choreografiediagramm werden die Interaktionen zwischen den Beteiligten als Aktivitäten dargestellt (Abbildung 9). Allerdings finden diese Aktivitäten nicht innerhalb eines Pools statt, d. h. bei einem Prozessbeteiligten, sondern zwischen mindestens zwei Pools (OMG 2010a) und entsprechen mindestens zwei Prozessbeteiligten.

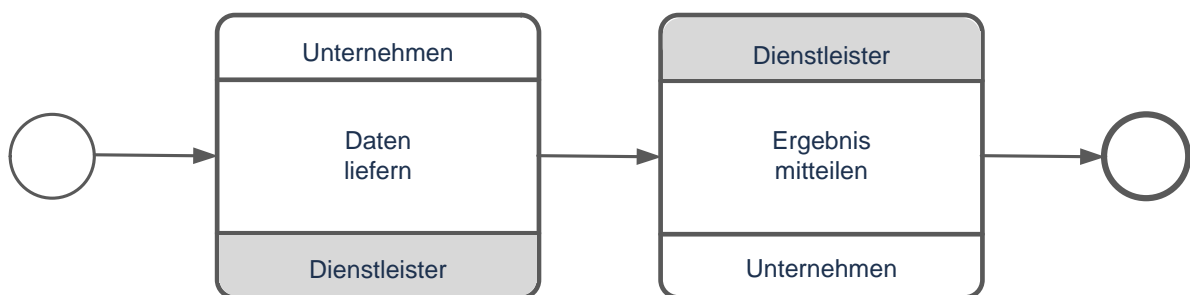


Abbildung 9: BPMN-Choreografiediagramm

- **BPMN-Prozesse**

Mit der BPMN können Geschäftsprozesse modelliert werden (Abbildung 10). Je ein Pool (grafisch gesehen ein benanntes Rechteck, s. auch Tabelle 7) entspricht je einem Prozessbeteiligten (im Folgenden auch Beteiligter). Innerhalb dieser Pools laufen die jeweiligen Prozesse ab. Zur deutlicheren Zuordnung der Ausführenden innerhalb eines Prozesses können diese noch in Lanes unterteilt werden. Der Pool ist auch der Prozessverantwortliche für die Orchestrierung des Prozesses. Es ist möglich, zwischen privaten („private“) und öffentlichen („public“) Prozessen zu differenzieren. Ein privater Prozess stellt den internen Prozess eines Beteiligten („organization“) dar. Bei einem öffentlichen Prozess sind nur die Aktivitäten, die für die Interaktion mit dem/den anderen Beteiligten relevant sind, sichtbar; rein interne Aktivitäten sind nicht sichtbar. Es ist möglich, private Prozesse ausführbar („executable“) oder nicht ausführbar („non-executable“) zu modellieren.

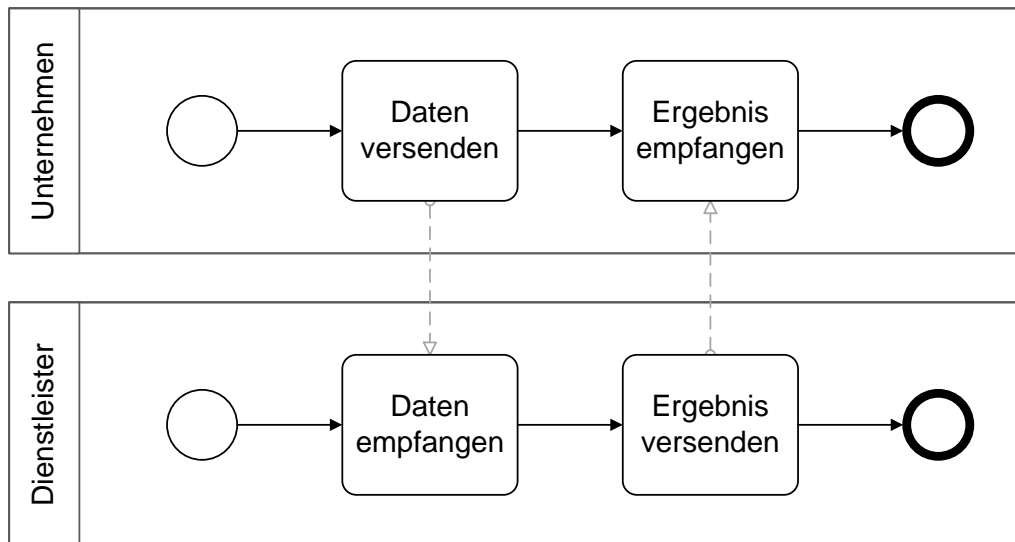


Abbildung 10: BPMN-Prozessdiagramm

Mit einem BPMN-Prozessdiagramm lassen sich Geschäftsprozesse, die zwischen mehreren Beteiligten ablaufen, grafisch und gut verständlich darstellen. Zeitliche Abhängigkeiten und Nachrichtenflüsse, auch mit den dazugehörigen Datenobjekten, lassen sich abbilden (s. hierzu Abschnitt 4.1.1). Es ist zudem möglich, Transaktionen, Ausnahmebehandlungen und Kompensationen zu modellieren.

- **BPMN-Kollaboration**

Mit einem Kollaborationsdiagramm kann die Interaktion zwischen zwei oder mehr Beteiligten dargestellt werden. Dies ist auf verschiedene Arten möglich. Zum einen kann die Kollaboration über die Darstellung der Prozesse der Beteiligten und den dazugehörigen Nachrichtenflüssen in einem Prozessdiagramm ausgedrückt werden. Zum anderen können Choreografiediagramme mit den dazugehörigen Pools die Kollaboration zeigen.

Ein Konversationsdiagramm ist eine besondere Art eines Kollaborationsdiagramms (Abbildung 11). Es stellt für ein gewisses Szenario alle beteiligten Partner und ihre Kommunikation bzw. Interaktion miteinander dar. Eine zeitliche Reihenfolge wird dabei nicht beachtet. Es zeigt also die Konversationen zwischen den Beteiligten auf, ohne die Art, den Zeitpunkt oder die Reihenfolge der Konversation darzustellen.

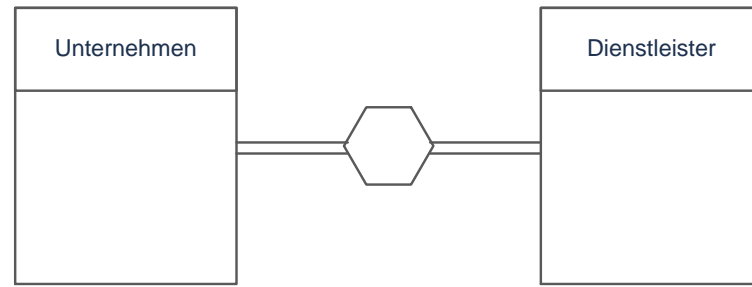


Abbildung 11: BPMN-Konversationsdiagramm

3.4.5 Schlussfolgerung für die Modellierungssprache

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf der Darstellung von unternehmensübergreifenden Geschäftsprozessen. Deshalb seien hier die in Abschnitt 3.4.1 bis Abschnitt 3.4.4 besprochenen Notationen im Hinblick auf ihre Eignung, diese abzubilden, verglichen. Weiterhin werden die eingangs in 3.4 genannten Schwerpunkte berücksichtigt. Tabelle 3 vergleicht die besprochenen Modellierungssprachen und ihre Eigenschaften in Bezug auf diese Schwerpunkte.

Durch die XML-Struktur bietet BPEL keine Übersichtlichkeit über den Prozess. Eine XML-Struktur kann zudem nicht von Nicht-Informatikern gelesen werden.

UML sieht das Activity Diagram vor, um Abläufe abzubilden, es können damit aber keine unternehmensübergreifenden Geschäftsprozesse übersichtlich und diskutierbar dargestellt werden.

Zu den beiden verbleibenden untersuchten grafischen Notationen, EPK und BPMN, führte Kruczynski 2007 eine Untersuchung unter Studenten durch, um die Erlernbarkeit der beiden zu vergleichen. Im Ergebnis der Untersuchungen zeigte sich, dass die BPMN zwar gefühlt schwieriger zu erlernen ist, jedoch weniger Fehler in der Anwendung gemacht wurden (Kruczynski 2010).

Sowohl BPMN als auch EPK sind auf ausführbare Modelle abbildbar, jedoch ist die Darstellung unternehmensübergreifender Prozesse als Grundlage der Kommunikation in der BPMN direkt vorhergesehen und damit leichter umsetzbar.

Tabelle 3: Eigenschaften der vorgestellten Notationen zur Darstellung von Geschäftsprozessen

| | BPEL | EPK | UML Activity Diagram | BPMN |
|---|---------------------|--------------------------------|---|--|
| Urheber/Entwickler | OASIS | Uni Saarland/ Prof Scheer/ SAP | OMG | OMG |
| Schwerpunkt | Webservice-Prozesse | Ablauf von Funktionen | Ablauf von Aktivitäten | Geschäftsprozesse |
| Darstellungsform | XML | grafisch | grafisch | grafisch |
| Unternehmensübergreifende Prozesse | ja | nicht explizit | – | ja |
| Orchestrierung/Choreografie von Services | Orchestrierung | Orchestrierung möglich | – | Orchestrierung und Choreografie |
| Darstellung der Prozessbeteiligten | XML | Organisations-einheit | Swimlanes | Pools und Lanes |
| Interaktionen zwischen Prozessbeteiligten | – | – | durch Kontrollflüsse | durch Nachrichtenflüsse |
| Datenfluss | – | Informations-objekte | Object Node und Objektfluss | Datenobjekte (Data input, Data output) |
| Strukturierung komplexer Prozesse | – | – | durch Verhaltensaufrufe | durch Unterprozesse |
| Grundlage fachlicher Diskussion | nein | ja | ja | ja |
| Verständlichkeit der Abbildung | niedrig | mittel | mittel | hoch |
| Erlernbarkeit | – | mittel | mittel | leicht |
| Abbildung zusätzlicher, nicht-ablaufspezifischer Informationen | XML-Kommentare | – | Kommentare | Annotationen |
| Abbildbarkeit auf ausführbares Modell | direkt ausführbar | teilweise auf BPEL abbildbar | nein, aber Generierung von Code möglich | direkt ausführbar |

Die Anforderung für die vorliegende Arbeit ist die Nutzung einer Notation, die auch von landwirtschaftlichen Fachexperten rasch gelernt und verwendet werden kann, die eine Abbildbarkeit in ein ausführbares Modell gewährleistet und die die Darstellung von unternehmensübergreifenden Prozessen erlaubt. Für dieses Projekt wurde die BPMN

gewählt, da sie diese Anforderungen erfüllt. In Abschnitt 4.1 sind die einzelnen Elemente der BPMN und ihre Verwendung näher erläutert.

3.5 Regelsprachen

Bereits an dieser Stelle werden Regeln und das dazu benötigte Vokabular grundlegend dargestellt im Vorgriff auf die weitere Arbeit, da sich bei der konkreten Betrachtung der Umsetzung zeigte, dass sie u. a. für eine formale Abbildung von fachlichen Prüfungen notwendig sind.

3.5.1 Allgemeine Einführung in Regeln

Regeln unterschiedlicher Art und mit unterschiedlicher Intention finden sich überall im Unternehmen und in der verwendeten Software, z. B. als Integritätsregeln der Datenbank, operative Regeln oder als Geschäftsregeln, welche die den fachlichen Abläufen zugrunde liegende Geschäftslogik abbilden. Je nach Einsatz der Regeln können diese durch unterschiedliche Notationen oder Sprachen ausgedrückt werden. Sie können mithilfe natürlichsprachlicher oder aber auch formaler Sprachen (wie z. B. der Object Constraint Language (OCL) (OMG 2006) formuliert werden.

Geschäftsregeln werden von dem fachlichen Anwender bzw. dem Unternehmen natürlichsprachig erstellt und beziehen sich auf die Geschäftslogik und das Verhalten des Unternehmens (Rupp und Cziharz 2011). Ein in der Literatur verwendetes Beispiel hierfür ist: Ein Goldkunde hat mindestens € 1 Mio. Guthaben (Wagner 2005). Es kann auch festgelegt werden, dass beispielsweise nur Goldkunden einen Kredit gewährt bekommen.

Dahingegen wird durch Integritätsregeln die Datenintegrität sichergestellt; sie werden durch den Informatiker beschrieben. So kann z. B. jede Kuh nur genau ein Geburtsjahr besitzen. Im Folgenden wird der Schwerpunkt auf Geschäftsregeln gelegt, da sie von dem Anwender erstellt werden und für den Geschäftsablauf wichtig sind.

Generell ist eine Regel eine Aussage, die Freiheitsgrade einschränkt. Sie drückt außerdem eine Verpflichtung oder Notwendigkeit aus (OMG 2008, S. 160). Für die im Bereich des PDF verwendeten Regeln gelten dieselben Voraussetzungen wie auch für die Modellierung. Dies bedeutet:

- Sie müssen von Fachexperten erstellt werden können.
- Sie müssen von Fachexperten gelesen und verstanden werden können.

- Sie müssen so verfasst sein, dass sie von Fachleuten diskutierbar sind.

Zusätzlich müssen sie so eindeutig verfasst sein, dass es nicht mehrere Deutungsmöglichkeiten geben kann. Die Regeln müssen so formuliert sein und eine geeignete Sprache verwenden, um sie, falls es erforderlich ist, automatisch auf ausführbare Sprachen abbilden zu können. Dies gewährleistet die Durchgängigkeit des Ansatzes im Rahmen der MDA. Daraus folgt, dass die Regeln natürlichsprachlich ausgedrückt werden müssen, und gleichzeitig die technische Lesbarkeit gewährleistet sein muss.

3.5.2 Modalität und Systematisierung von Regeln

Eine Aussage, deren Handlungsfreiheit eingeschränkt ist, wird als Regel bezeichnet. Dies geschieht durch die Modalität der Regel – sie bezeichnet die Art und Weise, wie etwas ausgedrückt wird, bzw. mit welchem Sinn eine Aussage belegt wird (Helbig 2008). In der Semantik werden unterschiedliche Modalitäten unterschieden, im Zusammenhang mit Regeln sind insbesondere die alethische und die deontische Modalität von Interesse (OMG 2008, S. 98; Wagner 2005).

Wenn eine deontische Modalität vorliegt, so ist etwas durch Gesetze, Regeln, Normen oder Ähnlichem zwingend vorgegeben oder erlaubt. Sie wird durch „müssen“, „dürfen“ oder „nicht dürfen“ ausgedrückt. Wenn beispielsweise durch ein Gesetz vorgeschrieben ist, dass jedes Unternehmen eine Registriernummer hat, so hat die Aussage:

„Jedes Unternehmen muss eine Registriernummer haben.“

eine deontische Modalität.

Eine Regel mit alethischer Modalität bezeichnet etwas, das notwendigerweise aus Gründen der Logik oder aus Folgerungen der Mathematik nötig ist. So ist z. B. die Mutter eines Rindes notwendigerweise auch ein Rind. Damit hat die Aussage:

„Die Mutter eines Rindes ist notwendigerweise ein Rind.“

alethische Modalität.

Es ergeben sich die in Tabelle 4 zusammengestellten Modalformulierungen für Regeln.

Tabelle 4: Übersicht über die Modalität von Regeln und deren jeweilige Formulierung

| Modalität | | Formulierung |
|-----------|---------------|----------------------|
| deontisch | Verpflichtung | es muss sein, dass |
| | Erlaubnis | es ist erlaubt, dass |
| alethisch | Notwendigkeit | es ist nötig, dass |
| | Möglichkeit | es ist möglich, dass |

Es existieren unterschiedliche Ansätze im Kontext der (Wirtschafts-)Informatik zur Systematisierung von Regeln. So unterscheiden von Halle und Goldberg (2010, S. 32) folgende Arten von Regeln:

- *Datenvalidierungsregeln* legen fest, ob Daten den Anforderungen entsprechen und in der gewünschten Qualität vorliegen.
- *Transformationsregeln* legen fest, auf welche Weise Daten von einem Format oder einer Darstellung in ein anderes Format bzw. in eine andere Darstellung transformiert werden.
- *Workflow- oder Process-Routing-Regeln* steuern den Ablauf eines Workflows oder Prozesses.
- *User- oder System-Interface-Regeln* beziehen sich auf die Benutzersteuerung durch Oberflächen.
- *Geschäftsregeln* beziehen sich nur auf Geschäftslogik; dies beinhaltet die Evaluierung von Fakten, um daraus zu einer Folgerung zu gelangen.

Geschäftsregeln stehen separat von Geschäftsprozessen und Implementierungen. Eine Geschäftsregel ist eine Aussage, deren Ziel es ist, eine Handlungs- oder Ausführungsanweisung zu geben (Steinke und Nickolette 2003). Sie gelten prozessübergreifend für alle Bereiche des Geschäfts (OMG 2008).

Es kann auch zwischen strukturellen und operativen Regeln unterschieden werden (Gašević et al. 2010; OMG 2008, S. 157, 161). Strukturelle Regeln drücken eine Notwendigkeit, eine Unmöglichkeit oder eine eingeschränkte Möglichkeit aus und beziehen sich auf Begriffe. Sie definieren Begriffe genauer, werden daher auch „definitional rules“ genannt. Ein Beispiel aus dem Bereich des PDF wäre:

„Eine Kuh muss gekalbt haben“.

Operative Regeln drücken eine Verpflichtung, ein Verbot oder eine eingeschränkte Erlaubnis aus und beziehen sich damit auf Aktionen.

3.5.3 Vergleichende Betrachtung von Regelsprachen

Um die oben genannten Arten von Regeln auszudrücken, gibt es unterschiedliche Sprachen. Sie unterscheiden sich in ihrer Verwendung und in der sie ausdrückenden Grammatik. Im Folgenden werden einige dieser Sprachen vorgestellt und auf ihre Eignung für die Verwendung durch Landwirtschaftsexperten im PDF überprüft. Für die Durchgängigkeit des Ansatzes ist es dabei wichtig, die Regelsprache im Rahmen der MDA auf der Ebene des PIM einsetzen und im weiteren Verlauf auf eine ausführbare Sprache auf der Ebene des PSM ableiten zu können.

3.5.3.1 Ausführbare Regeln

Ausführbare Regeln können von einem Programm gelesen und angewendet werden. Sie lösen im Fall von Reactive Rules eine (Folge-)Reaktion aus oder geben im Fall von OCL Vor- bzw. Nachbedingungen für Klassenoperationen an.

- **Reactive Rules**

Reactive Rules können in Production Rules und Event-Condition-Action-(ECA-)Regeln unterschieden werden (Boley et al. 2007, Bry und Marchiori 2005).

Eine Production Rule ist eine ausführbare Regel, die die Form

WHEN condition DO action

hat. Dies bedeutet, bei Eintritt eines in der Bedingung (condition) festgelegten Zustands, tritt der Aktionsteil (action) ein (Berstel et al. 2007; OMG 2009b). Production Rules können in der jeweils angewendeten Programmiersprache geschrieben werden. Sie sind demnach nicht in natürlicher Sprache verfasst.

Im Gegensatz zu einer Production Rule bezieht sich eine ECA-Regel nicht auf eine Bedingung, die erfüllt werden muss, damit eine Aktion ausgeführt wird, sondern sie wird durch ein Ereignis ausgelöst. Sie hat die Form

ON event IF condition DO action.

Dies bedeutet, bei Auftreten eines festgelegten Ereignisses (event), unter Voraussetzung der Einhaltung der gegebenen Bedingung (condition), wird die definierte Aktion (action) ausgeführt.

Es gibt verschiedene Sprachen, um solche ECA-Regeln auszudrücken, so z. B. XChange, die im Rahmen des Rewerse Projekts entwickelt wird, daneben z. B. die ILOG Rule Language (IRL) (Berstel et al. 2007).

ECA-Regeln sind ausführbar und werden in einer formalen Notation ausgedrückt. Dies bedeutet, sie sind nicht natürlichsprachig und damit für Fachexperten nicht ohne Weiteres verständlich.

Zum Ausdruck von Regeln durch den Landwirtschaftsexperten im Bereich des PDF sind Reactive Rules demnach nicht geeignet.

- **Object Constraint Language**

Die Object Constraint Language (OCL) ist eine formale Regelsprache im Kontext der UML. Sie formuliert Bedingungen, die von Klassen bzw. Objekten oder deren Operationen eingehalten werden müssen (OMG 2006).

Die Bedingung „Kuh trägt Lebensohrmarke“ wird in OCL z. B. durch das folgende Constraint als Invariante der Klasse „Kuh“ ausgedrückt:

context Kuh inv: self.Lebensohrmarke->notEmpty() .

Allerdings können keine Aktionen, die bei Erfüllung der Bedingungen ausgeführt werden sollen, spezifiziert werden. Sie kann damit zur Formulierung von Vor- bzw. Nachbedingungen von Operationen verwendet werden. Da sie nicht natürlichsprachig und für Nicht-Informatiker schwer verständlich ist, eignet sie sich nicht, um im Bereich des PDF Regeln auf der Ebene des PIM von Landwirtschaftsexperten erstellen zu lassen.

3.5.3.2 Semantics of Business Vocabulary and Business Rules

Die Semantics of Business Vocabulary and Business Rules (SBVR) (OMG 2008) ist im eigentlichen Sinne keine Regelsprache, sondern stellt eine Semantik zur strukturierten Erstellung und Formulierung von Regeln vor. Sie schlägt die Erstellung eines Vokabulars vor, auf dem die Regeln aufbauen. Eine mit der SBVR konsistente Sprache für Geschäftsregeln auf Englisch ist RuleSpeak (OMG 2008; Ross und Pitschke 2010). Es wurde von Pitschke (2010) an das Deutsche angepasst. In der SBVR und daher auch in RuleSpeak werden die Regeln aufbauend auf einem Vokabular gebildet. Die Schlüsselwörter zur Bildung von Regeln sind „nur“, „müssen“ und „dürfen“. Außerdem sind noch Schlüsselwörter für Empfehlungen vorgesehen, auf die in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen wird.

- **Vokabular**

Zur Erstellung von Regeln nach der SBVR ist es notwendig, diese auf einem begrenzten Vokabular aufzubauen. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, ein solches Vokabular zu strukturieren und darzustellen, die auch als Wissensrepräsentationsmodelle bezeichnet werden (Helbig 2008). Eine genauere Betrachtung solcher Wissensrepräsentationsmodelle findet sich in Abschnitt 3.6. Ein Vokabular enthält Begriffe und kann darüber hinaus auch Fakttypen und ggf. Instanzen beinhalten. Anhand von Beispielen aus dem PDF findet sich im Folgenden die Erläuterung dieser Begriffe.

Laut DIN 2342 ist ein Begriff eine Denkeinheit, die aus einer Menge von Gegenständen unter Ermittlung der diesen Gegenständen gemeinsamen Eigenschaften mittels Abstraktion gebildet wird. Im Englischen wird dafür die Bezeichnung „concept“ verwendet. Zur Hervorhebung und Verdeutlichung werden Begriffe wie in der SBVR-Spezifikation (OMG 2008) im Folgenden unterstrichen. Beispiele für Begriffe sind Kuh, Melksystem, Diagnose oder Gewinn.

Fakttyp oder Relation bezeichnen beide die Beziehung, in der ein Begriff mit anderen Begriffen oder für sich selbst steht. Der Fakttyp wird im Folgenden *kursiv* dargestellt. Wenn die Beziehung unär ist, wird sie Eigenschaft (auf Englisch „characteristic“) genannt. Ein Beispiel für einen unären Fakttyp ist:

Kuh *ist krank*.

Beziehungen zwischen zwei Begriffen werden als binär, zwischen drei als ternär usw. bezeichnet. So ist der Fakttyp

Kuh *trägt Lebensohrmarke*

binär, der Fakttyp

Kuh *trägt Lebensohrmarke im Ohr*

ternär.

Eine Instanz oder ein Individuum ist genau eine und genau eine bestimmte Repräsentation eines Begriffs, z. B. die „Kuh Berta“.

Die SBVR sieht das Vorhandensein eines solchen Vokabulars als Voraussetzung zur Formulierung der Regeln an. Damit muss für die Domäne, für die die Regeln gültig sein sollen, ein solches Vokabular erstellt werden. Zum Ausschluss von Missverständnissen wird

den Begriffen des Vokabulars, wenn nötig, durch Definition eine eindeutige Bedeutung zugewiesen.

- **Aufbau von Regeln**

Regeln im Sinne der SBVR bauen auf Fakten auf, diese wiederum auf Begriffen, analog zu dem Business Rule Mantra der Business Rules Group (Business Rules Group 2010). Grafisch ist dies in Abbildung 12 anhand eines Beispiels aus dem PDF dargestellt.

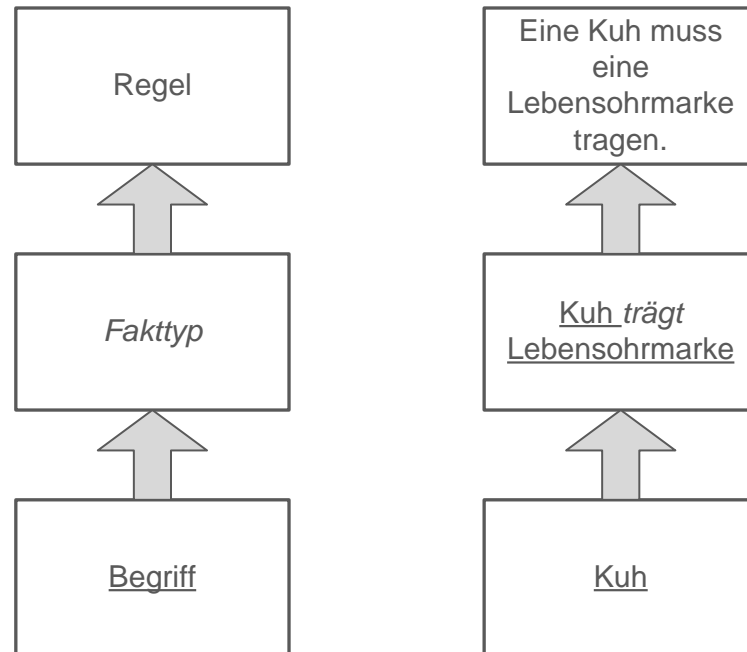


Abbildung 12: Grafische Darstellung des Business Rule Mantras (OMG 2008) mit einem Beispiel aus dem PDF

Um eine Regel auszudrücken, wird ausgehend von einem Begriff (hier beispielsweise Kuh) ein Fakttyp gewählt. Sowohl der Begriff als auch der Fakttyp finden sich in dem erstellten Vokabular (siehe hierfür 3.6.5). Der Fakttyp lautet in dem Beispiel aus Abbildung 12

Kuh trägt Lebensohrmarke.

Diesem Fakttyp werden bestimmte Schlüsselwörter zum Ausdruck der Modalität oder Quantifikatoren hinzugefügt. Handelt es sich um eine Regel mit deontischer Modalität, wird damit eine Verpflichtung ausgedrückt. Dazu wird die Formulierung „muss“ verwendet. In dem Beispiel aus Abbildung 12 ist der Fakttyp Kuh trägt Lebensohrmarke. Da es für eine Kuh nach der VVVO (Viehverkehrsverordnung §27) verpflichtend ist, eine Lebensohrmarke zu tragen, ist die Modalität deontisch. Demnach lautet die Regel:

Eine Kuh muss eine Lebensohrmarke tragen.

Eine Kuh, die Milch gibt, also laktierend ist, muss aus ihrer Biologie heraus logischerweise vorher gekalbt haben. Es ist aus Gründen der Logik zwingend, daher ist die Modalität alethisch. Die alethische Regel lautet:

Eine Kuh, die Milch gibt, hatte notwendigerweise mindestens eine Kalbung.

Es ist auch möglich, Regeln mit Hilfe von Quantifikatoren auszudrücken. So hat ein Unternehmen eine Registriernummer und darf auch nicht mehr oder weniger als eine haben. Der Fakttyp lautet:

Unternehmen hat Registriernummer.

Die Regel lautet demnach:

Unternehmen hat genau eine Registriernummer.

Andere Quantifikatoren sind maximal eine Anzahl und mindestens eine Anzahl.

Nach dem oben erwähnten RuleSpeak lautet der Beispielsatz aus Abbildung 12 genauso wie aufbauend auf der SBVR:

Eine Kuh muss eine Lebensohrmarke tragen.

3.5.4 Schlussfolgerung für Regelsprachen

Für die Abbildung von Regeln im Bereich des PDF auf der Ebene des PIM gelten dieselben Anforderungen wie für den Einsatz der Modellierungssprachen. Die Regelsprache muss ohne langwierige Einarbeitung zu verwenden sein, und die Möglichkeit der automatisierten Abbildung auf eine ausführbare Syntax im Rahmen der MDA sollte gegeben sein. Tabelle 5 fasst die Eigenschaften der in Abschnitt 3.5.3.1 und 3.5.3.2 vorgestellten Regelsprachen und ihre Eignung im Hinblick auf die Verwendung im PDF zusammen.

Tabelle 5: Eigenschaften der Regelsprachen

| Regelsprache | OCL | Production Rules | ECA-Regeln | SBVR |
|--|-------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|
| Verwendungszweck | Bedingungen für Objekte | regelbasierte Systeme im Web | regelbasierte Systeme im Web | Geschäftsregeln |
| Ausdruck | OCL-Grammatik | Code | eigene Regelsprachen | natürlichsprachig |
| Abbildbarkeit auf ausführbare Syntax | direkt ausführbar | direkt ausführbar | direkt ausführbar | ja |
| Definition eines auslösenden Ereignisses | nein | nein | ja | möglich |
| Überprüfung einer Bedingung | ja | ja | ja | ja |
| Definition einer nachfolgenden Aktion | nein | ja | ja | möglich |
| Eignung für Verwendung durch Landwirtschaftsexperten | nein | nein | nein | ja |

Durch Production Rules, ECA-Regeln oder OCL dargestellte Regeln sind nicht für die Formulierung von Regeln durch Landwirtschaftsexperten geeignet, da sie nicht natürlichsprachig sind.

Regeln, wie sie in der SBVR gebildet werden, sind geeignet, um Geschäftslogik und fachliche Bedingungen innerhalb der Prozessmodellierung im Bereich des PDF auszudrücken. Sie sind natürlichsprachig verfasst und somit allgemein verständlich. Sie können auf der Ebene des PIM im Rahmen einer MDA angewandt werden. Bei der Transformation des PIM zum PSM müssen die in SBVR dargestellten Regeln in ausführbare Regeln überführt werden, da SBVR an sich nicht ausführbar ist. Hierfür eignen sich die in Abschnitt 3.5.3.1 vorgestellten ausführbaren Regeln. Durch das den Regeln der SBVR zugrunde liegende begrenzte Vokabular wird die technische Abbildbarkeit in ein nachfolgendes Modell gewährleistet.

3.6 Wissensrepräsentationsmodelle

Wie in 3.5.3.2 beschrieben, stellt ein Vokabular eine Abbildung eines Ausschnitts der Wirklichkeit dar, da es das natürlichsprachliche Wissen dieses Ausschnitts strukturiert repräsentiert. Handelt es sich dabei um ein Fachvokabular, stellt es eine Wissensrepräsentation eines bestimmten Fachbereichs dar. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, ein solches Vokabular zu strukturieren und darzustellen. Diese

Möglichkeiten werden auch als Wissensrepräsentationsmodelle bezeichnet (Helbig 2008). Die Wissensrepräsentationsmodelle unterscheiden sich in ihrer Struktur, dem Grad ihrer Formalisierung und in ihrem Inhalt. In den vorliegenden Untersuchungen wurden drei Wissensrepräsentationsmodelle auf ihre Eignung zur Erstellung von Regeln im Bereich des PDF untersucht. Diese Modelle sind:

- Thesaurus,
- Geschäftsvokabular,
- Ontologie.

Gemein ist diesen drei Modellen, dass sie auf einer Taxonomie aufbauen, d. h. sie haben eine hierarchische Struktur. Diese Struktur wird durch Klassifikation bedingt – Oberklassen umfassen sie spezialisierende Unterklassen; Oberklassen sind Generalisierungen ihrer Unterklassen. Im Folgenden werden die Anforderungen an ein Wissensrepräsentationsmodell erläutert und die genannten Modelle dahin gehend auf ihre Eignung untersucht.

3.6.1 Anforderungen an das Wissensrepräsentationsmodell

Sowohl aus fachlicher als auch aus technischer Sicht gibt es Anforderungen in Bezug auf die Mächtigkeit, den abzubildenden Bereich und die innewohnende Struktur eines Vokabulars, das als Grundlage zur Regelerstellung dient. Im Folgenden werden zunächst die fachlichen Anforderungen aufgelistet und erläutert, danach werden die technischen Anforderungen dargestellt.

Mithilfe des Vokabulars werden durch den Fachexperten die Regeln angelehnt an die SBVR erstellt. Die fachlichen Anforderungen an ein Vokabular sind damit die Folgenden:

1. Verwendung von Fachvokabular: Zielgruppe für die Verwendung eines Vokabulars sind Domänenexperten. Daher ist es wichtig, dass das Vokabular Fachausdrücke enthält, die tatsächlich verwendet und verstanden werden.
2. Abbildung der Wirklichkeit: Es muss möglich sein, mit einem Vokabular die in der Wirklichkeit existierenden Dinge, Sachverhalte, Prozesse, Zusammenhänge und Regeln eindeutig auszudrücken.
3. Abdeckung aller in den Regeln verwendeten Substantive: Aus fachlicher Sicht ist es notwendig, die relevanten Substantive in dieses Vokabular aufzunehmen.

4. Eindeutigkeit der Begriffe: Durch die Eindeutigkeit der Begriffe wird vermieden, dass eine Bezeichnung mehrere Begriffe bezeichnen kann und somit Unklarheiten entstehen. Ein Beispiel hierfür ist die Bezeichnung Färse. Diese bezeichnet ein geschlechtsreifes, weibliches Rind, das noch nicht gekalbt hat. Diese Bezeichnung wird in Norddeutschland aber auch für ein weibliches Rind, das bereits einmal gekalbt hat, verwendet. Um Missverständnisse zu vermeiden, ist es notwendig, den Bezeichnungen der Begriffe eine Definition zuzuordnen.
5. Einfache Verwendung durch Fachexperten: Das Vokabular muss so aufgebaut sein, dass Fachexperten, in diesem Fall aus der Landwirtschaft, dieses benutzen und verwenden können. Das bedeutet, die Struktur des Vokabulars muss so einfach wie möglich und intuitiv verständlich sein, damit es keiner langen Einarbeitung bedarf. Die Definitionen müssen gut lesbar und verständlich sein. Es muss des Weiteren einfach sein, dieses Vokabular zu pflegen, d. h. Veränderungen müssen leicht durchführbar sein. Die erforderlichen Vorarbeiten zur Einarbeitung in das Software-Programm, mit dem das Vokabular erstellt und gepflegt wird, und zu dem Verständnis der dem Vokabular innewohnenden Logik müssen gering sein.

Zur Sicherstellung der Durchgängigkeit des Ansatzes, d. h. zur Abbildung der natürlichsprachigen Regeln auf der Ebene des PIM auf ausführbare Regeln des PSM sind folgende Anforderungen aus technischer Sicht zu berücksichtigen:

1. Beinhaltung der Grundidee eines Datenmodells: Da im weiteren Verlauf der Umsetzung der fachlichen Information zu Software das Vokabular in Objekte transformiert wird, stellt es eine deutliche Erleichterung dar, wenn schon im Vokabular die Basis für diese Transformation gelegt ist.
2. Grundlage der Regelerstellung: Damit aufbauend auf dem Vokabular Regeln im Sinne der SBVR erstellt und diese in ausführbare Regeln abgeleitet werden können, muss ein Vokabular die Beziehungen zwischen zwei Begriffen enthalten – vorzugsweise als Fakttyp.

3.6.2 Thesaurus

Ein Thesaurus ist eine elementare lexikalische Ressource, deren Hauptanliegen darin liegt, ein kontrolliertes Vokabular bereitzustellen (Helbig 2008). Thesauri dienen zum Beispiel Bibliotheken zur Indizierung ihrer Bestände. Den Objekten der realen Welt werden ein oder mehrere Begriffe zugeordnet. Diese Begriffe werden in Klassen eingeteilt. Über die

Beziehung „Oberklasse“ (allgemeinerer Begriff), „Unterklasse“ (speziellerer Begriff), „Synonym“ und „verwandter Begriff“ werden die Beziehungen zwischen den Begriffen dargestellt (DIN 1463-1). Für den Bereich der Agrarwirtschaft gibt es bereits einen Thesaurus, Agrovoc, der von der FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) erstellt wurde. Die Darstellung des Begriffs Kuh nach dem Agrovoc ist in Abbildung 13 abgebildet.

| Labels | Status | Scope |
|----------|-----------------|-------|
| KUH (DE) | Descriptor (20) | |

| Word Tree | |
|-----------|----------------------------|
| SNR | WEIBLICHES INDIVIDUUM (DE) |
| BT | RIND (DE) |
| BT | WEIBLICHES TIER (DE) |
| NT | MILCHKUH (DE) |
| NT | MUTTERKUH (DE) |
| RT | FAERSE (DE) |
| RT | MILCHTIER (DE) |
| RT | KUHMILCH (DE) |

| Symbol | Bedeutung |
|--------|--|
| BT | Broader Term übergeordneter Begriff |
| NT | Narrower Term untergeordneter Begriff |
| RT | Related term verwandter Begriff |
| SNR | Scope note reference |

Abbildung 13: Ausschnitt des Agrovoc-Thesaurus der FAO (2012)

Ein Thesaurus erfüllt alle oben genannten fachlichen Anforderungen, allerdings nicht die beiden technischen Anforderungen, da kein Datenmodell aus einem Thesaurus ableitbar ist. Die zwischen zwei Begriffen möglichen Beziehungen sind nicht ausreichend zur Regelerstellung nach der SBVR.

3.6.3 Geschäftsvokabular

Gemäß einer Definition der SBVR (OMG 2008) ist ein Geschäftsvokabular (englisch „business vocabulary“) ein im Einflussbereich eines Gewerbes gültiges Vokabular, also ein Vokabular, das für eine Domäne spezifisch ist. Ein Vokabular umfasst sowohl Bezeichnungen für Begriffe als auch die Beziehungen zwischen den Begriffen.

Das Geschäftsvokabular beinhaltet Begriffe, die Objekte der realen Welt darstellen, z. B. Kuh. Diese Begriffe werden in natürlicher Sprache definiert und durch Klassen hierarchisch strukturiert. So ist Kuh eine Unterklasse von Rind und definiert als „weibliches Rind, das mindestens einmal gekalbt hat“. Die Begriffe werden über Fakttypen (entsprechen Eigenschaften/Beziehungen) miteinander verbunden: Kuh *hat* Geburtsdatum oder Kuh *trägt* Lebensohrmarke. In Abbildung 14 ist dies anhand dieser Beispiele grafisch dargestellt.

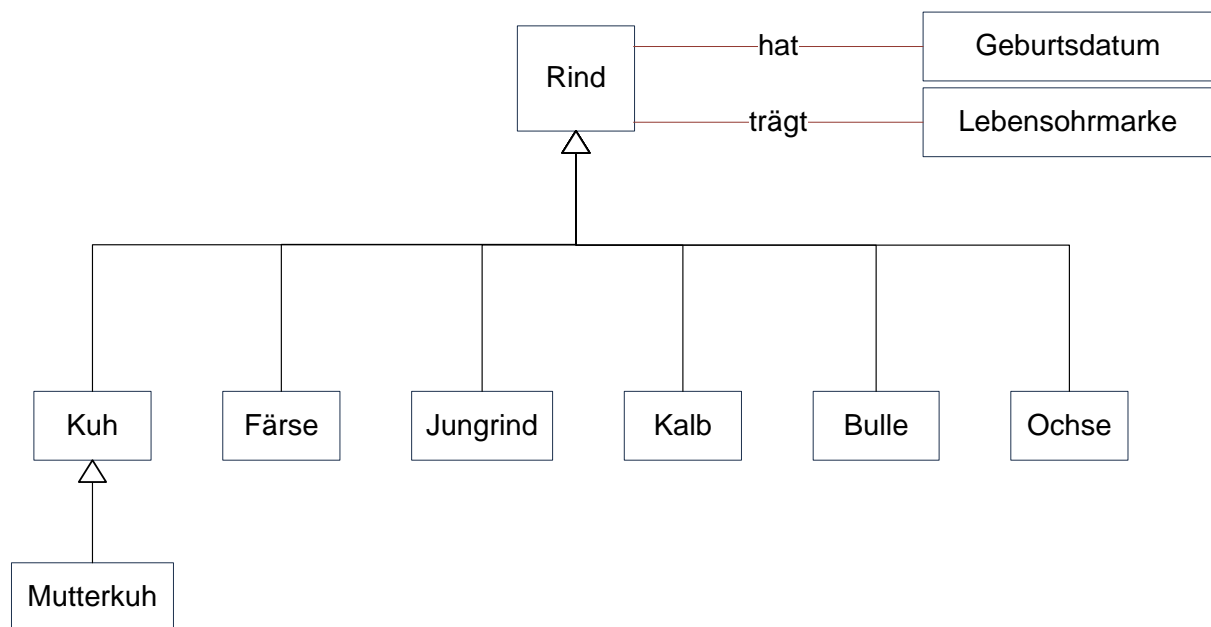


Abbildung 14: Ausschnitt des Aufbaus eines Geschäftsvokabulars für das PDF, dargestellt in UML

Diese Fakttypen werden von einer Oberklasse auf die ihr zugeordneten Unterklassen vererbt. Das heißt, jede Unterklasse hat die Fakttypen ihrer Oberklasse und evtl. noch weitere, für sie spezifische.

Das Geschäftsvokabular erfüllt alle oben genannten fachlichen und die technischen Anforderungen, da zwischen den Begriffen Beziehungen in Form von Fakttypen festgelegt werden. Damit ist die Grundidee eines Datenmodells schon im Vokabular vorhanden und die Ableitbarkeit der Regeln des PIM auf Regeln des PSM möglich.

3.6.4 **Ontologie**

Mit einer Ontologie wird versucht, die Wirklichkeit möglichst umfassend abzubilden. Eine Ontologie ist die „Wissenschaft vom Seienden“. Der Begriff stammt ursprünglich aus der Philosophie, wird aber zunehmend im Bereich der Informatik, v. a. im Zusammenhang mit dem semantischen Web eingesetzt. Ontologien werden in der Literatur auch als formale Ontologien bezeichnet (Staab 2002). Da sie formalisiert sind, kann aus ihnen logisch gefolgert werden und sie sind maschinenverarbeitbar.

Eine Ontologie beinhaltet Begriffe und Fakttypen. Die Begriffe sind auch durch bestimmte, ihnen mit Hilfe von Quantoren zugeordneten Eigenschaften gekennzeichnet (Stuckenschmidt 2009). Diese Quantoren können die aus der Prädikatenlogik stammenden Quantoren Existenzquantor \exists und Allquantor \forall oder numerische Quantoren sein. Durch ihre Positionierung drücken sie die Semantik aus.

Der Existenzquantor \exists besagt, dass es mindestens ein Ding gibt, das eine Aussage erfüllt. So gibt es in der Aussage Begriff1 *fakttyp* \exists Begriff2 mindestens eine Instanz des Begriff2, auf die diese Aussage zutrifft. An einem fachlichen Beispiel dargestellt, bedeutet dies:

Eine Kuh ist definiert über die Eigenschaft, ein weibliches Rind zu sein, das mindestens einmal gekalbt hat. Das heißt, es gibt für jede Kuh mindestens eine Kalbung.

Um dies darzustellen, wird der Begriff Kuh mit dem Begriff Kalbung über einen Fakttyp verbunden. Kuh *hat* Kalbung. Durch den Existenzquantor kann ausgedrückt werden, dass jede Kuh mindestens eine Kalbung hat. Dies bedeutet:

Kuh *hat* \exists Kalbung.

Der Allquantor \forall sagt aus, dass eine Aussage für jede Instanz des Begriffs zutrifft. So trifft auf jede Instanz des Begriff1 die Aussage \forall Begriff1 *fakttyp* Begriff2 zu. Ein fachliches Beispiel hierfür ist:

Jedes Rind stammt von einem Rind ab, d. h. die Mutter eines Rindes ist wiederum ein Rind. Der Begriff Rind ist über den Fakttyp *hatMutter* mit Rind verbunden. Mit dem Allquantor ausgedrückt:

\forall Rind *hatMutter* Rind.

In Abbildung 15 ist dies grafisch dargestellt, wobei der Allquantor durch das Wort „only“, der Existenzquantor durch das Wort „some“ ausgedrückt ist. Der Ausschnitt stammt aus dem

Programm protege und stellt beispielhaft die Verbindungen des Begriffs Kuh mit den Begriffen Rind, Kalbung und weibliches Tier dar.

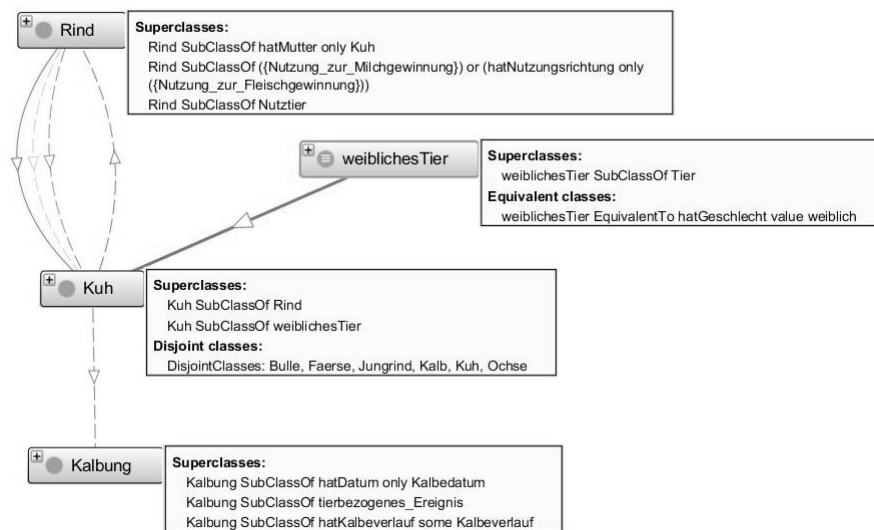


Abbildung 15: Ausschnitt aus einer Ontologie für den Bereich des PDF, erstellt mit dem Programm protege¹⁵

Neben dem Allquantor und dem Existenzquantor ist der Einsatz von numerischen Quantifikatoren möglich, so ist z. B. ein Kalb ein Rind, das nicht älter als 6 Monate ist:

Kalb hatAlterInMonaten max 6.

Die Begriffe sind in hierarchische Kategorien, genannt Klassen, eingeteilt. Von einer höheren zu einer niedrigeren Klasse erfolgt immer eine Spezialisierung des Begriffs. So ist z. B. Kuh eine Unterklasse von Rind. Die Unterklasse erbt die Eigenschaften und Beschränkungen der Oberklasse.

Es besteht eine Open-World Assumption (auf Deutsch: Annahme einer offenen Welt) – dies bedeutet, alles, das nicht explizit angegeben ist, ist möglich. Solange nicht angegeben ist, dass ein Rind nur ein Rind als Mutter hat, ist folgende Aussage nicht falsch: Rind hatMutter Schaf. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass etwas, das nicht negiert ist, nicht existent ist.

Durch automatisiertes Schlussfolgern, auch Inferenz genannt, ist es möglich, neue Zusammenhänge herzuleiten. Dies ist durch die eingesetzte formale Logik möglich.

¹⁵ <http://protege.stanford.edu/>

Durch die Verwendung von Logik ist eine Ontologie sehr komplex. Daher erfüllt sie zwar die fachlichen Anforderungen 1 bis 4, nicht aber die Anforderung 5, wonach das Vokabular ohne große Einarbeitung von Fachexperten verwendbar sein sollte. Die technischen Anforderungen werden alle erfüllt.

3.6.5 Schlussfolgerungen aus dem Vergleich der Modelle zur Wissensrepräsentation

In Tabelle 6 sind die grundlegenden Unterschiede bzw. Gemeinsamkeiten in einer Übersicht dargestellt. Da die in einem Thesaurus enthaltenen Beziehungen zwischen zwei Begriffen zur Regelerstellung im Rahmen der SBVR nicht ausreichend sind, kann ein Thesaurus nicht als Vokabular für die Regelformulierung dienen.

In einer Ontologie sind Definition und Eigenschaften eines Begriffs für Domänenexperten durch die verwendete Logik schwer verständlich. Es ist auch sehr umständlich, neue Begriffe sinnvoll hinzuzufügen. Sie ist nicht geeignet, um ein solches Vokabular zu erstellen.

Es ist es aus fachlicher und technischer Sicht sinnvoll, ein Geschäftsvokabular aufzubauen. Dieses kann dann als Grundlage für die Erstellung von Geschäftsregeln dienen.

Tabelle 6: Eigenschaften der Wissensrepräsentationsmodelle

| | Thesaurus | Geschäftsvokabular | Ontologie |
|-------------------------------|--|---|---|
| Taxonomie der Begriffe | ja | ja | ja |
| Objekte | Begriff Relation ¹⁶ | Begriff Fakttyp ¹⁶ Klasse Instanz Definition | Begriff Relation ¹⁶ Klasse Instanz Axiom |
| Formalisierung | nein | nein | ja |
| Enthaltene Logik | | | Beschreibungslogik |
| Quantoren | | | Allquantor, Existenzquantor, numerische Quantoren |
| Inferenz | Nicht möglich | Nicht möglich | Möglich |
| Beispiel | <u>Kuh</u> : BT (\triangleq broader term) : <u>Rind</u> NT (\triangleq narrower term) : <u>Trockensteher</u> | <u>Kuh</u> : Ein weibliches Rind, das mindestens einmal gekalbt hat. | <u>Kuh</u> : <u>Rind</u> and (hatGeschlecht value weiblich) and (hatKalbung some Kalbung) |

¹⁶ Die Begriffe „Eigenschaft“, „Fakttyp“ und „Relation“ sind synonym zu sehen, werden in dem jeweiligen Kontext aber anders bezeichnet.

3.7 Schlussfolgerung für die Modellierung und Umsetzung von Geschäftsprozessen im PDF

An die Informatik ergeben sich aus Sicht des PDF einige Anforderungen an den zu entwickelnden Ansatz. Diese beinhalten die Integration vieler Akteure, Beherrschung der Komplexität, Bereitstellung einer Grundlage zur fachlichen Diskussion, Nachvollziehbarkeit des Ansatzes auch für Nicht-Informatiker, Durchgängigkeit zur Unterstützung der Nachvollziehbarkeit und die Flexibilität gegenüber häufigen Änderungen.

Wie in Abschnitt 2.3 erläutert, ist die Zusammenarbeit mehrerer Akteure für das PDF charakteristisch. Die Konsequenz daraus ist eine sehr heterogene zu berücksichtigende Software-Landschaft, die auch einige gewachsene, alte, aber dennoch zu integrierende Systeme beinhaltet. Daher bietet sich der Einsatz einer serviceorientierten Architektur an, da sie auf unterschiedlichen Plattformen eingesetzt werden und flexibel auf Änderungen im Ablauf reagieren kann. Sie stellt somit eine für das PDF geeignete Infrastruktur für den Daten- und Informationsaustausch dar. Zur Begrenzung des erhöhten Aufwandes empfiehlt sich der Einsatz von MDA, da dieser durch die Durchgängigkeit der MDA verringert wird.

Die Verwendung des MDA-Ansatzes garantiert die Kommunikation zwischen der IT und der fachlichen Seite, da die einzelnen Schritte nachvollziehbar sind und auf einer fachlichen Ebene ansetzen. Es wird zuerst ein computerunabhängiges Modell entworfen, das aus einer rein fachlichen Sicht modelliert wird. Von diesem wird dann schrittweise und nachvollziehbar die Implementierung abgeleitet. So kann, ausgehend von einem Geschäftsprozessmodell, im Rahmen einer MDA ein ausführbares Modell entwickelt werden. Dabei ist es notwendig, genügend Informationen im Modell des Geschäftsprozesses abzubilden, um die spätere automatische Abbildung auf einen ausführbaren Prozess zu ermöglichen.

Die komplexe Fachlichkeit der Geschäftsprozesse des PDF bedingt eine Modellierung durch Fachexperten. Dies wird durch BPMN ermöglicht, da BPMN leicht erlernbar ist, und mit BPMN dargestellte Prozesse gut für Experten ohne IT-technischen Hintergrund verständlich und durch ihre Übersichtlichkeit gut diskutierbar sind. Das BPMN-Modell muss jedoch dazu die zur fachlichen Diskussion benötigten Informationen ausreichend beinhalten. Zudem können die Dienste im Rahmen einer SOA aus den in BPMN modellierten Geschäftsprozessen abgeleitet werden.

Der Einsatz von formalisierten Regeln stellte sich im weiteren Verlauf der Arbeit als notwendig heraus. Daher wurde in diesem Abschnitt die Eignung unterschiedlicher Regelsprachen und Wissensrepräsentationsmodelle untersucht. Zur formalisierten Definition von Regeln muss zunächst ein Wissensrepräsentationsmodell erstellt werden. Aufgrund der Ableitbarkeit und der leichten Anwendbarkeit eignet sich für ein solches im Bereich des PDF am Besten ein Geschäftsvokabular. Aufbauend auf diesem Geschäftsvokabular werden Regeln mit Hilfe von Schlüsselwörtern, angelehnt an die SBVR, gebildet. Diese natürlichsprachige Notation eignet sich zur Formulierung von Regeln im Bereich der Prozessmodellierung des PDF.

Die Kombination von BPMN zur Geschäftsprozessmodellierung, SOA als Architekturstil und Infrastruktur und MDA im Rahmen eines iterativen Vorgehens bildet somit ein geeignetes Vorgehensmodell für die Anforderungen des PDF. Mit diesem Vorgehensmodell wird die Komplexität der Geschäftsprozesse des PDF beherrschbar. Dabei wird auf der computerunabhängigen Ebene der Geschäftsprozess durch eine nicht-formale Sprache beschrieben, beispielsweise textuell, und die Geschäftsregeln definiert. Auf der plattformunabhängigen Ebene wird der Geschäftsprozess durch BPMN dargestellt und in ein plattformspezifisches ausführbares Modell überführt.

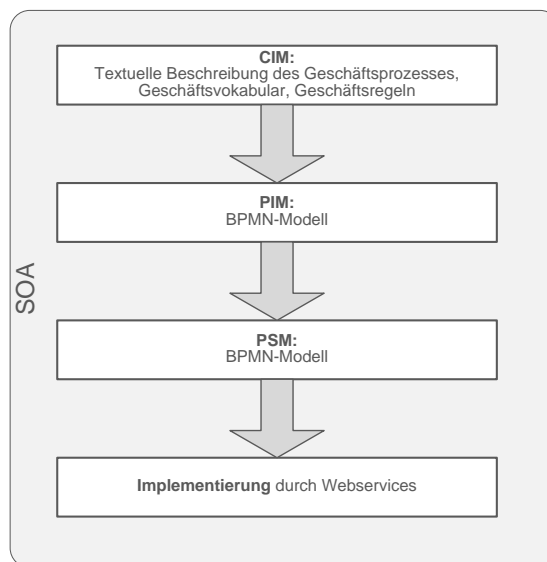


Abbildung 16: Vorgehensmodell, MDA

Im Folgenden ist zu prüfen, inwieweit die von der Informatik bereitgestellten Voraussetzungen ausreichend sind, komplexe unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse im Rahmen des PDF abzubilden. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt dabei auf der Eignung der verwendeten Notation für die Modellierung.

4 Darstellung des Unternehmensvergleichs in BPMN

BPMN erfüllt die eingangs definierten Anforderungen, die seitens der Informatik und des PDF an eine Modellierungsnotation gestellt werden (3.4.5). Im Rahmen des vorgeschlagenen Vorgehensmodells wird BPMN zur Modellierung eines beispielhaften, realistischen Geschäftsprozesses aus dem PDF angewendet und so die Eignung der Notation für den praktischen Einsatz geprüft. Es wurde der Geschäftsprozess „Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten“ für die Modellierung ausgewählt. Dieser Prozess wurde in Abschnitt 2.5 ausführlicher beschrieben. Das Beispiel wird konkret modelliert und eventuelle Schwierigkeiten und Probleme werden aufgezeigt. Darauf aufbauend wird ein Ausblick auf notwendige Erweiterungen gegeben.

Zum besseren Verständnis werden in diesem Abschnitt zunächst die einzelnen Objekte und Konstrukte der BPMN erläutert. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den in dieser Arbeit tatsächlich verwendeten Elementen.


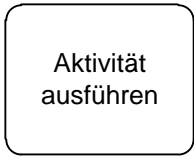
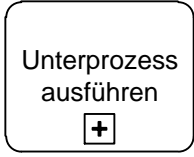
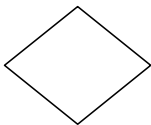

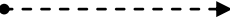


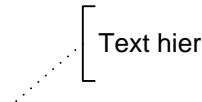
4.1 Geschäftsprozessmodellierung mit BPMN

Voraussetzung für die Modellierung mit BPMN ist die Kenntnis der einzelnen BPMN-Elemente oder -Objekte (4.1.1). Mit diesen Elementen können Geschäftsprozesse innerhalb eines Unternehmens (4.1.2) und unternehmensübergreifende (4.1.3) Geschäftsprozesse abgebildet werden. Es folgt eine Darstellung und Erläuterung der in der Modellierung des beispielhaften Geschäftsprozesses verwendeten Elemente.

4.1.1 Elemente der BPMN

Die Elemente der BPMN unterteilen sich in „Flow Objects“ (Elemente des Sequenzflusses), „Data“ (Daten), „Connecting Objects“ (verbindende Objekte), „Swimlanes“ und „Artifacts“ (Artefakte) (OMG 2010a).

Tabelle 7: Übersicht über die Kategorien der Elemente und deren in dieser Arbeit verwendeten Basisobjekte der BPMN 2.0

| Kategorie | Objekt | Notation |
|--------------------|---------------------------------|--|
| Flow Objects | Ereignis (event) |  |
| | Aktivität (activity) |   |
| | Gateway (gateway) |  |
| Connecting Objects | Sequenzfluss (sequence flow) |  |
| | Nachrichtenfluss (message flow) |  |
| | Assoziation (association) |  |
| Swimlanes | Pool (pool) |  |
| Artifacts | Annotation (text annotation) |  |

Die in der Tabelle 7 dargestellten Elemente werden „Basic Modeling Elements“ genannt. Die meisten der Modellierungsvorgaben und -Regeln beziehen sich auf diese Basiselemente.

Die Basiselemente werden z. T. noch differenziert. So werden Ereignisse in Startereignisse, Zwischenereignisse und Endereignisse unterteilt. Diese wiederum werden je nach Auslöser bzw. Ereignistyp z. B. in „message events“ (Nachrichtenereignisse), „error events“ (Fehlerereignisse) oder „timer events“ (Zeitereignisse) unterschieden. Durch unterschiedliche Gateways können parallele Pfade, bedingte Pfade und Pfade, die sich gegenseitig ausschließen, sowie die entsprechenden Zusammenführungen dargestellt

werden. Für eine ausführliche Darstellung der Elemente und Möglichkeiten der BPMN sei auf Allweyer (2009), die OMG (2010) und Silver (2009) verwiesen.

4.1.2 Prozesse innerhalb eines Unternehmens

Als Beispiel für die Modellierung eines unternehmensinternen Geschäftsprozesses mit BPMN dient der in 2.5 besprochene Prozess des Unternehmensvergleichs aus Sicht des Dienstleisters.

- **Pools**

Die Beteiligten eines Prozesses werden durch Pools dargestellt, in diesen laufen die jeweiligen Geschäftsprozesse ab. In Abbildung 17 ist ein einfacher Prozess des Unternehmens dargestellt.

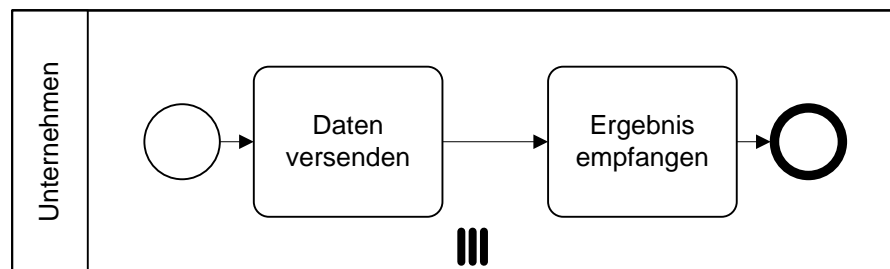


Abbildung 17: BPMN-Prozess mit Start- und Endereignis in einem Pool mit Mehrfachinstanz.

Wenn ausgedrückt werden soll, dass es sich um mehrere Akteure handelt, so kann ein Pool als Mehrfachinstanz dargestellt werden. Dies wird durch drei senkrechte Striche innerhalb des Pools gekennzeichnet.

- **Aktivitäten**

Ein BPMN-Prozess besteht aus einer Abfolge von Aktivitäten. Der Verlauf kann durch Ereignisse und Gateways gesteuert werden. Eine Abfolge zweier Aktivitäten ist in Abbildung 17 dargestellt. Die zeitlich-logische Reihenfolge wird durch den Sequenzfluss vorgegeben. Nach Beenden der Aktivität „Unternehmensvergleich berechnen“, und nur dann, wird die nachfolgende Aktivität „Ergebnis veröffentlichen“ aufgerufen und durchgeführt.

- **Marken**

Beim Start eines BPMN-Prozesses wird eine imaginäre Marke („token“) erzeugt, die alle Aktivitäten hintereinander durchläuft (außer im Fall von Ad-hoc-Unterprozessen (OMG

2010a, S. 186)). Der Start und die Durchführung (Aktivierung) einer Aktivität kann nur dann erfolgen, wenn sie diese Marke von der vorher gelegenen, abgeschlossenen Aktivität empfängt. Bei Beginn des in Abbildung 17 gezeigten Prozesses wird durch das Startereignis eine Marke erzeugt und an die Aktivität „Unternehmensvergleich berechnen“ weitergegeben. Diese gibt die Marke nach Beendigung an die nächste Aktivität weiter. Die Aktivität „Ergebnis veröffentlichen“ kann also erst gestartet werden, wenn die Aktivität „Unternehmensvergleich berechnen“ beendet und die Marke weitergegeben wurde. Am Ende des Prozesses werden alle im Prozess erzeugten Marken von einem Endereignis aufgefangen.

- **Ereignisse**

Der Beginn des Prozesses wird durch ein Startereignis (Kreis mit einfacher, dünner Linie) dargestellt (Abbildung 17, Kreis ganz links), das Ende wird mit einem Endereignis markiert (Kreis mit dicker einfacher Linie, Abbildung 17, Kreis ganz rechts).

Ereignisse, die während des Prozesses auftreten und diesen beeinflussen, werden durch Zwischenereignisse (Kreis mit doppelter Linie, Abbildung 18 in der Mitte des Prozesses) dargestellt.

Start- und Endereignisse können, Zwischenereignisse müssen einen Auslöser haben. So kann ein Prozess beispielsweise zeitgesteuert gestartet oder während des Prozesses auf das Eintreffen einer Nachricht gewartet werden. In Abbildung 18 wird der Prozess des Dienstleisters jeden Monatsersten gestartet (timer event), daraufhin wird der Unternehmensvergleich berechnet. Sobald eine Nachfrage eintrifft (message event), und auch nur dann, wird die Aktivität „Ergebnis veröffentlichen“ gestartet. Es ist durch den weißen Brief erkennbar, dass es sich um ein empfangendes Ereignis handelt. Ein sendendes Ereignis wird durch einen schwarzen Brief dargestellt.

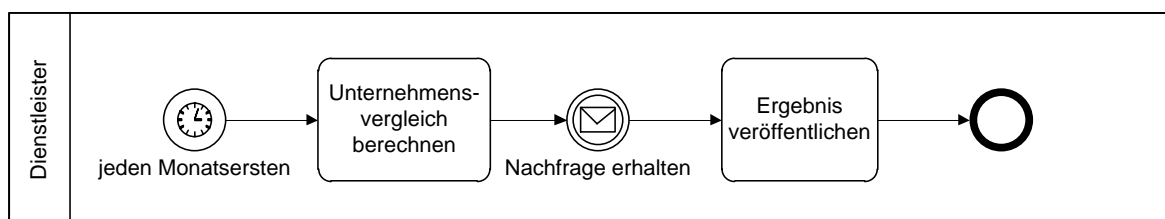


Abbildung 18: BPMN-Prozess mit zeitgesteuertem Start und empfangendem Nachrichten-Zwischenereignis

Im Fall eines Fehlerereignisses wird bei nicht korrekter Durchführung einer Aktivität A, ein alternativer Pfad eingeschlagen, der aus dem Fehlerereignis herausführt, und die Aktivität A wird abgebrochen. Wenn bei der Aktivität „Daten überprüfen“ in Abbildung 19 ein Fehler auftritt, so wird die Aktivität abgebrochen und durch das Fehlerereignis die Aktivität „Benachrichtigung senden“ gestartet.

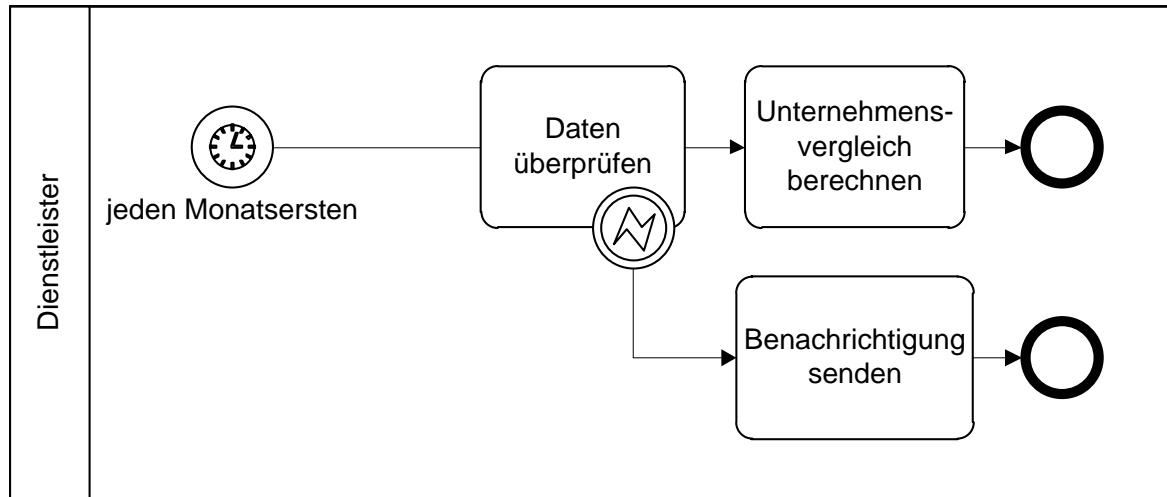


Abbildung 19: BPMN-Prozess mit Fehlerereignis

Es ist möglich, eine Eskalation durch ein Eskalationsereignis darzustellen. Diese Eskalation kann die Aktivität abbrechen (wie das Fehlerereignis) oder aber die Aktivität läuft weiter und zusätzlich wird eine andere Aktivität angestoßen. Dieses nicht-unterbrechende Ereignis wird durch eine gestrichelte Linie dargestellt (Abbildung 20).

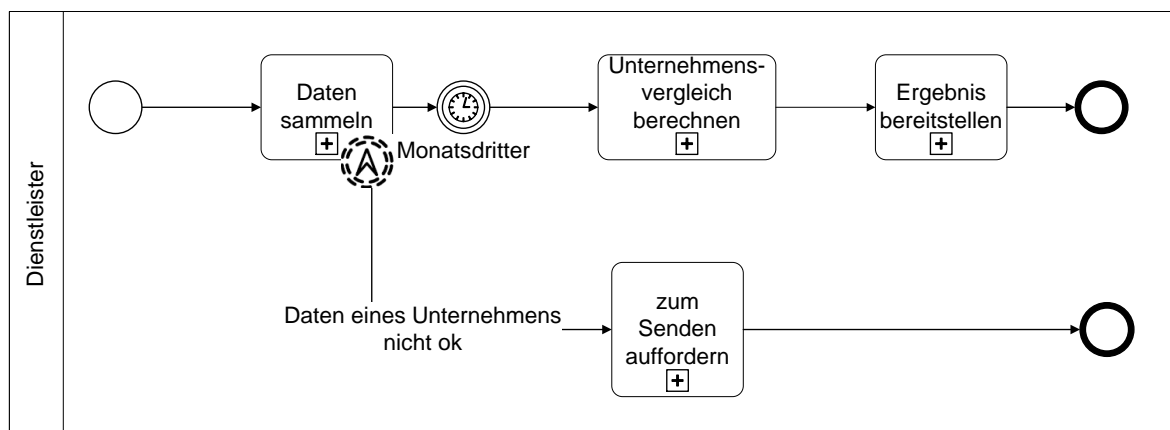


Abbildung 20: BPMN-Prozess mit nicht-unterbrechendem Eskalationsereignis

Außerdem ist es möglich, mit einem Ereignis ein Signal zu senden, das unspezifisch gerichtet ist und von einem gleichnamigen Signal-Empfänger-Ereignis aufgefangen werden

kann. Dies wird durch ein Dreieck dargestellt (Abbildung 21). Ein schwarzes Dreieck, analog zu einem Nachrichtenereignis, sendet die Daten, ein weißes Dreieck stellt das empfangende Ereignis dar. Im Beispiel wird der Prozess des Labors durch ein Signal vom Prozess des Dienstleisters gestartet, der Prozess des Dienstleisters läuft unabhängig davon weiter.

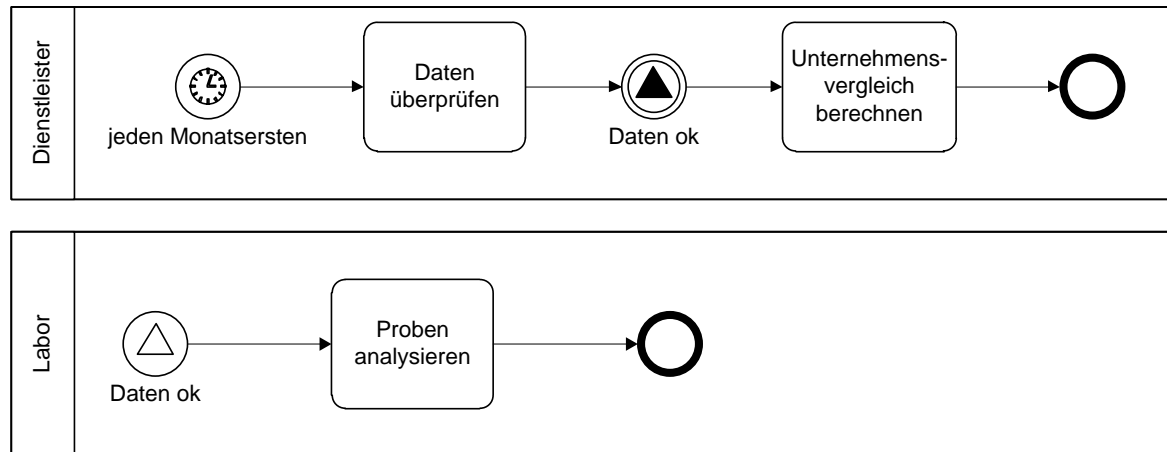


Abbildung 21: BPMN-Prozesse mit Signalwurf

• Gateways

Die Steuerung des Sequenzflusses erfolgt über Gateways. Diese werden durch Rauten dargestellt, je nach Art des Gateways ist das Symbol der Raute unterschiedlich. Mit ihnen ist es möglich, Verzweigungen und Zusammenführungen abzubilden. Verzweigungen, die mit einem parallelen Gateway modelliert werden, haben zwei oder mehr parallele Pfade zur Folge. Wird eine Zusammenführung mit einem parallelen Gateway modelliert, so wartet der Prozess an dieser Stelle auf die Marken aller der in den Gateway führenden Sequenzflüsse (Synchronisation). In Abbildung 22 werden zeitgleich die Aktivitäten „Ergebnis speichern“ und „Ergebnis versenden“ gestartet. Die Aktivität „Unternehmen beraten“ kann erst gestartet werden, wenn sowohl die Marke von „Ergebnis versenden“ als auch von „Ergebnis speichern“ den parallelen Gateway erreichen und von diesem synchronisiert weitergegeben werden.

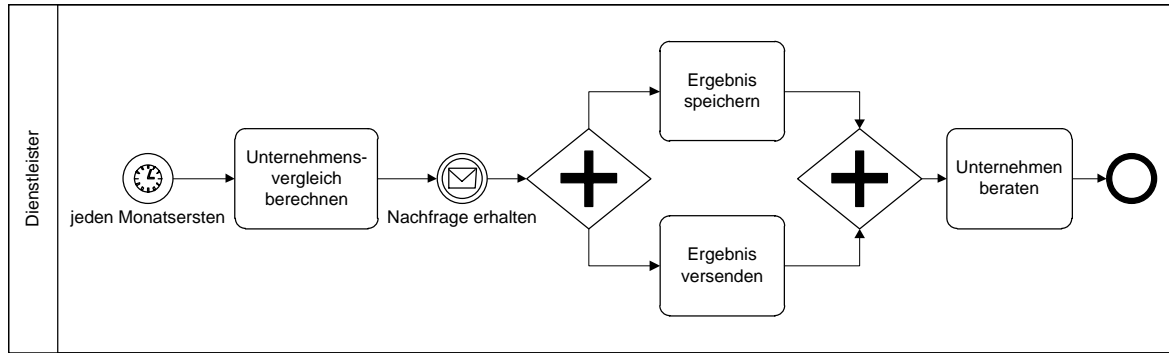


Abbildung 22: BPMN-Prozess mit paralleler Verzweigung und paralleler Zusammenführung (Synchronisation)

Soll nach einer Verzweigung nur genau ein Pfad ausgewählt werden, so ist der exklusive Gateway zu verwenden (Abbildung 23). Die Wahl des Pfades wird aufgrund der von der vorhergehenden Aktivität empfangenen Werte entschieden, der Gateway selbst kann keine Logik ausführen, d. h. er kann nicht prüfen oder eine Aktivität ausführen, sondern nur einen Pfad aufgrund der mitgelieferten Information einschlagen. Die Information bezüglich des einzuschlagenden Pfades muss also von einer vorhergehenden Aktivität entschieden und weitergegeben werden. Dabei muss beachtet werden, dass immer ein, und zwar genau ein Pfad ausgewählt werden kann.

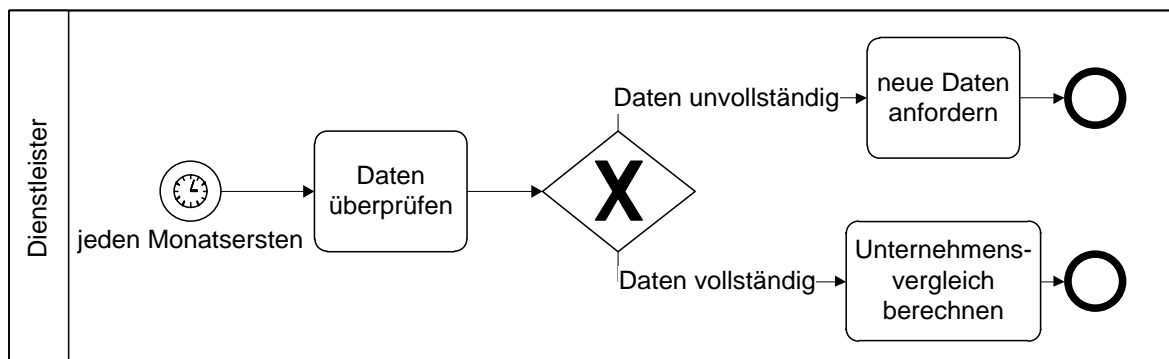


Abbildung 23: BPMN-Prozess mit exklusiver Verzweigung

Wenn es möglich ist, einen oder mehrere Pfade einzuschlagen, so wird ein inklusiver Gateway verwendet, damit muss mindestens einer der ausgehenden Pfade gewählt werden. So kann in Abbildung 24 das Ergebnis entweder gespeichert oder versendet werden. Es ist aber auch möglich, das Ergebnis sowohl zu versenden als auch zu speichern. Erst wenn alle Marken, die im Prozess, in diesem Fall nach dem verzweigenden inklusiven Gateway, erzeugt wurden, bei dem zusammenführenden inklusiven Gateway angekommen sind, wird eine Marke an die Aktivität „Unternehmen beraten“ weitergegeben.

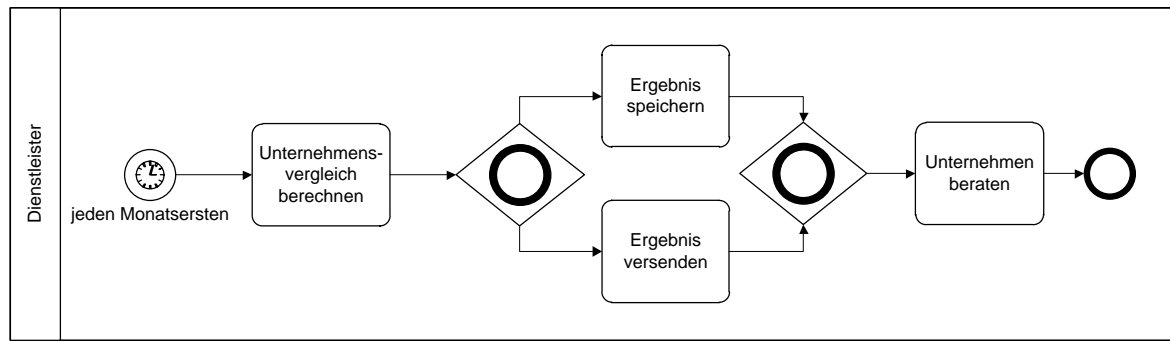


Abbildung 24: BPMN-Prozess mit inklusivem Gateway

Hängt der eingeschlagene Pfad von dem Eintreffen eines Ereignisses ab, so kann der „Event based Gateway“ (Ereignisbasierter Gateway) eingesetzt werden. Dies ist in Abbildung 25 dargestellt. Der Unternehmensvergleich wird berechnet, wenn entweder das Ereignis „Monatsdritter“ eingetreten ist oder die Daten des letzten Unternehmens (im Sinne von noch ausstehend) eingegangen sind.

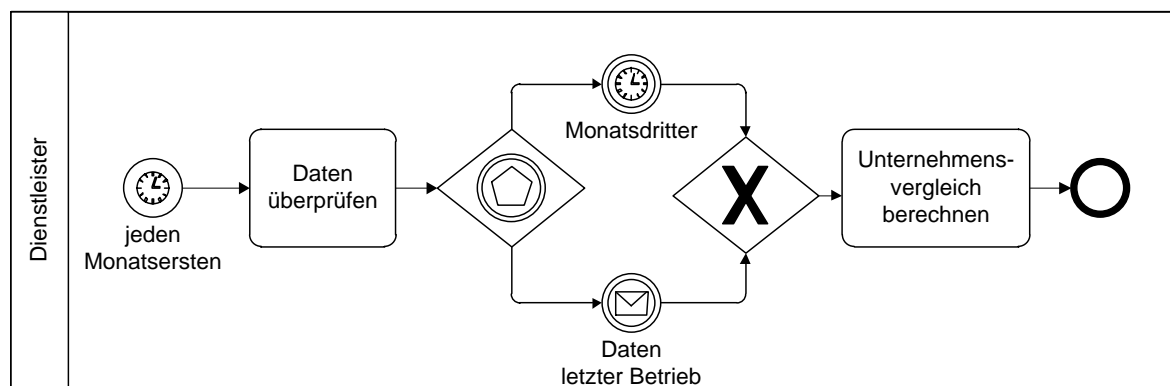


Abbildung 25: BPMN-Prozess mit ereignisbasiertem Gateway

Aktivitäten werden in atomare Aktivitäten, genannt Tasks („tasks“), und zusammengesetzte Aktivitäten, genannt Unterprozesse („sub-processes“), unterschieden. Ein solcher Unterprozess besteht aus mehreren Aktivitäten, er kann zusammengeklappt oder aufgeklappt dargestellt werden. Aufgeklappt enthält dieser Unterprozess wiederum einen Prozess (Abbildung 26).

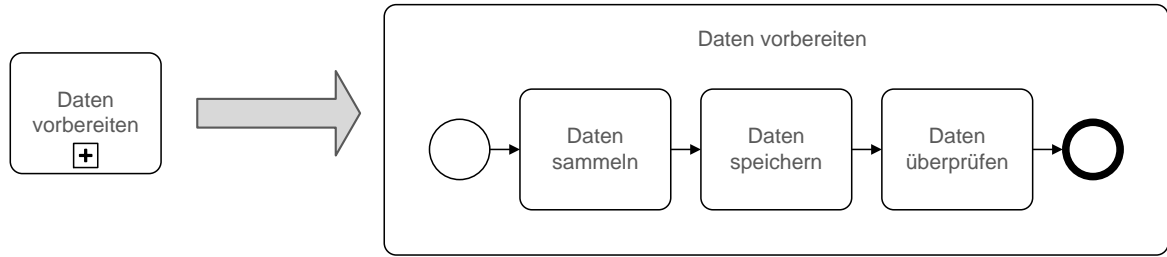


Abbildung 26: BPMN-Element Unterprozess, zusammengeklappte (links) und aufgeklappte (rechts) Darstellung

4.1.3 Unternehmensübergreifende Prozesse in BPMN

BPMN wurde explizit entworfen (OMG 2010a, S. 21), um organisationsübergreifende Prozesse abzubilden. Die Darstellung eines solchen Prozesses ist auf unterschiedliche Arten möglich. Zum einen ist es möglich, die Interaktionen in einem Konversationsdiagramm, wie in 3.4.4 angesprochen, darzustellen. Zum anderen ist es möglich, die Abfolge von Austausch-Aktivitäten in einem Kollaborationsdiagramm (s. auch 3.4.4) darzustellen. Für diese Arbeit interessiert die Darstellung eines organisationsübergreifenden Prozesses in einem Prozessdiagramm, da nur dort die einzelnen Schritte dargestellt werden und das Diagramm zu Diensten im Sinne einer serviceorientierten Architektur abgeleitet werden kann. Die Abbildung eines öffentlichen oder privaten Prozesses kann damit inklusive der Nachrichtenflüsse bzw. den Interaktionen geschehen.

Der nach außen sichtbare, sog. öffentliche Prozess eines Teilnehmers („public process“) beinhaltet nur diejenigen Aktivitäten, die Daten von außen empfangen oder nach außen versenden. Dies ist in Abbildung 27 für den Pool „Unternehmen“ dargestellt.

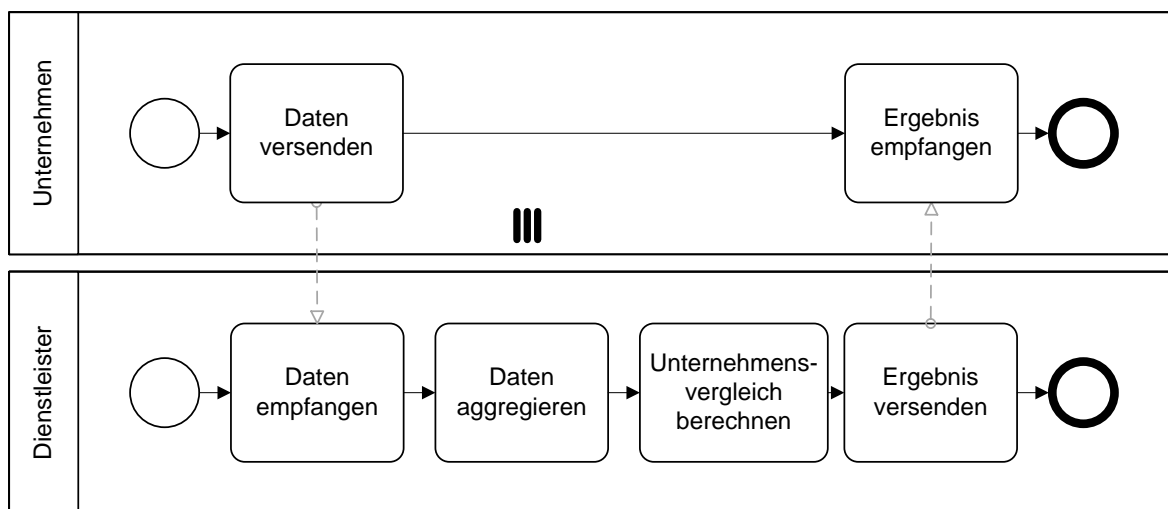


Abbildung 27: BPMN-Prozess, Darstellung des öffentlichen Prozesses des Dienstleisters, Darstellung des privaten Prozesses des Unternehmens

Der private Prozess beinhaltet alle Aktivitäten, die intern stattfinden, auch ohne nach außen sichtbar zu sein, und die Aktivitäten, die in Interaktion mit dem oder den anderen Prozessbeteiligten stehen. So ist im unteren Pool in Abbildung 27 der private Prozess des Dienstleisters abgebildet.

Die Interaktionen zwischen den Prozessbeteiligten werden durch Nachrichtenflüsse („message flows“) dargestellt. Nachrichtenflüsse gehen immer über Poolgrenzen hinweg, sie können nicht innerhalb eines Pools verwendet werden. Die Interaktionen des Beispiels in Abbildung 27 zwischen dem Dienstleister und dem Unternehmen sind das Senden bzw. Empfangen der Daten und das Senden bzw. Empfangen des Ergebnisses. Der Sequenzfluss hingegen kann Poolgrenzen nicht übertreten.

Ein Nachrichtenfluss stellt nicht zwingend einen Datenaustausch dar, jede Interaktion und Kommunikation auch ohne Datenaustausch zwischen den Prozessbeteiligten wird durch einen solchen abgebildet.

4.2 Fallstudie Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten in BPMN

Der Geschäftsprozess „Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten“ wird im Folgenden in BPMN modelliert. Anhand dieses realistischen, konkreten Geschäftsprozesses aus dem Bereich des PDF wird die Eignung der Notation für die Darstellung der Prozesse des PDF überprüft. Da das BPMN-Modell als Grundlage zur fachlichen Diskussion dient, muss es die dafür notwendigen Informationen enthalten. Zudem muss es die für die Ausführbarkeit nach Ableitung in der MDA relevanten Informationen in Form von BPMN-Elementen beinhalten.

4.2.1 Darstellung des „Happy Path“

Zunächst wird der gewünschte Verlauf dargestellt. In der Literatur wird dies auch als „Happy Path“ bezeichnet (Allweyer 2008, Silver 2009). Es werden nur die Aktivitäten abgebildet, die vorkommen, wenn keine Fehler auftreten (Abbildung 28). Damit ergibt sich eine Konzentration auf den gewünschten Ablauf.

Es ist deutlich einfacher, zunächst nur den sog. Happy Path zu modellieren, als alle eventuellen Ausnahmen und Fehlerbehandlungen mit zu bedenken. Jegliche Fehlerbehandlung führt zu Verzweigungen und damit zu einem komplexeren Ablauf. Durch die Konzentration auf den gewünschten Verlauf bleibt der Prozess übersichtlich und ist

damit leichter zu modellieren. Aus Abbildung 28 wird deutlich, dass der Prozess sowohl beim Dienstleister als auch beim Landwirtschaftsunternehmen geradlinig verläuft.

Der gewünschte Ablauf, der Happy Path, stellt sich folgendermaßen dar:

Das Unternehmen erhebt die benötigten Daten (Aktivität „Daten erheben“) und sendet diese an einem Stichtag (Zeitereignis „Monatserster“) zum Dienstleister (Nachrichtenergebnis „Daten der Herde“). Dieser wiederum überprüft an einem Stichtag („Monatsdritter“) die Daten jedes Unternehmens auf Richtigkeit („Daten überprüfen“). Es wird überprüft, ob die für die Berechnung erforderliche Anzahl an Unternehmensdaten vorliegt („Anzahl der Unternehmen überprüfen“). Die Daten werden bei positivem Ausgang pro Unternehmen und im Durchschnitt für alle Unternehmen auf die gewünschten Aggregationsniveaus aggregiert („Daten vorbereiten“), und anschließend wird der Unternehmensvergleich berechnet („Unternehmensvergleich berechnen“). Daraufhin wird der Dienstleister das Ergebnis bereitstellen, indem er den teilnehmenden Unternehmen das Ergebnis sendet („Ergebnis“). Das Ergebnis beinhaltet sowohl den eigenen Wert des Unternehmens als auch den Durchschnittswert aller teilnehmenden Unternehmen. Das Unternehmen kann nun das Ergebnis verwenden.

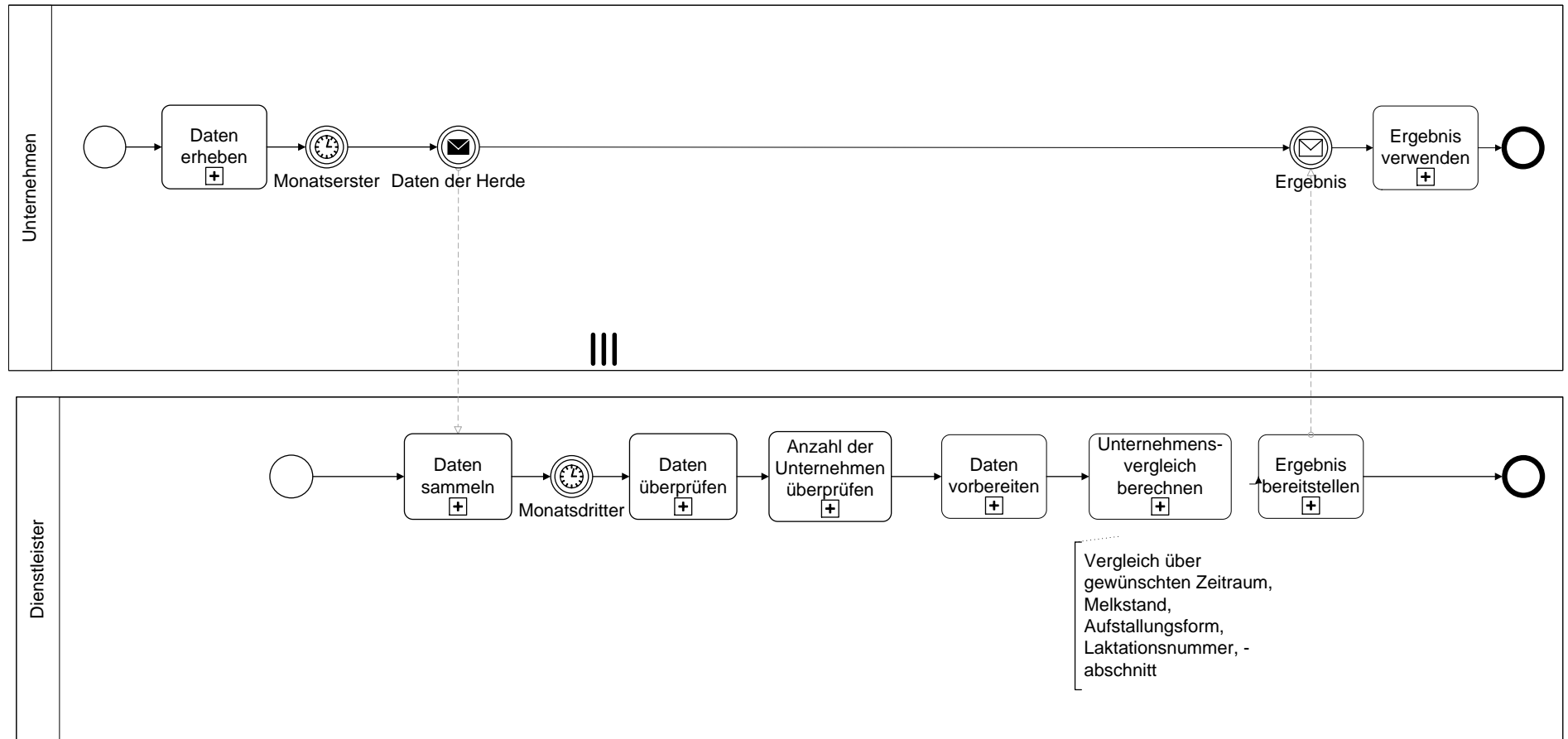


Abbildung 28: BPMN-Modell des Unternehmensvergleichs der Gesundheitsdaten dargestellt ist ausschließlich der Happy Path.

Um die Abbildung in ein ausführbares Modell zu gewährleisten, muss das Modell auf der Ebene des PIM die dafür benötigten Informationen enthalten. Die Abbildung sollte so erfolgen, dass die fachliche Diskussion darüber möglich ist. So muss in dem Unterprozess „Daten überprüfen“ spezifiziert werden, welche Bedingungen die Daten einhalten müssen. Abbildung 29 zeigt den aufgeklappten Unterprozess; in den einzelnen Aktivitäten findet sich die gewünschte Information. Da nur der Happy Path abgebildet ist, werden die Konsequenzen des negativen Ausgangs der Überprüfungen nicht dargestellt.

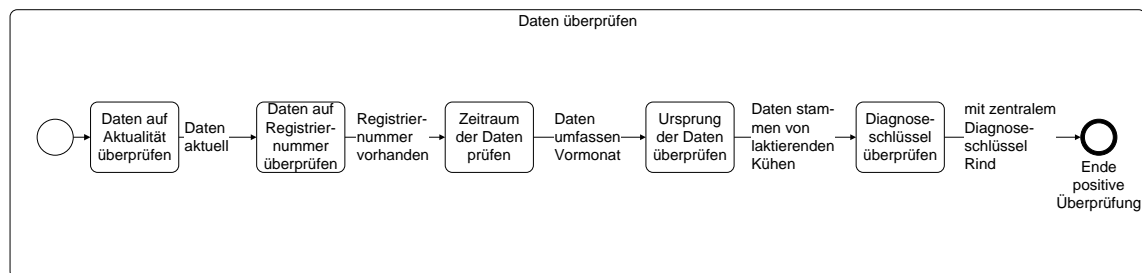


Abbildung 29: Unterprozess „Daten überprüfen“, dargestellt ist ausschließlich der Happy Path

Auch für den Unterprozess „Unternehmensvergleich berechnen“ muss die dafür notwendige Information im Modell spezifiziert werden. Dies ist hier nicht explizit abgebildet.

4.2.2 Realistische Darstellung

Eine realistische Darstellung eines Geschäftsprozesses muss neben dem Happy Path auch die möglichen Fehlerursachen (soweit bekannt) und die daraus resultierenden Konsequenzen beinhalten. Aus Gründen der Ableitung im Sinne der MDA wird in dieser Arbeit versucht, die gesamte benötigte Information mit Hilfe von Objekten der BPMN darzustellen. Als Grundlage für die fachliche Diskussion sollten diese Informationen leicht verständlich und gut lesbar sein.

Im Prozessablauf müssen die gesendeten Daten auf Korrektheit, Vollständigkeit und fachliche Konsistenz überprüft werden. Falls ein Kriterium nicht erfüllt wird, ist der Ausgang der Überprüfung negativ. Der Unternehmensvergleich kann dann nur berechnet werden, wenn die überprüften, korrekten Daten einer ausreichenden Anzahl von Unternehmen zur Berechnung bereit liegen.

Dies bedeutet, in der realistischen Darstellung (Abbildung 30) müssen diese zwei unterschiedlichen Bereiche geprüft werden:

- Die Daten der einzelnen Unternehmen müssen überprüft werden (Unterprozess „Daten überprüfen“).
- Die Anzahl der vorliegenden, korrekten Daten muss überprüft werden (Unterprozess „Anzahl der Unternehmen überprüfen“).

Diese Überprüfungen können jeweils sowohl einen positiven als auch negativen Ausgang haben.

Der Prozess des Unternehmensvergleichs sieht in BPMN ausgedrückt nun folgendermaßen aus. In Abbildung 30 senden die Unternehmen nach Datenerhebung (Unterprozess „Daten erheben“) die Daten am Monatsersten (Zeitereignis „Monatserster“) an den Dienstleister (Nachrichtenergebnis „Daten der Herde“), dieser sammelt die Daten (Unterprozess „Daten sammeln“). Am Monatsdritten („Monatsdritter“) werden die Daten für jedes Unternehmen überprüft (Unterprozess „Daten überprüfen“). Falls die Daten eines Unternehmens nicht korrekt sind, wird eine Nachricht an das entsprechende Unternehmen gesendet (Unterprozess „Zum Senden auffordern“). Die Daten der anderen Unternehmen werden weiterhin überprüft. Falls die Daten korrekt sind, wird die Anzahl der Unternehmen überprüft („Anzahl der Unternehmen überprüfen“). Sind genug Unternehmensdaten vorhanden, um einen Vergleich berechnen zu können, so wird dieser berechnet („Daten vorbereiten“, „Unternehmensvergleich berechnen“). Falls aber nicht genug Unternehmensdaten vorliegen, so wird jedem Unternehmen eine Nachricht mit einer Erklärung gesendet („Erklärung senden“). Nach Berechnung wird das Ergebnis den Unternehmen zur Verfügung gestellt („Ergebnis bereitstellen“) und die Unternehmen können das Ergebnis speichern und auswerten („Ergebnis speichern“, „Ergebnis auswerten“, „Ergebnis auf Webseite ansehen“).

In Abbildung 31 ist der aufgeklappte Unterprozess „Daten überprüfen“ dargestellt, in dem wiederum mehrere Aktivitäten ausgeführt werden. Im Gegensatz zur Darstellung des Happy Path werden auch die Verzweigungen nach negativem Ausgang abgebildet. Es müssen in der Realität mehr als die dargestellten Kriterien überprüft werden, hier wurden nur einige Dinge exemplarisch dargestellt, um das Vorgehen aufzuzeigen.

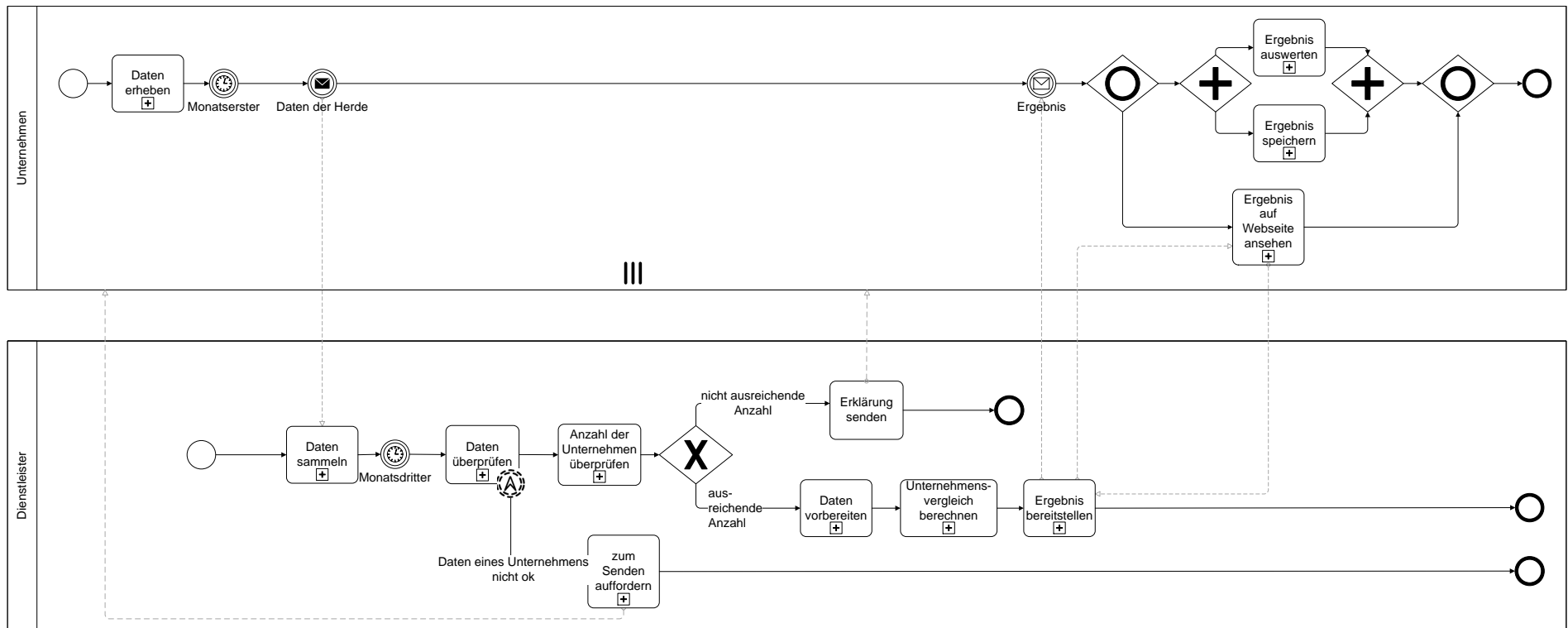


Abbildung 30: BPMN-Prozess „Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten“

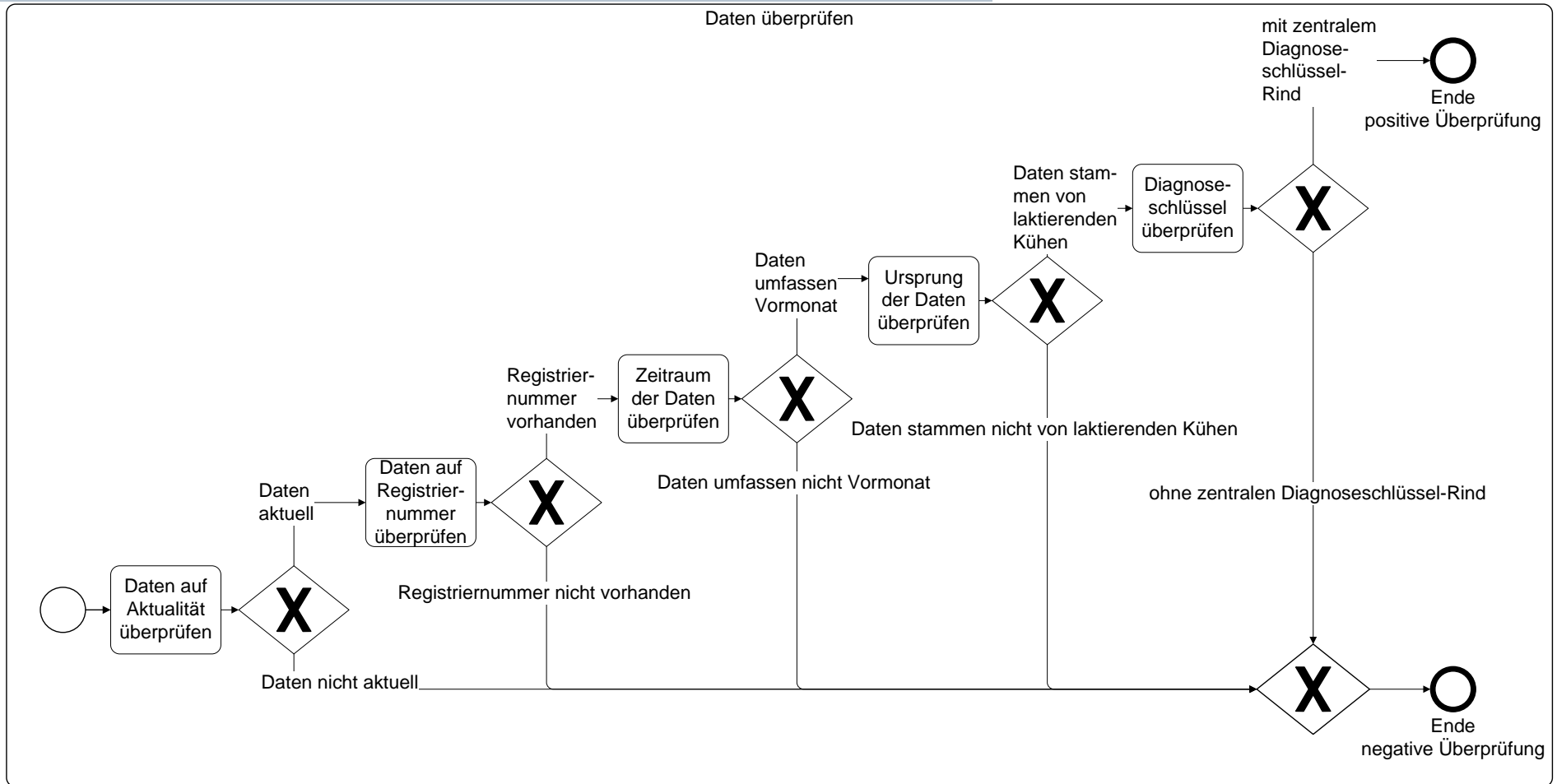


Abbildung 31: BPMN-Unterprozess „Daten überprüfen“ des Geschäftsprozesses „Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten“

Um die für die fachliche Diskussion nötigen Informationen, wie die Kriterien der Überprüfung, besser sichtbar zu machen, wäre es möglich, auf Unterprozesse zu verzichten, und die Aktivitäten direkt in die oberste Ebene des Prozesses zu modellieren. Damit ist beispielsweise statt des Unterprozesses „Daten überprüfen“ die Kette der einzelnen Aktivitäten aus Abbildung 31 in den Prozessablauf einzufügen. Somit sind die Kriterien der Überprüfung direkt im Prozessablauf sichtbar. Der Prozess beinhaltet allerdings nun auf der obersten Ebene mehr Aktivitäten und wird dementsprechend groß.

4.3 Schlussfolgerungen für die Eignung von BPMN für das PDF

Wie schon im vorangehenden Abschnitt 3.4.5 beschrieben, erfüllt die BPMN die grundlegenden Voraussetzungen zur Verwendung im PDF. Die konkrete Modellierung des beispielhaften, realistischen Prozesses „Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten“ mit BPMN ergab deren prinzipielle Eignung als Modellierungssprache, allerdings wurden einige Defizite festgestellt.

Die generelle Möglichkeit der Abbildung der unternehmensübergreifenden, komplexen Prozesse des PDF inklusive des nötigen Datenaustauschs und der zeitlichen Abhängigkeiten ist bei der Modellierung mit BPMN gegeben. Das in Abbildung 30 dargestellte BPMN-Diagramm kann im Rahmen einer SOA als Ausgangspunkt für deren Entwurf gesehen werden.

BPMN 2.0 ist ausführbar. Das bedeutet, im Rahmen einer MDA kann BPMN 2.0 auch auf der Ebene des PSM eingesetzt werden. Damit ist ein BPMN-Geschäftsprozess-Modell auf der PIM-Ebene in ein BPMN-Modell der PSM-Ebene transformierbar. Es ist zudem möglich, die für die Ausführung benötigten fachlichen Informationen in der Notation abzubilden.

Wie sich bei Gesprächen zur Thematik des Unternehmensvergleichs mit Experten des LKV Sachsen zeigte, wurde der generelle Prozessablauf gut verstanden. Das BPMN-Modell kann damit sowohl als allgemeine Kommunikationsgrundlage zwischen Landwirtschaftsexperten als auch zwischen Landwirtschaftsexperten und IT-Experten dienen. Bei der Diskussion der Details zeigten sich aber auch die Defizite der Modellierung mit BPMN, die im Folgenden aufgezeigt werden.

Aus den Anforderungen an die Modellierung als Grundlage fachlicher Diskussion und deren Einsatz im Rahmen der MDA ergab sich die Notwendigkeit, alle relevanten Informationen

mit Hilfe von BPMN-Objekten im Geschäftsprozessmodell abzubilden. Dies konnte auf zwei Arten erreicht werden – durch Verwendung von Unterprozessen oder durch die Bildung langer Ketten einzelner Aktivitäten.

Bei der Bildung von Unterprozessen findet sich die benötigte Information in tieferen Ebenen. Damit ist die Information nicht auf der Ebene sichtbar, auf der sie für das Verständnis benötigt wird (Abbildung 30). Dies hat zum einen zur Folge, dass der Prozess nicht auf einen Blick verstanden werden kann, was die fachliche Diskussion erschwert. Zum anderen erschwert es die Änderung von Details, da der Ort der konkreten Abbildung der Information im Modell erst identifiziert werden muss.

Bei Modellierung aller Aktivitäten auf der obersten Ebene, ohne Verwendung von Unterprozessen, wird die benötigte Information direkt im Modell abgebildet. Dies führt jedoch zu einem unübersichtlichen und schwer nachvollziehbaren Prozessablauf.

Beide Möglichkeiten erhöhen die Komplexität des Modells im Gegensatz zum Modell ohne spezifische fachliche Information. Aus Abbildung 30 wird die gestiegene Komplexität des Prozesses und die Bildung von langen Ketten von Aktivitäten deutlich, wenn die fachliche Information soweit mit Hilfe von BPMN ausgedrückt wird, dass der Geschäftsprozess im MDA-Sinn ausführbar wird.

Ein weiterer Nachteil dieser Art der Abbildung ist die Inflexibilität gegenüber fachlichen Änderungen. So muss bei Änderung der fachlichen Details, wie z. B. bei der Änderung der Überprüfungskriterien oder der Berechnungsvorschrift in den BPMN-Prozess eingegriffen werden und ggf. sogar dessen Ablauf geändert werden.

Des Weiteren erzwingt die intuitive Modellierung von Prüfungen durch den Fachexperten eine Reihenfolge, die eventuell fachlich nicht notwendig wäre. Der Informatiker bzw. das Transformationssystem hat sich aber an die gegebene Reihenfolge zu halten. Dies kann unter Umständen negative Auswirkungen auf die Umsetzung in Software haben. Es wäre wünschenswert, diese Reihenfolge bei der Modellierung offen zu lassen und sie erst bei der Umsetzung festzulegen.

Zudem ist es erstrebenswert, sowohl die Aktivitäten (v. a. in Form von Unterprozessen) als auch die Services der SOA wiederverwenden zu können. Dazu müssen sowohl Services als auch Aktivitäten grobgranular genug definiert sein, um in unterschiedlichem Kontext einsetzbar zu sein. Sobald aber die für die Ausführung notwendige fachliche Information in eine Aktivität modelliert wird, ist sie nur noch eingeschränkt wiederverwendbar. Dies gilt auch für den aus ihr abgeleiteten Service.

Hiermit zeigten sich folgende mögliche Ansätze zur Verbesserung:

- Verbesserung der fachlichen Diskussionsmöglichkeit – Erhöhung der Sichtbarkeit der benötigten fachlichen Information bei Verwendung von Unterprozessen;
- Verringerung der Komplexität – übersichtlicher Prozessablauf;
- Flexibilität gegenüber Änderungen der fachlichen Information – kein Eingreifen in den Prozessablauf bei Änderung der fachlichen Details;
- Flexibilisierung der Reihenfolge – keine Festlegung der Reihenfolge der Überprüfung zur freieren Programmierung bzw. bei der manuellen Abbildung vom PIM zum PSM;
- Erhöhung der Wiederverwendbarkeit der Aktivitäten – kontextunabhängige Aktivitäten.

5 Erweiterter Modellierungsansatz für Geschäftsprozesse

Für die Modellierung der Geschäftsprozesse im Rahmen dieser Arbeit wurde BPMN ausgewählt. Allerdings zeigten sich bei genauerer Betrachtung der Geschäftsprozessmodellierung in BPMN (Abschnitt 4) einige Nachteile. Daher wird ein erweiterter Modellierungsansatz für Geschäftsprozesse mit folgenden Zielen angestrebt:

- Gewährleistung der fachlichen Diskussionsmöglichkeit durch Erhöhung der Sichtbarkeit der fachlichen Information;
- Verringerung der Komplexität der grafischen Darstellung des Prozesses;
- Flexibilität bei Änderungen der zu überprüfenden Kriterien;
- Freiheit bei der Reihenfolge der Umsetzung der fachlichen Prüfungen in Software;
- Erhöhung der Wiederverwendbarkeit von Aktivitäten.

Die in Abschnitt 4.3 identifizierten Nachteile und damit verbunden die Ansätze zur Verbesserung des Modellierungsansatzes wurden als Ausgangspunkt zur Erweiterung des Modellierungsansatzes genommen. Oberstes Ziel ist es, einen Ansatz zur Verfügung zu stellen, den Landwirte und Informatiker verstehen und als Diskussionsgrundlage nutzen können. Dabei müssen auch weiterhin im Rahmen des vorgestellten Vorgehensmodells

- die Transformierbarkeit im Rahmen der MDA und
- die Abbildbarkeit der Aktivitäten auf Services im Rahmen einer SOA

erhalten werden.

Eine Ursachenanalyse der momentanen Nachteile ergab, dass die Unübersichtlichkeit des Modells bedingt ist durch die Anreicherung des reinen Prozessablaufs mit den für die Transformierbarkeit im Rahmen der MDA und der Ausführbarkeit wichtigen Informationen. Dies führt zur Erhöhung der Komplexität und Einschränkung der fachlichen Diskussionsmöglichkeit.

Es ist aber nötig, diese Informationen bereits im PIM abzubilden, zum einen, da sie auf dieser Ebene fachlich diskutiert werden, zum anderen, da das PIM automatisiert in das PSM transformiert werden soll. Daher ist es wünschenswert, diese auf eine andere Art im Modell abzubilden.

Diese fachlichen Informationen werden im Folgenden in dieser Arbeit als fachliche Logik bezeichnet und im nächsten Abschnitt näher erläutert. Darauf aufbauend wird der erweiterte Modellierungsansatz vorgestellt (Abschnitt 5.4). Der annotationsbasierte

Modellierungsansatz wird anhand der Fallstudie eingeführt und anhand eines weiteren Prozesses empirisch validiert (Abschnitt 5.5). In Abschnitt 5.6 wird die prototypische Umsetzung der Fallstudie mit vorgestellt.

5.1 Fachliche Logik

In Abschnitt 4.2 wird der Geschäftsprozess mit den fachlichen Informationen modelliert, um ihn im Rahmen der MDA in einen ausführbaren Prozess zu transformieren. Zugleich sind diese fachlichen Informationen für die fachliche Diskussion unabdingbar. Daher müssen sie neben dem Prozessablauf selbst, der im Modell grafisch ersichtlich ist, auch abgebildet werden. Für den folgenden Teil dieser Arbeit wird der Begriff „fachliche Logik“ eingeführt, er ersetzt den Begriff der „fachlichen Informationen“.

Unter fachlicher Logik wird in dieser Arbeit alles das verstanden, was die ursprünglich wiederverwendbaren Aktivitäten des Prozesses konkret für diesen Prozess spezifiziert. So ist die Aktion „Unternehmensvergleich berechnen“ mit der genauen Berechnungsvorschrift zu konkretisieren. Diese konkrete Berechnungsvorschrift stellt die fachliche Logik dieses Schrittes dar. Die so konkretisierten Aktivitäten sind in einem anderen Geschäftsprozess entweder nur in einem ähnlichen Kontext oder überhaupt nicht wiederverwendbar.

Im Folgenden wird zwischen fachlicher Verarbeitungslogik und fachlicher Ablauflogik unterschieden. Beide zusammen stellen die fachliche Logik eines Prozesses dar. Sowohl die fachliche Verarbeitungslogik als auch die fachliche Ablauflogik müssen fachlich diskutiert werden, und beide sind für die letztendliche Ausführung des Prozesses unabdingbar. Für die automatische Abbildung im Sinne der MDA müssen beide im Modell abgebildet werden. Allerdings beeinflusst nur die fachliche Ablauflogik den Ablauf des Prozesses, die Verarbeitungslogik konkretisiert Aktivitäten für den dargestellten Prozess.

Fachliche Verarbeitungslogik

Fachliche Verarbeitungslogik ist die fachliche, in einer Aktivität (und damit auch in einem Service) vorhandene Logik, die bei Änderung keine Auswirkung auf den Ablauf des Prozesses hat. Es ändert sich nur die interne Funktion der Aktivität (des Services). Die Ein- und Ausgaben sowie der vorher- und nachfolgende Ablauf des Prozesses bleiben gleich. Beispiele hierfür sind genaue Berechnungsvorschriften oder Vorschriften zur Aggregation von Daten. Im modellierten Geschäftsprozess „Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten“ ist die Berechnungsvorschrift der Aktivität „Unternehmensvergleich

berechnen“ als fachliche Verarbeitungslogik zu sehen. Im Folgenden wird die fachliche Verarbeitungslogik auch als Verarbeitungslogik bezeichnet.

Fachliche Ablauflogik

Die fachliche Ablauflogik ist das fachliche Wissen und die Logik, die in einem Prozess auftritt und den Ablauf beeinflusst. Dies bedeutet, an der Stelle, an der der Ablauf beeinflusst werden kann, muss es alternative Ablaufpfade geben. Damit hat eine fachliche Ablauflogik immer eine Gabelung des Prozesspfades zur Folge.

Die Entscheidung, welcher Pfad eingeschlagen wird, wird immer auf Basis von vorher festgelegten Grundlagen oder Tatsachen getroffen. Die Aktivitäten des Unterprozesses „Daten überprüfen“ sind als fachliche Ablauflogik zu sehen, da sie den Ablauf des Prozesses beeinflussen können. Das Vorhandensein des zentralen Diagnoseschlüssels-Rind ist beispielsweise eine Tatsache, die erfüllt sein muss, damit im weiteren Verlauf der Unternehmensvergleich berechnet werden kann und somit Bestandteil der fachlichen Ablauflogik. Denn falls diese Tatsache nicht erfüllt ist, wird der Ablauf geändert: der Unternehmensvergleich kann für dieses Unternehmen nicht berechnet werden, und eine entsprechende Meldung wird gesendet.

Regelwerk

Um die fachliche Information nicht in den Aktivitäten selbst abzubilden, ist es denkbar, auf ein Regelwerk zu verweisen, in dem die entsprechenden Informationen hinterlegt sind. BPMN sieht für solche Fälle die Regel-Aktivität („rule task“) vor (OMG 2010a, S. 168; Silver 2009, S. 67). Die Regel-Aktivität ruft eine Rule-Engine auf. Dies ist eine Software, in der Regeln abgespeichert werden. Diese dort hinterlegten Regeln können von anderen Programmen aufgerufen werden und überprüfen dann fallweise die Einhaltung der Regeln. Die Rule-Engine empfängt die Eingabeparameter von der Aktivität, bewertet diese und übergibt die Ausgabe wieder an die Regel-Aktivität. Für den Bereich des PDF existieren momentan keine solchen Rule-Engines. Daher bietet sich die Verwendung einer Regel-Aktivität nicht an.

5.2 Aktivierung und Bedingungen

Die oben erwähnte fachliche Ablauflogik definiert Bedingungen, auf deren Basis der Pfad ausgewählt wird. Nach BPMN-Spezifikation wird eine Aktivität nur gestartet bzw. aktiviert, wenn die im Sequenzfluss vorher liegende Aktivität durchgeführt und abgeschlossen wurde

und den Token weitergegeben hat. Falls eine Aktivität nach einem nicht-parallelen Gateway liegt, so wird sie nur dann aktiviert, falls der entsprechende Pfad nach dem Gateway eingeschlagen wird. Der Pfad wird eingeschlagen, wenn von der vorhergehenden Aktivität der spezifizierte Wert an den Gateway weitergegeben wird. Dies bedeutet, die von der vorhergehenden Aktivität gelieferten Werte sind als Bedingungen für die Aktivierung der nachfolgenden Aktivität anzusehen: Wenn Tatsache A gegeben ist, dann wird Aktivität B aktiviert.

Im Fall von „Unternehmensvergleich berechnen“ im Geschäftsprozess „Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten“ (Abbildung 30) müssen vor ihrer Aktivierung erst einige Überprüfungen der Daten mit positivem Ausgang vorgenommen werden. So kann die Aktivität „Unternehmensvergleich berechnen“ nicht ohne den positiven Abschluss der Überprüfungen gestartet werden. Bei der Abbildung von Verzweigungen durch exklusive Gateways, wie z. B. im Unterprozess „Daten überprüfen“ (Abbildung 31), wird abhängig vom Ergebnis der vorhergehenden Aktivität, hier z. B. „Zeitraum der Daten überprüfen“, der folgende Prozessschritt ausgewählt: beim Wert „Daten umfassen Vormonat“ wird die Aktivität „Ursprung der Daten überprüfen“ gestartet, beim Wert „Daten umfassen nicht Vormonat“ wird zum Endereignis verzweigt. Damit ist die Tatsache, dass die Daten den Vormonat umfassen als Bedingung für die Aktivierung von „Ursprung der Daten überprüfen“ anzusehen.

5.3 Aktivierungsregeln

Wie beschrieben findet sich in den Geschäftsprozessen des PDF fachliche Ablauflogik mit Bedingungen, die zur Ausführung nachfolgender Aktivitäten zwingend erfüllt sein müssen. Die Bedingungen der Ablauflogik können durch Regeln ausgedrückt werden.

Diese Regeln gelten nicht wie Geschäftsregeln global für das Unternehmen, sondern dienen kontextspezifisch zur Aktivierung einer Aktivität eines Geschäftsprozesses. Wie in Abschnitt 3.5.2 erläutert stehen Geschäftsregeln separat von Geschäftsprozessen und Implementierungen und gelten prozessübergreifend. Daher kann in diesem Fall der in der Geschäftsprozessmodellierung im PDF verwendeten Regeln nicht von Geschäftsregeln gesprochen werden, denn die Regeln gelten jeweils nur in dem einen Prozess und nur genau an dieser einen Stelle. Um dies auszudrücken, wird in dieser Arbeit der neue Begriff der Aktivierungsregel definiert:

Definition: Aktivierungsregeln sind Regeln, die in einem Geschäftsprozess dazu dienen, Bedingungen, die zur Aktivierung einer Aktivität erfüllt sein müssen, auszudrücken. Sie sind für genau diese Situation und diesen Kontext spezifisch und nicht verallgemeinerbar. Gebildet werden sie aufbauend auf einem Vokabular.

Sowohl Geschäftsregeln als auch Aktivierungsregeln bauen auf einem begrenzten, standardisierten Geschäftsvokabular auf, das für das gesamte Geschäft gilt (Abschnitt 5.3.1). Aufbauend auf diesem Vokabular können die Regeln mit Hilfe von Schlüsselwörtern erstellt werden (Abschnitt 5.3.2) und in das Geschäftsprozessmodell integriert werden (Abschnitt 5.4).

5.3.1 Erstellung des Vokabulars

Für das PDF wurde ein Geschäftsvokabular wie in 3.6.3 beschrieben erstellt, das als Grundlage der Regelerstellung dient. Es zeigte sich, dass ein für das PDF geeignetes Vokabular auf dem in Abbildung 32 dargestellten Metamodell aufbaut.

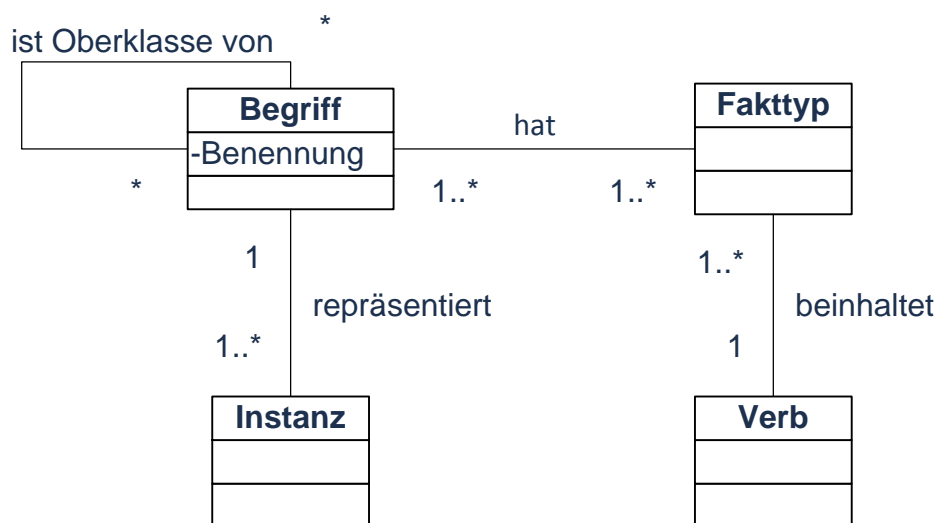


Abbildung 32: Metamodell (dargestellt in UML) des für das PDF geeigneten Geschäftsvokabulars als Grundlage zur Regelerstellung

Es wurden Begriffe, die Instanzen repräsentieren, ermittelt. Diese Begriffe wurden mit Verben zu Fakttypen verbunden. Dabei hat ein Begriff einen oder mehrere Fakttypen und jeder Fakttyp bezieht sich auf einen oder mehrere Begriffe. Außerdem wurden die Begriffe Klassen gleichgesetzt. Die Klassen können Unterklassen haben (ist Oberklasse von) bzw. können Oberklassen zugeordnet sein. Die oberste, alles umfassende Klasse ist als das Ding bzw. auf englisch thing bezeichnet. Den Begriffen wurden, wo nötig, konkrete Instanzen zugeordnet. Ein Auszug des erstellten Vokabulars findet sich im Anhang.

So stellt sich beispielsweise ein Ausschnitt des Vokabulars, der Diagnosen umfasst, folgend dar:

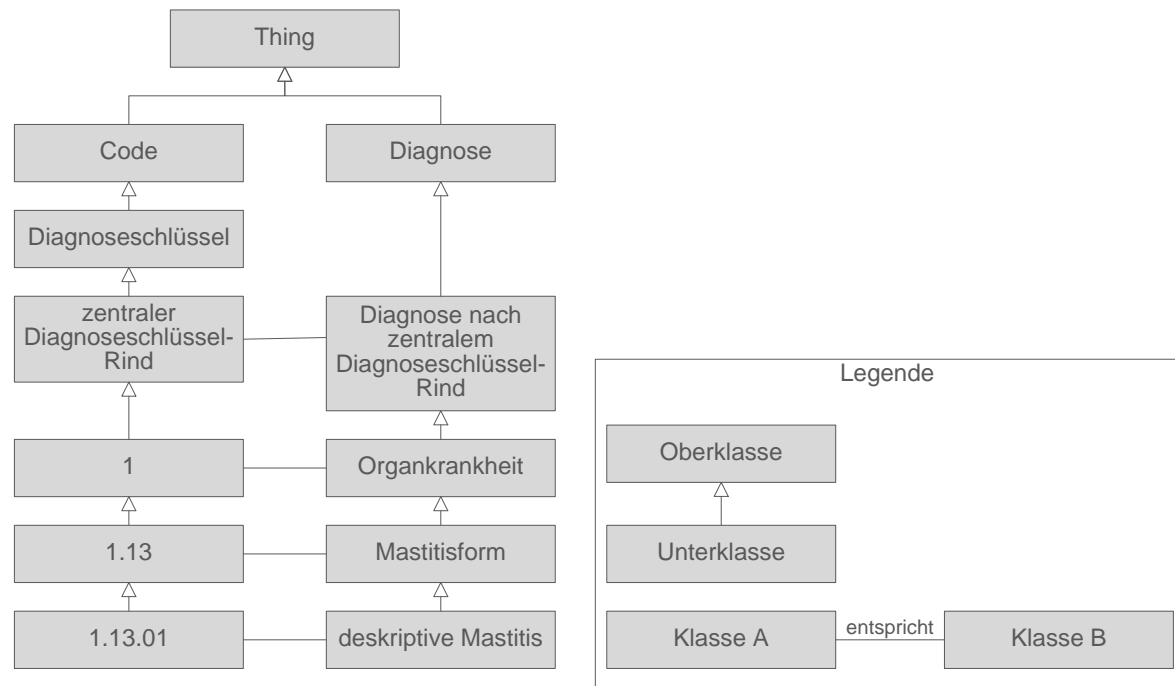


Abbildung 33: Ausschnitt des Vokabulars für das PDF, gezeigt ist deskriptive Mastitis

Thing untergeordnet sind die in der Abbildung 33 dargestellten Klassen Code und Diagnose. Eine Unterklasse der Klasse Code ist Diagnoseschlüssel. Hierunter wiederum findet sich der zentrale Diagnoseschlüssel-Rind, der Zahlenschlüssel eines Diagnosesystem das Diagnosen systematisch ordnet (ADR 2008) und diesen Nummern zuordnet. Die entsprechenden Diagnosen finden sich als Unterklassen der Klasse Diagnose nach zentralem Diagnoseschlüssel-Rind, die ihrerseits eine Unterklasse der Klasse Diagnose ist. So findet sich als Unterklassen von Diagnosen nach zentralem Diagnoseschlüssel-Rind die Klassen Organkrankheit (abgebildet in Abbildung 33), Fortpflanzungsstörungen des weiblichen Rindes und des männlichen Rindes respektive, Infektionskrankheit etc. In Abbildung 33 ist der Übersichtlichkeit halber lediglich Organkrankheit dargestellt. Die Verbindung zwischen zwei Klassen zeigt an, dass es sich um äquivalente Klassen handelt (z. B. Mastitisform und 1.13). Für den Unternehmensvergleich beispielsweise interessiert deskriptive Mastitis, ihr wird der zentrale Diagnoseschlüssel-Rind 1.13.01 zugeordnet.

Begriffe, die nicht eindeutig sind, müssen definiert werden, damit sie einheitlich verwendet und verstanden werden. Dies geschieht in Form von Regeln. Diese Regeln dienen nicht nur der Festlegung des Begriffs, sondern auch als Grundlage der automatisierten Ableitung.

5.3.2 Regelerstellung

Aktivierungsregeln bauen analog zu Geschäftsregeln auf einem begrenzten Vokabular auf und ihre Modalität wird mit Hilfe von Schlüsselwörtern ausgedrückt (s. Abschnitt 3.5).

Für den dargestellten Prozess des Unternehmensvergleichs der Gesundheitsdaten sei dies anhand der Bedingungen des Unterprozesses „Daten überprüfen“ erläutert. Aufbauend auf dem für das PDF erstellte Geschäftsvokabular werden die Aktivierungsregeln erstellt.

Zur Verdeutlichung ist in Abbildung 34 der Unterprozess des Prozesses, in dem die Bedingungen vor der Berechnung des Unternehmensvergleichs überprüft werden dargestellt.

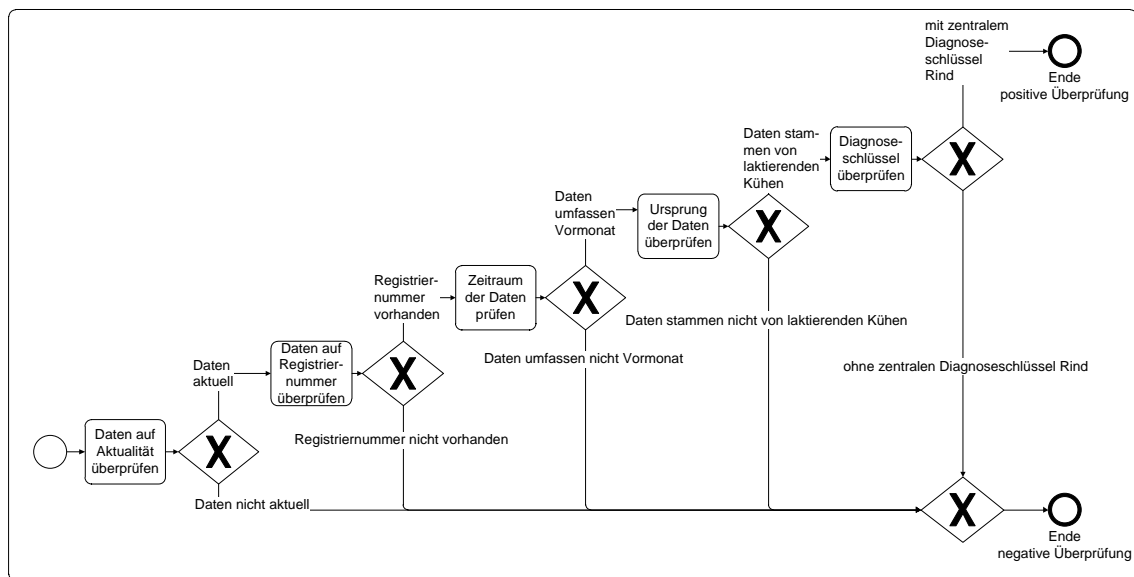


Abbildung 34: BPMN-Unterprozess „Daten überprüfen“ des Geschäftsprozesses „Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten“

In dem Prozess des Unternehmensvergleichs wird u. a. überprüft, ob die Daten den zentralen Diagnoseschlüssel-Rind enthalten, bevor die Aktivität „Unternehmensvergleich berechnen“ gestartet wird. Das heißt, es muss überprüft werden, ob sowohl die Daten einen Diagnoseschlüssel enthalten als auch ob dieser Schlüssel der zentrale Diagnoseschlüssel-Rind ist.

Der Fakttyp lautet:

Daten enthalten zentralen Diagnoseschlüssel-Rind.

Da die Daten den genannten Schlüssel aufgrund einer Vorgabe enthalten und ihn nicht logischerweise-notwendig enthalten, ist die Modalität dieser Bedingung deontisch. Dies bedingt den Gebrauch des Schlüsselworts „müssen“.

So lautet die Aktivierungsregel:

Die Daten müssen einen zentralen Diagnoseschlüssel-Rind *enthalten*.

Ebenso können die anderen Bedingungen der Datenüberprüfung in Aktivierungsregeln umformuliert werden. So wird aus der Bedingung „Daten auf Registriernummer überprüfen“ die Aktivierungsregel „Die Daten müssen die Registriernummer enthalten.“ Die Aktivierungsregeln der Bedingungen des Unterprozesses sind zusammen mit den zugrunde liegenden Fakttypen und ihrer jeweiligen Modalität in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Bedingungen des Unterprozesses „Daten überprüfen“, ihre Fakttypen, Modalität und die daraus resultierenden Aktivierungsregeln

| Aktivität in BPMN-konformer Modellierung | Bedingung | Fakttyp | Modalität | Aktivierungsregel |
|---|--------------------------------------|--|------------------|--|
| Daten auf Aktualität prüfen | Daten aktuell | Daten sind aktuell | deontisch | Die Daten müssen aktuell sein. |
| Daten auf Registriernummer prüfen | Registriernummer vorhanden | Daten beinhalten Registriernummer des Unternehmens | deontisch | Die Daten müssen die Registriernummer des Unternehmens beinhalten. |
| Zeitraum der Daten überprüfen | Daten umfassen Vormonat | Daten umfassen Vormonat | deontisch | Die Daten müssen den Vormonat umfassen. |
| Ursprung der Daten überprüfen | Daten stammen von laktierenden Kühen | Daten stammen von laktierenden Kühen | deontisch | Die Daten müssen von laktierenden Kühen stammen. |
| Diagnoseschlüssel überprüfen | mit zentralem Diagnoseschlüssel-Rind | Daten enthalten zentralen Diagnoseschlüssel-Rind | deontisch | Die Daten müssen den zentralen Diagnoseschlüssel-Rind enthalten. |

5.4 Annotationsbasierte Modellierung

Zur Darstellung des Prozesses ist es notwendig, die erstellten Regeln, die zur Aktivierung einer Aktivität erfüllt sein müssen, in den Prozess eindeutig einzubinden. Das heißt, es muss eine Verknüpfung von BPMN und Regeln vorliegen. Weiterhin ist im Prozess auch die Folge der Nichterfüllung einer Aktivierungsregel abzubilden. Um den Happy Path im Prozess durchzuführen, sind die Bedingungen einzuhalten, die durch die Aktivierungsregeln ausgedrückt werden. Abweichungen des Happy Paths werden durch verletzte Aktivierungsregeln ausgedrückt. Es ist dabei jedoch keine Fallunterscheidung möglich. Das bedeutet, bei gleichwertigen, parallelen Pfaden muss weiterhin ein Gateway mit den entsprechenden Bedingungen modelliert werden.

5.4.1 Integration der Aktivierungsregeln

Die Erfüllung der Bedingungen der Ablauflogik ist die Voraussetzung für die Aktivierung und Durchführung einer Aktivität. Das positive Ergebnis der Validierung der Daten und die Erfüllung der Kriterien ist in diesem Beispiel Voraussetzung für die Aktivität „Unternehmensvergleich berechnen“. Dies wird in regulärer BPMN ausgedrückt durch eine Kette von Überprüfungsaktivitäten. Eine andere Aufgabe erfüllen diese Überprüfungsaktivitäten nicht. Eine direkte Zuordnung dieser Überprüfungsaktivitäten zu der sie betreffenden Aktivität ist erstrebenswert, damit auf einen Blick ersichtlich ist, welche Kriterien erfüllt sein müssen, um die Aktivität durchzuführen.

Die BPMN sieht Annotationen vor, um Bemerkungen in den Prozess zu schreiben. Allerdings werden diese bei der Ausführung des Prozesses nicht maschinell ausgelesen, sondern dienen lediglich der Information des menschlichen Lesers. Sie haben also nach BPMN-Spezifikation keinen Einfluss auf den Prozessverlauf.

Diese Annotationen werden im vorliegenden Ansatz genutzt, um die Bedingungen in Form von Aktivierungsregeln an die entsprechende Aktivität zu hängen (Abbildung 35). Dadurch wird eine direkte Zuordnung der Aktivierungsregeln zu der sie betreffenden Aktivität möglich. Daher wird der vorgestellte, erweiterte Modellierungsansatz als annotationsbasierte Modellierung bezeichnet.

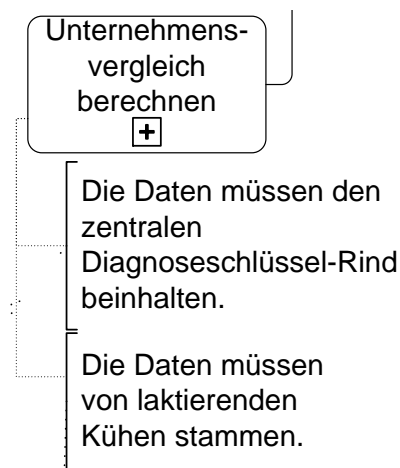


Abbildung 35: BPMN-Aktivität mit Aktivierungsregeln, dargestellt in der annotationsbasierten Modellierung

Damit diese zusätzliche Information auch beachtet bzw. im Rahmen der MDA auf ein PSM abgebildet werden kann, müssen die Annotationen mit ausgelesen werden und die Regelsätze in eine ausführbare Regelsprache transformiert werden. Voraussetzung für die

automatisierte Transformation eines Geschäftsprozessmodells in ein ausführbares Modell ist die Maschinenlesbarkeit der einzelnen Elemente. Dies wurde in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Datenbanken der Technischen Universität Dresden erarbeitet (Demuth und Liebau 2007, Habich et al. 2010, Piechnick 2011). Die Regeln können dann in maschinenverarbeitbare Production Rules transformiert werden. Für die genauere Beschreibung der Umsetzung sei auf die Belegarbeit von Piechnick (2011) verwiesen.

5.4.2 Kontrollierte Fortsetzung des Prozesses bei Regelverstoß

Wie Abschnitt 5.3.2 gezeigt, ist es möglich, die zu erfüllenden Kriterien durch Aktivierungsregeln auszudrücken, die mit Annotationen im Modell vermerkt werden. Dabei werden die einzelnen Regeln durch ein vorangestelltes „R1“, „R2“, ... „Rn“ gekennzeichnet (Abbildung 36).

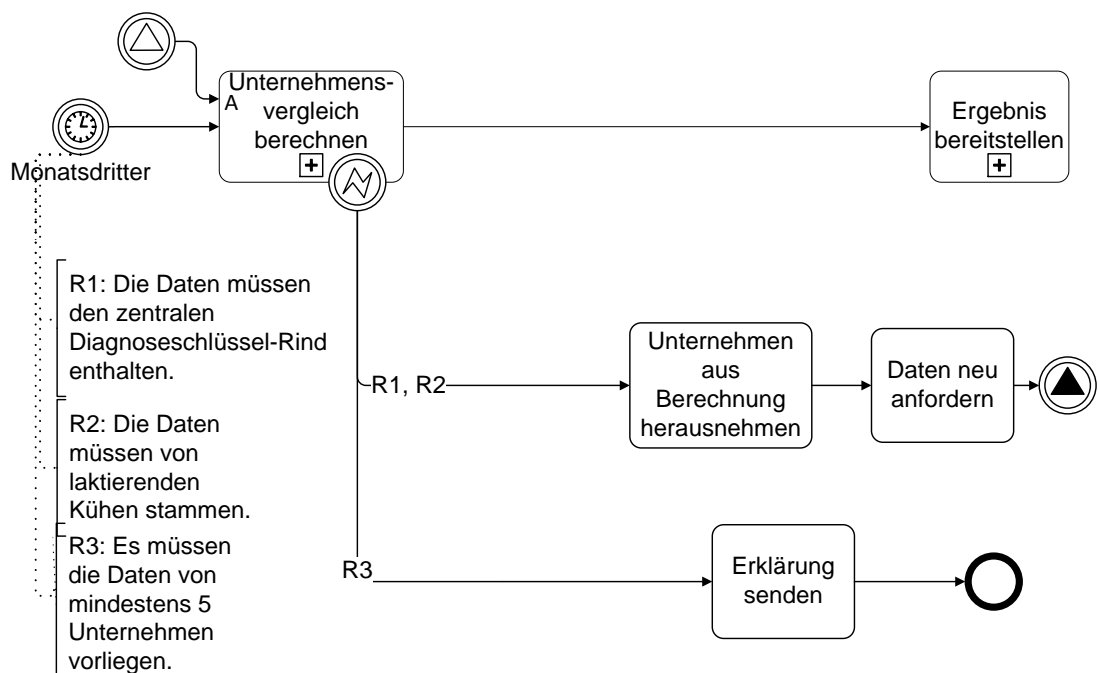


Abbildung 36: Ausschnitt aus einem annotierten Modell

Wird eine Aktivierungsregel für eine Aktivität nicht erfüllt, wird das Fehlerereignis an der entsprechenden Aktivität, hier „Unternehmensvergleich berechnen“, aufgerufen und ein alternativer, durch die verletzte Regel definierter Pfad beschritten (Abbildung 36). Wenn beispielsweise die Daten nicht den zentralen Diagnoseschlüssel-Rind enthalten, so wird die Regel R1 „Die Daten müssen den zentralen Diagnoseschlüssel-Rind enthalten“ verletzt. Daher wird der Ausgang „R1“ an dem Fehlerereignis eingeschlagen und es wird sowohl das

Unternehmen aus der Berechnung herausgenommen als auch die Daten des Unternehmens neu angefordert.

Für den Fall, dass es komplexere Abläufe nach Auftreten eines Fehlers gibt, ist es möglich, mehrere Alternativausgänge zu bestimmen, die den bestimmten, verletzen Aktivierungsregeln über einen entsprechenden kurzen textuellen und standardisierten Vermerk zugeordnet sind:

- „Rn“ bezeichnet eine Verletzung der Regel n („Rn“);
- „-Rn“ bedeutet „Nicht-Verletzung-n“, die Regel n wurde also nicht verletzt;
- „Rm, Rn“ wird als und/oder gelesen, mindestens eine der beiden Regeln ist verletzt;
- „Rm + Rn“ bedeutet, sowohl Regel m als auch Regel n sind verletzt;
- „-(Rm + Rn)“ bedeutet, dass der Ausdruck in der Klammer nicht verletzt ist. Sowohl Regel m als auch die Regel n sind nicht verletzt.

In die Alternativpfade können wiederum komplexe Prozessstrukturen aufgenommen werden, um eine entsprechende Alternativplanung des Geschäftsprozesses realisieren zu können. Bei komplexeren Alternativpfaden ist es sinnvoll, mit Hilfe von Signal-Ereignissen auf einen anderen Prozess zu verweisen.

Die Spezifikation der BPMN sieht vor, dass mehrere Pfade in eine Aktivität führen. Allerdings wird dann jedes Mal die Aktivität erneut aufgerufen. Im oben skizzierten Fall soll zwar die Aktivität aufgerufen werden, die Aktivierungsregeln aber kein zweites Mal überprüft werden. Daher wird der Ausnahme-Eingang der Aktivität mit einem „A“ gekennzeichnet (Abbildung 36). Ein nicht besonders gekennzeichnete Eingang entspricht dem regulären Eingang. Erreicht der Sequenzfluss den regulären Eingang, so werden die Aktivierungsregeln ausgelesen und überprüft. Bei Eingang „A“ werden die Aktivierungsregeln nicht ausgelesen, sondern die Aktivität wird ohne Überprüfung der Aktivierungsregeln gestartet und ausgeführt. Dieser Eingang kann nur von einem aus einem Alternativpfad geworfenen Signalereignis gestartet werden, wie im Beispiel nach der Aktivität „Daten neu anfordern“.

Die Grundstruktur und Übersichtlichkeit des Idealpfades („happy path“) bleibt erhalten und die Alternativen werden untergeordnet über die Aktivierungsregeln und die Fehlerbehandlung in die Prozessstruktur integriert.

5.4.3 Fallstudie Unternehmensvergleich

In Abbildung 37 ist der Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten am Beispiel Mastitis in der annotationsbasierten Modellierung dargestellt. Zum Vergleich zeigt Abbildung 38 die BPMN-konforme Darstellung mit dem aufgeklappten Unterprozess „Daten überprüfen“.

Es wird deutlich, dass das annotationsbasierte Diagramm besser lesbar und diskutierbar ist, da die fachlichen Bedingungen der Ablauflogik direkt im Diagramm sichtbar sind. Dahingegen müssen sie im BPMN-Diagramm erst in den Unterprozessen bzw. der Beschreibung der Aktivitäten gesucht werden.

Außerdem vereinfacht sich der Ablauf im annotationsbasierten Prozessmodell und wird damit übersichtlicher, da die Prozessverzweigungen für die Regelüberprüfungen entfallen.

Durch die Auslagerung der fachlichen Ablauflogik in die Annotationen können diese leicht geändert werden, ohne dazu in den Prozessablauf einzugreifen. Die Aktivitäten selbst können mit diesem Ansatz auch leichter wiederverwendet werden, da sie damit kontextunabhängig werden. Dahingegen ist eine Aktivität in der BPMN-konformen Modellierung nicht wiederverwendbar, wenn sie fachliche Ablauflogik enthält.

Weiterhin erfolgt in der annotationsbasierten Modellierung keine Vorgabe der Reihenfolge der Regelüberprüfung, so kann der Entwickler bei der Umsetzung die Reihenfolge nach nicht-funktionalen Kriterien, wie z. B. Laufzeit, festlegen. Beispielsweise ist es sinnvoll, abweichend von der Reihenfolge im Prozessmodell die Prüfung „Daten enthalten zentralen Diagnoseschlüssel Rind“ vorzuziehen, da sie einfach auf Basis der gesendeten Daten durchgeführt werden kann, und die Prüfung „Daten stammen von laktierenden Kühen“ an den Schluss zu stellen, da die Entscheidung, ob die Kuh bereits gekalbt hat, nur auf Basis einer weiteren Datenbankbeziehung getroffen werden kann. Im Gegensatz dazu ist durch die BPMN-konforme Modellierung die Umsetzung an eine fachlich nicht zwingend notwendige Reihenfolge gebunden.

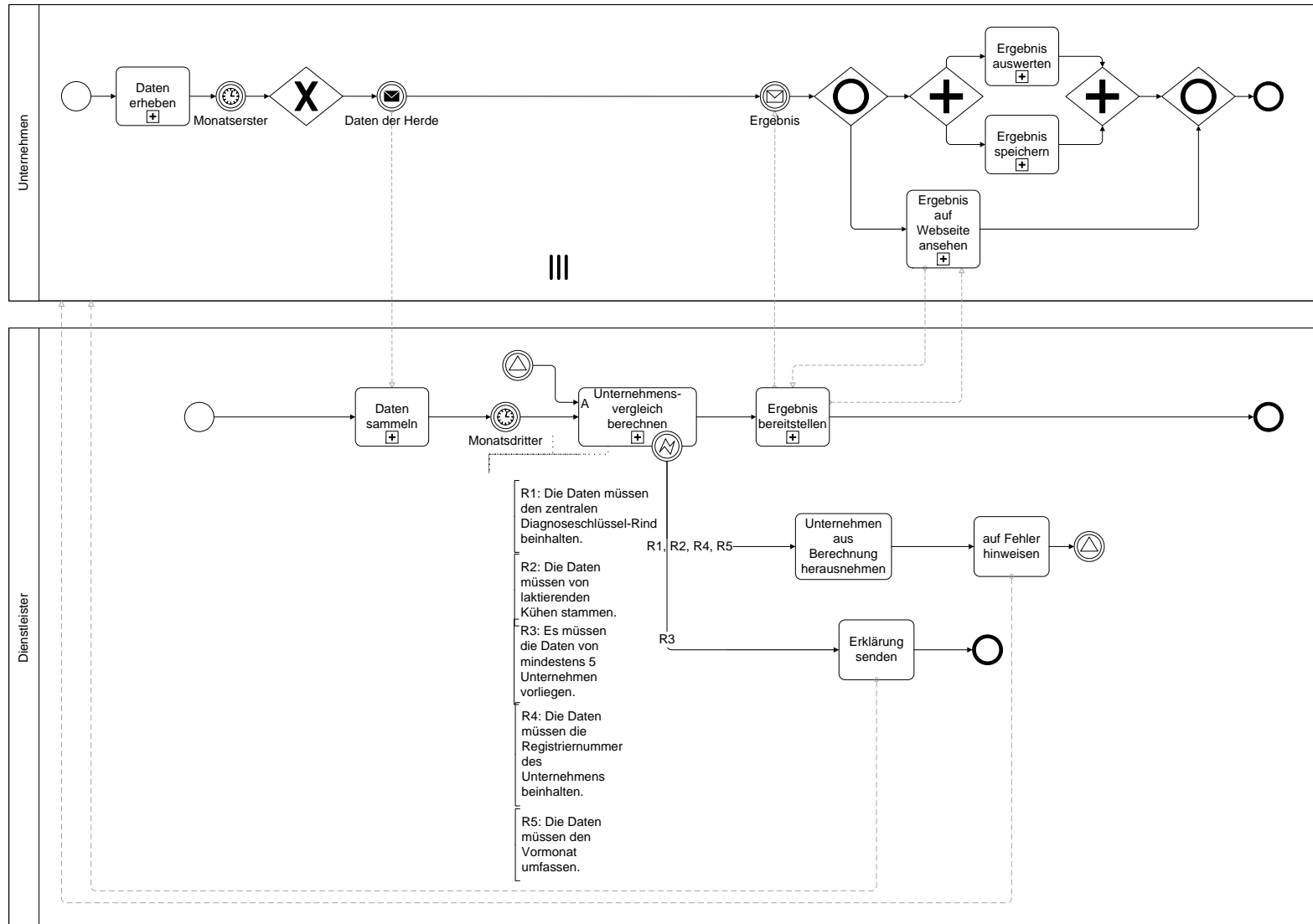


Abbildung 37: Darstellung des Geschäftsprozesses des Unternehmensvergleichs in der annotationsbasierten Modellierung.

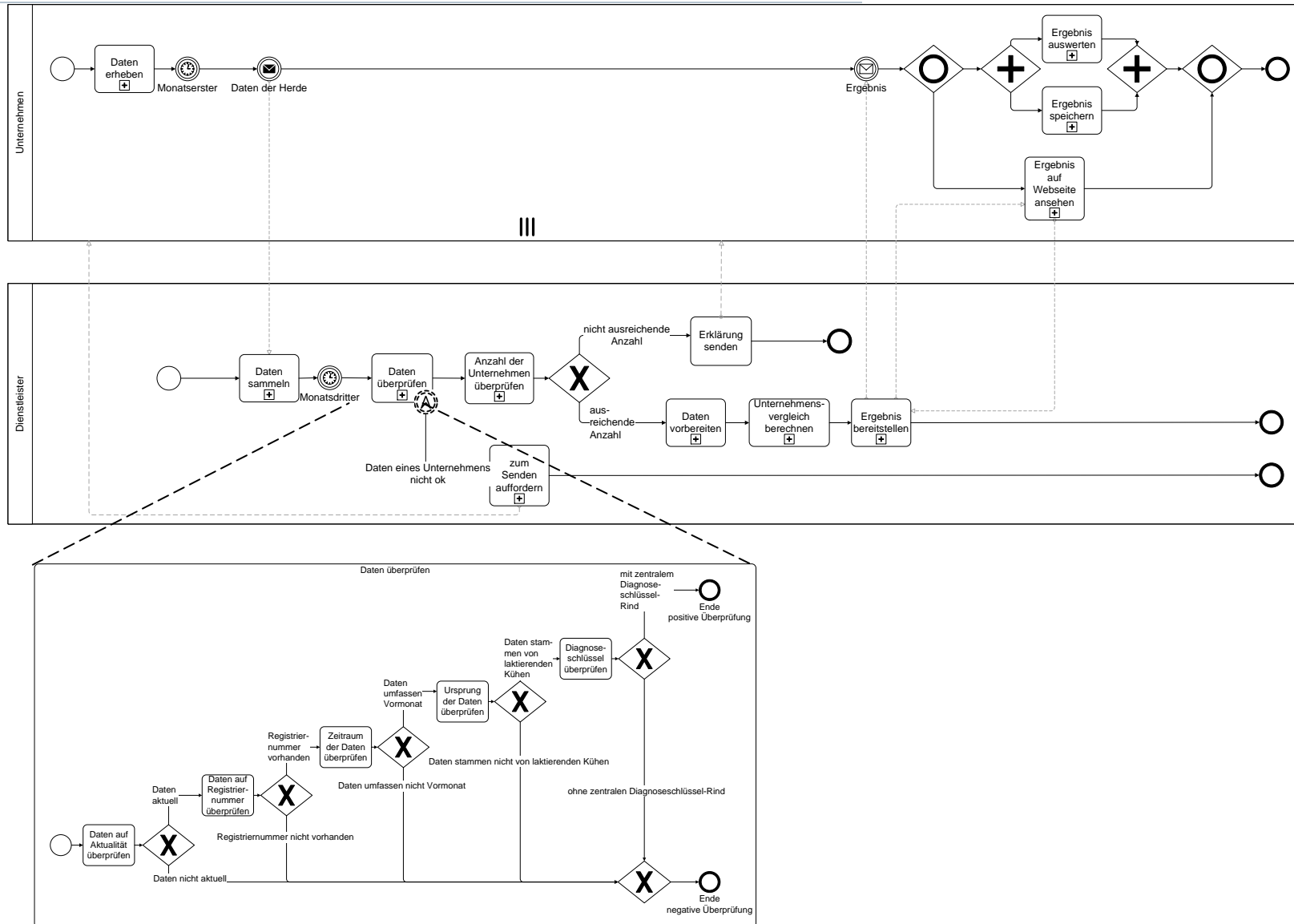


Abbildung 38: Darstellung des Geschäftsprozesses des Unternehmensvergleichs mit Unterprozesses “Daten überprüfen” in BPMN

5.5 Empirische Umsetzung

Der vorgestellte neue Modellierungsansatz wurde anhand eines weiteren Prozesses validiert. Zudem wurde zur Überprüfung des Vorgehens der Prozess des Unternehmensvergleichs in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Datenbanken der Technischen Universität-Dresden prototypisch umgesetzt (5.6).

Zur Validierung der Verwendung in der Praxis des neuen Modellierungsansatzes wurde ein weiterer Prozess des PDF modelliert. Als Beispiel wurde hier der Geschäftsprozess der unternehmensspezifischen Schätzung von krankheitsbedingten Milchminderleistungen gewählt. Dieser unterscheidet sich in seinem Ablauf und den zu überprüfenden Bedingungen vom vorher modellierten Prozess des Unternehmensvergleichs und ist daher geeignet, den Ansatz zu validieren. Der Prozess ist in Abbildung 39 dargestellt.

Es zeigte sich, dass auch der zweite Beispielprozess mit dem entworfenen Modellierungsansatz einfach und übersichtlich modelliert werden konnte, der Modellierungsansatz ist somit für eine große Zahl von Geschäftsprozessen anwendbar.

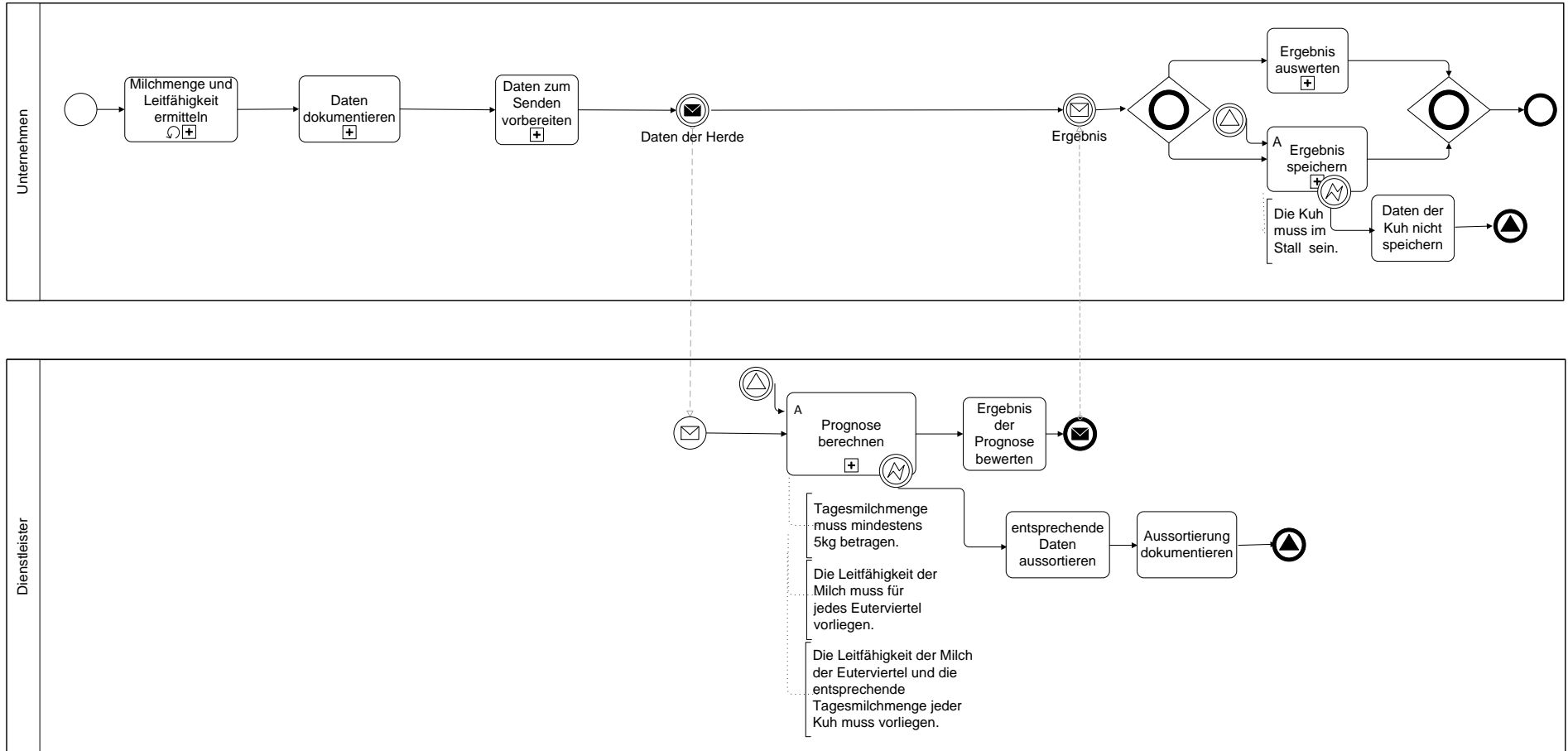


Abbildung 39: Geschäftsprozessmodell der Prognose für Milchmengenabweichungen in der annotationsbasierten Modellierung

5.6 Umsetzung

Die Umsetzung des neuen Modellierungsansatzes erfolgte in mehreren Schritten. Dabei erfolgte die fachliche Modellierung und Erstellung des Vokabulars und der Regeln durch die Arbeitsgruppe Biometrie und Agrarinformatik der Universität Halle. Die technische Umsetzung wurde durch den Lehrstuhl für Datenbanken der Technischen Universität Dresden durchgeführt.

Es wurde darauf Wert gelegt, neben den offenen Standards zur Modellierung wie BPMN und SBVR sowie den Standardprotokollen wie SOAP auch eine technische Plattform aus Open Source Software zu verwenden, hier u. A. ein Tomcat Webcontainer, eine PostgreSQL Datenbank, und eine Pentaho Analyse-Engine (s. Abbildung 40).

Zunächst wurde ein Geschäftsvokabular erstellt, das den Bereich des PDF in der benötigten Tiefe und Breite abbildet. Ein Auszug des Geschäftsvokabulars findet sich in Anhang 1. Bei Begriffen, die nicht eindeutig waren, wurden über die Formulierung von Regeln, die an die SBVR angelehnt waren, Definitionen gebildet.

Der Prozess wurde detailliert und vollständig in BPMN mit ARIS modelliert.

Alle vorkommenden Aktivierungsregeln wurden aufbauend auf dem vorher erstellten Geschäftsvokabular textuell formuliert und als Annotationen im BPMN-Modell dargestellt.

Die Umsetzung des mit dem neuen Modellierungsansatz modellierten Geschäftsprozesses Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten wurde prototypisch durchgeführt. Hierbei wurden gemäß einer serviceorientierten Architektur Dienste definiert, die das Senden der Daten und die Berechnung des Unternehmensvergleichs aus dem BPMN-Geschäftsmodell abbilden. Diese Dienste wurden als Webservices in Java implementiert und auf einem Tomcat-Webcontainer installiert.

Für die prototypische Implementierung wurden die erstellten Aktivierungsregeln noch manuell in Java-Code umgesetzt. Die Technische Universität Dresden arbeitet derzeit an einer automatisierten Umsetzung. Siehe hierzu den Artikel von Habich et al. (2010).

Schließlich wurde die Auswertung der von den Unternehmen gesendeten Daten auf Basis einer Pentaho Datenanalyse-Plattform umgesetzt, mit einer Weboberfläche zur Visualisierung des Unternehmensvergleichs, die den Nutzern in den beteiligten Unternehmen bereitgestellt wurde.

Insgesamt stellt sich die Implementierung mit den eingesetzten Technologien und ihrem Zusammenspiel wie in Abbildung 40 dar.

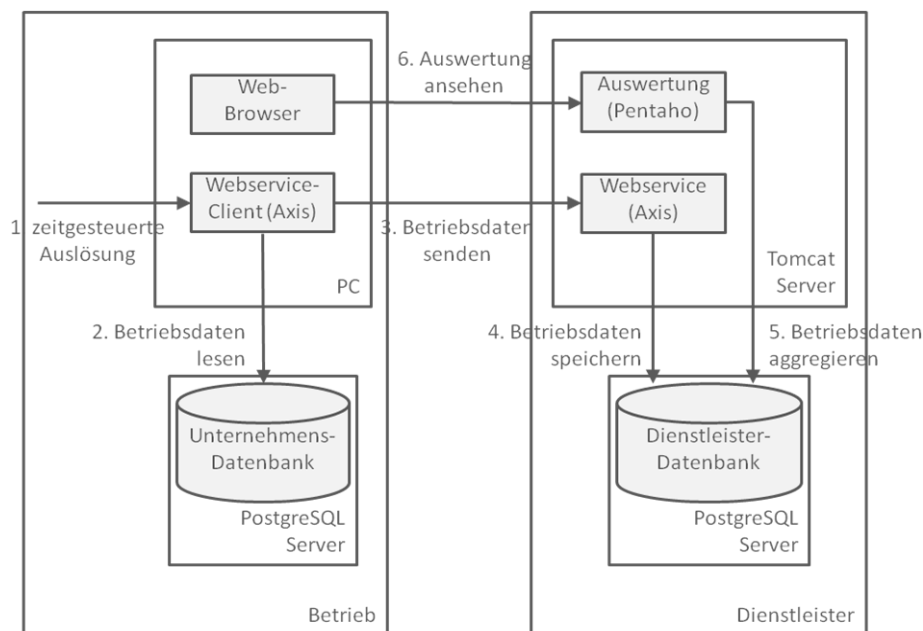


Abbildung 40: Aufbau der umgesetzten Anwendung

Mit der Implementierung war auch eine Untersuchung der aus praktischer Sicht bedeutsamen Frage möglich, ob die Performance der auf SOAP-Webservices basierenden SOA-Plattform auch für den Transfer große Datenmengen ausreichend ist. Hierfür wurden Massendaten (50 bis 100.000 Datensätze) in den Formaten ADIS/ADED und XML in verschiedenen SOAP-Übertragungsmethoden übertragen und die benötigten Übertragungszeiten ausgewertet. Die betrachteten Methoden waren einerseits Einbettung des Datensatzes direkt in die SOAP-Nachricht mit XML-Tags als „Plain“-SOAP, und andererseits Anhang des Datensatzes mit den Methoden SOAP-with-Attachments und SOAP-MTOM (Message Transmission Optimization Method). Beim Übertragen der Datensätze als Anhang wurde zudem die Variante untersucht, die Datensätze zu komprimieren. Die Messergebnisse sind in Abbildung 41 dargestellt.

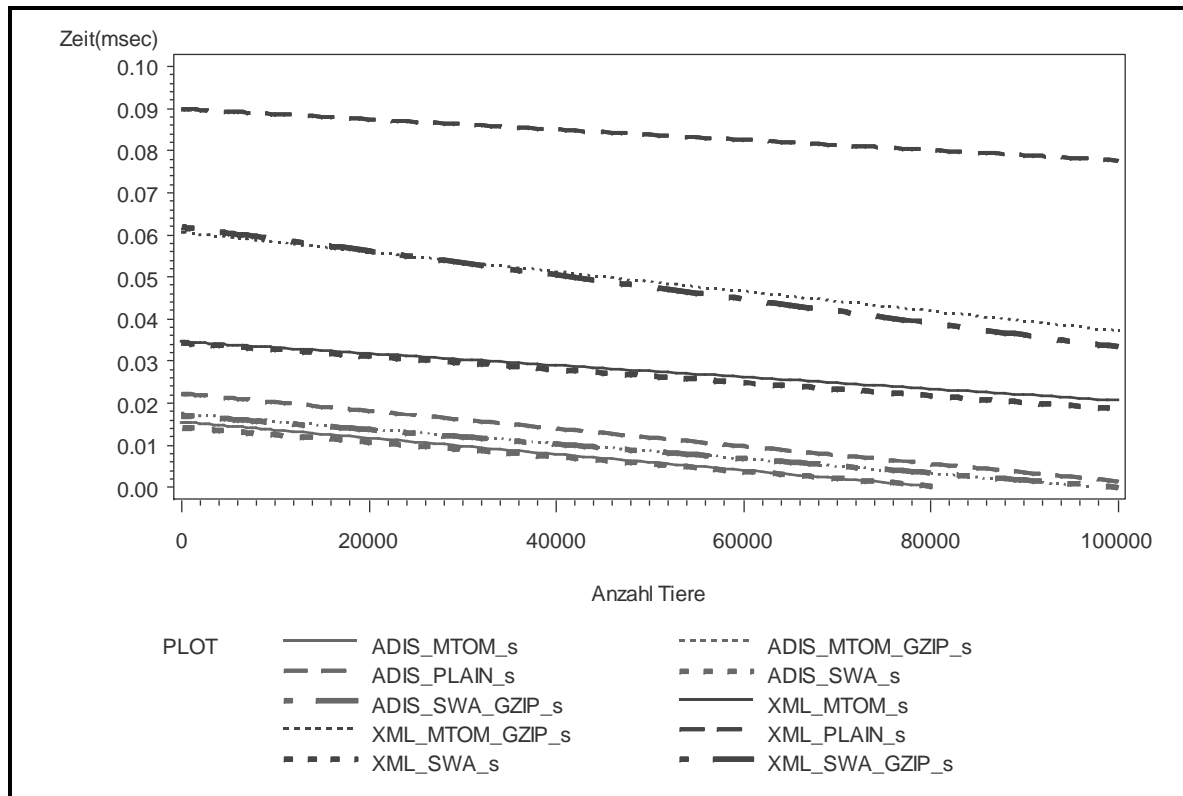


Abbildung 41: Übertragungszeit pro Datensatz abhängig vom Format und der Übertragungsmethode

Es zeigte sich, dass sich mit dem Format ADIS/ADED deutlich geringere Übertragungszeiten im Vergleich zur Übertragung derselben Datensätze mit XML erzielen lassen. Durch Einsatz der Methoden SOAP-with-Attachments und SOAP-MTOM konnten die Werte für beide Formate verbessert werden, eine Komprimierung der Datensätze brachte im getesteten Szenario jedoch keine Verbesserung. Insbesondere wichtig für die Anwendbarkeit der SOA-Plattform für den Agrarbereich ist jedoch, dass unabhängig von der eingesetzten Methode die Übertragungszeiten ausreichend waren – auch für Tausende Datensätze lag die Übertragungszeit im Bereich von wenigen Sekunden.

Mit der prototypischen Umsetzung wurde so gezeigt, dass mit dem gewählten Modellierungsansatz realitätsnahe, komplexe Geschäftsprozesse einfach und übersichtlich modelliert und aus diesem Modell auf nachvollziehbarem, später dadurch im MDA-Sinn auch automatisierbaren Weg ausführbar gemacht werden können. Auch die Praxistauglichkeit und Performance der eingesetzten SOA-Plattform mit SOAP-Nachrichtenübertragung wurde nachgewiesen.

5.7 Schlussfolgerungen aus der Anwendung des annotationsbasierten Modellierungsansatzes

Die Nachteile, die bei der Modellierung mit spezifikationskonformer BPMN auftraten, können durch Anwendung des hier vorgestellten annotationsbasierten Modellierungsansatzes gelöst werden.

Für den annotationsbasierten Modellierungsansatz werden die Bedingungen, die in einem Prozess überprüft werden und für den Ablauf des Happy Path erfüllt sein müssen, aus der Prozessstruktur herausgelöst und durch Aktivierungsregeln ausgedrückt. Die Aktivierungsregeln bauen auf einem begrenzten Geschäftsvokabular auf. Sie werden direkt an die betreffende Aktivität mit Annotationen gehängt. Es ist möglich, die Folge der Nichteinhaltung der Regeln in dem Prozess darzustellen.

Durch die Verwendung von BPMN und formalisierten Regeln ist die Transformierbarkeit im Rahmen der MDA weiterhin gewährleistet. Auch die Abbildbarkeit der Aktivitäten auf Services ist nicht beeinträchtigt.

Durch das Herauslösen der Bedingungsüberprüfung aus der Prozessstruktur ergibt sich eine geringere Komplexität des Prozesses und damit eine erhöhte Übersichtlichkeit. Der Prozessablauf ist weiterhin erkennbar, zusätzlich werden die fachliche Logik und die Bedingungen auf den ersten Blick sichtbar. Dies erhöht die fachliche Diskussionsmöglichkeit des Prozesses und der darin enthaltenen fachlichen Fragestellung.

Falls sich Bedingungen ändern, ist es möglich, diese direkt in der Aktivierungsregel zu ändern, die Aktivierungsregel zu entfernen oder hinzuzufügen. Es muss also nicht mehr in den Prozessablauf eingegriffen werden.

Durch die Abbildung der fachlichen Bedingungen in Annotationen entfällt die lange Kette der Aktivitäten, und der Ablauf wird einfacher. Auch wird die Wiederverwendbarkeit der Aktivität und damit des Services erhöht, da die fachliche, kontextabhängige Logik nicht mehr in der Aktivität selbst steckt, sondern diese vielmehr kontextunabhängig ist. Die fachliche Logik findet sich in den Aktivierungsregeln, die kontextabhängig formuliert werden.

Der Programmierer hat freie Hand bei Festlegung der Reihenfolge der Umsetzung der fachlichen Prüfung in Software, die Reihenfolge kann nach informatik-logischen Gesichtspunkten erfolgen und ist nicht mehr starr an den durch die BPMN vorgegebenen Ablauf gebunden.

6 Abschließende Diskussion

Zielstellung dieser Arbeit war die Bereitstellung der Infrastruktur für einen Daten- und Informationsaustausch, die Identifizierung bedeutsamer unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, die Prüfung von verschiedenen Modellsprachen zur Modellierung von Geschäftsprozessen, die Ableitung und die Prüfung eines Vorgehensmodells, die Bereitstellung einer Grundlage für Kommunikation mit den Fachexperten und schließlich die Umsetzung einer Beispielanwendung. Fokus der gesamten Arbeit war, den zu entwickelnden Ansatz darauf auszurichten, dass er von Fachexperten verstanden, diskutiert und modelliert werden kann. Auch die Kommunikation und das Verständnis mit dem Informatik-Experten müssen an jeder Stelle gewährleistet sein.

Für das PDF sind einige unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse auf Einzelfalllösungen, wie z. B. die HIT-Meldungen, umgesetzt. Es gibt aber einen großen Informationsbedarf, der nur durch die Umsetzung neuer, noch nicht realisierter Geschäftsprozesse gedeckt werden kann. Durch die Entwicklungen im Bereich des PDF werden diese unternehmensübergreifenden Geschäftsprozesse zunehmen. Die Zunahme der Prozesse wird hauptsächlich in zwei Kategorien stattfinden:

- Prozesse, deren Ziel nicht durch die im Unternehmen vorhandene Ausstattung verwirklicht werden kann oder die Wissen benötigen, das im Unternehmen nicht vorhanden ist;
- Prozesse, deren Ziel aus inhaltlicher Sicht nicht im Unternehmen selbst umgesetzt werden kann.

So ist beispielsweise die Information über die Höhe des Auftretens bestimmter Krankheiten (bspw. Mastitis) in einem Landwirtschaftsunternehmen im Vergleich zu anderen im Moment noch nicht verfügbar. Daher wurde in dieser Arbeit der dazu nötige Geschäftsprozess „Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten beim Milchrind“ prototypisch umgesetzt. Hierbei wird das unternehmenseigene tiergruppenspezifische Auftreten der Erkrankung mit dem anderer Unternehmen verglichen. Dieser Prozess wurde als Beispielsprozess zur Prüfung der Modellierungssprachen und der Vorgehensmodelle verwendet und letztendlich in Software umgesetzt.

Der Bereich des PDF weist einige Besonderheiten auf, auf die bei der Wahl des Ansatzes und der Modellierungssprache zu achten ist. So sind viele Akteure mit unterschiedlichen,

heterogenen Anwendungssystemen zu berücksichtigen. Es handelt sich um komplexe Austausch-Prozesse, die mit einem hohen Datenaufkommen einhergehen.

Die serviceorientierte Architektur ist für den Bereich des PDF geeignet, da sie der Situation vieler Partner mit heterogenen Anwendungen gut angepasst ist.

Der Einsatz von MDA als Vorgehensmodell gewährleistet die Durchgängigkeit des Ansatzes. Im Rahmen einer MDA wird aus einem technikfernen, computerunabhängigen Modell in mehreren Stufen eine Implementierung abgeleitet. Dies geschieht über das plattformunabhängige und plattformspezifische Modell. Auf jeder Stufe wird das Modell um technische Informationen angereichert. Zuletzt steht die konkrete Implementierung.

Aus einem Geschäftsprozessmodell auf der Ebene des PIM ist es möglich, aus den Aktivitäten die Services einer SOA abzuleiten. Die einzelnen Services können auf Seite jeden Partners über einen ausführbaren Geschäftsprozess auf der Ebene des PSM orchestriert werden.

BPMN ist geeignet für die Modellierung der Geschäftsprozesse des PDF. Diese Notation ist schnell erlernbar, verständlich und in der Version 2.0 ausführbar. Die komplexen Prozesse des PDF mit mehreren Partnern lassen sich gut und übersichtlich abbilden.

Allerdings weist die Verwendung von BPMN einige Nachteile auf. Um den Anspruch der fachlichen Diskussionsmöglichkeit und der automatischen Ausführbarkeit zu erfüllen, muss die fachliche Ablauflogik mit in den Prozess aufgenommen werden. In Fällen, in denen allein der Ablauf des Geschäftsprozesses dargestellt wird, kann beispielsweise die Aktivität „Daten überprüfen“ als Blackbox dargestellt werden. Blackbox bedeutet, es wird in dem Prozess nicht näher erläutert, was überprüft wird. Da das Ziel dieser Arbeit aber sowohl die fachliche Verwendung als auch die Kommunikation zur gezielten Umsetzung des Prozesses mit dem Informatiker war, muss in das Prozessmodell auch die fachliche Logik dieses Schrittes mit aufgenommen werden. Bei Verwendung spezifikationskonformer BPMN führte dies zu Unübersichtlichkeit und zur Einschränkung der Wiederverwendbarkeit der Aktivitäten und der daraus abgeleiteten Services. Zudem bedeutete jede Änderung der Bedingungen einen Eingriff in den Prozessablauf.

Im annotationsbasierten Ansatz zur Modellierung von Geschäftsprozessen wird dieser Mangel beseitigt, indem die Überprüfung der Bedingungen, also die fachliche Logik, die sehr prozessspezifisch ist, aus dem Prozessablauf herausgenommen wird. Diese Bedingungen müssen eingehalten werden, damit eine darauffolgende Aktivität gestartet werden kann. Sie können als Regeln ausgedrückt werden. Es handelt sich hierbei aber nicht

um Geschäftsregeln im Sinne der Business Rule Group, da sie nicht global im Unternehmen gelten, sondern sehr kontextabhängig sind. Sie dienen der Aktivierung einer Aktivität des Prozesses und werden „Aktivierungsregeln“ genannt. Aktivierungsregeln sind kontextabhängig und gelten spezifisch an der Stelle des Prozesses, an der sie eingesetzt werden. Sie bauen auf einem begrenzten Geschäftsvokabular auf. Mithilfe dieses Vokabulars und unter Zuhilfenahme von Schlüsselwörtern, die die jeweilige Modalität ausdrücken, werden die Regeln analog zu Geschäftsregeln gebildet.

Ein Geschäftsvokabular besteht aus Begriffen der Anwendungsdomäne, die über Fakttypen miteinander in Beziehung stehen. Es bildet einen Teil des Wissens dieser Domäne ab. Die Begriffe müssen eindeutig definiert werden. Das Vokabular kann von Fachleuten gepflegt und erweitert werden. Damit können die fachlichen, landwirtschaftlichen Sachverhalte ausgedrückt werden. Zudem ist es in ein Datenmodell abbildbar. Das für das PDF erstellte Geschäftsvokabular konnte dem KTBL für weitere Arbeiten zur Verfügung gestellt werden.

Annotationen sind Elemente der BPMN, mit Ihnen kann zusätzliche Information in einem Prozess vermerkt werden. Mit Hilfe dieser Annotationen werden Regeln direkt an diejenige Aktivität gehängt, für deren Durchführung sie erfüllt sein müssen. Es ist möglich, Regelverstöße zu modellieren.

Die Modellierung im annotationsbasierten Modellierungsansatz übernimmt die Vorteile der BPMN und kann gleichzeitig die Nachteile der BPMN kompensieren. Durch die Trennung von Prozessablauflogik und fachlicher Logik bleibt das Modell übersichtlich, die Aktivitäten und Services können im Rahmen der SOA wiederverwendet werden. Bei einer Änderung der Bedingungen muss nicht in den Geschäftsablauf eingegriffen werden, sondern es muss lediglich die entsprechende Aktivierungsregel umformuliert, gelöscht oder hinzugefügt werden.

Der beschriebene durchgängige Entwicklungsansatz wurde für den Prozess eines Unternehmensvergleichs prototypisch an der Universität Halle umgesetzt. Dabei wurden aus den einzelnen Aktivitäten Services abgeleitet, die als Webservices umgesetzt wurden. Die Überprüfung der Regeln wurde manuell in Software umgesetzt. An der Technischen Universität Dresden wurde der Prozess in der Open Service Process Platform (OSPP) automatisiert umgesetzt, die Aktivierungsregeln wurden automatisiert in Production Rules transformiert.

Es zeigt sich, dass der entwickelte Ansatz gut für den Einsatz im PDF geeignet ist. Der in der annotationsbasierten Modellierung abgebildete Prozess wurde in Arbeitsgruppen diskutiert

und gut verstanden. Durch den modellierten Prozess konnten die fachlichen Schwerpunkte dem Informatiker mitgeteilt werden und dieser konnte sie domänenspezifisch implementieren.

Die Ableitung der Aktivitäten in Services erwies sich als gut umsetzbar. Die Abbildung der Regeln auf ausführbare Production Rules konnte prototypisch gezeigt werden.

Mit dem entwickelten Ansatz steht ein Vorgehensmodell (Abbildung 42) für die Umsetzung von Geschäftsprozessen des PDF zur Verfügung. Es baut auf der Durchgängigkeit der MDA auf und verwendet Webservices.

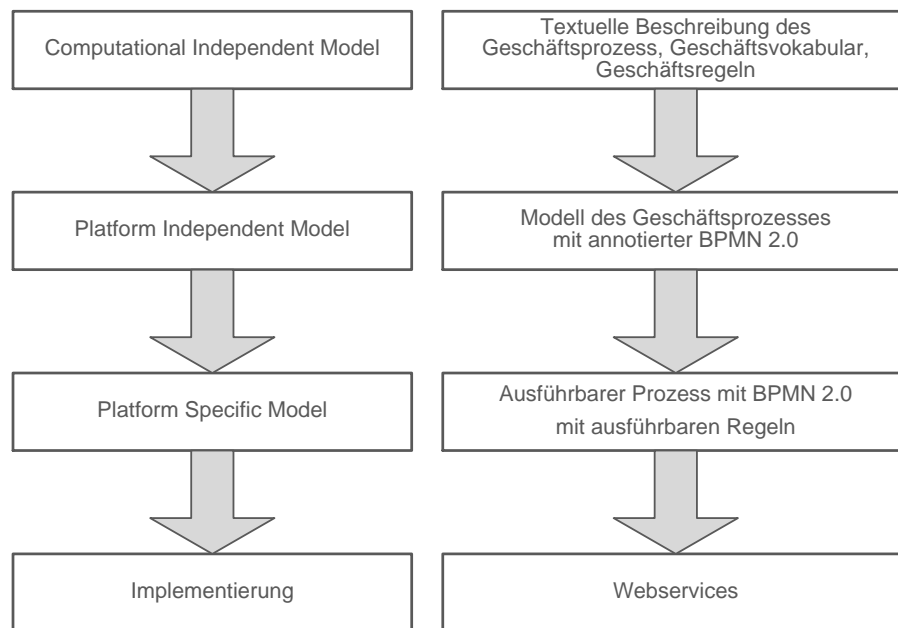


Abbildung 42: MDA im PDF

Der vorgestellte Ansatz dient als Grundlage der Kommunikation zwischen Landwirtschaftsexperten und IT-Experten. Es zeigte sich, dass die Anforderungen an ein Vorgehen durch diesen entwickelten Ansatz erfüllt werden.

7 Zusammenfassung

Mit dem Precision Dairy Farming (PDF) wurde ein Konzept entwickelt, das den komplexen Anforderungen im Bereich der Milchviehhaltung Rechnung tragen soll. Dabei steht das Einzeltier im Fokus, der Schwerpunkt der weiteren Entwicklung liegt auf der Tierbeobachtung durch ein System von Sensoren, kontinuierliche Dokumentation der Einzeltier-Merkmale und –Daten. Deren Auswertung durch Informations- und Kommunikationstechnologien dient der Entscheidungsunterstützung und Planung auf den Ebenen des Einzeltieres, der Tiergruppe und des Unternehmens.

Mit dieser Arbeit soll eine geeignete Infrastruktur für den Daten- und Informationsaustausch innerhalb dieses Konzepts bereitgestellt werden, welche die bedeutsamen unternehmensübergreifenden Geschäftsprozesse identifiziert und ein Vorgehensmodell zur Modellierung und Umsetzung von den identifizierten Geschäftsprozessen geprüft und bereitgestellt werden. Schließlich wird der Entwicklungsansatz durch Umsetzung einer Beispielanwendung validiert.

Dazu wurde eine Informationsbedarfsanalyse in Bezug auf unternehmensübergreifende Prozesse durchgeführt. Der Fokus wurde auf noch nicht realisierte Prozesse gelegt. Die Informationsbedarfsanalyse ergab folgende gewünschte Prozesse:

- Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten beim Milchrind;
- Unternehmensspezifische Schätzung von krankheitsbedingten Milchminderleistungen;
- Interaktive Bereitstellung von Zuchtwertkurven;
- DLQ-Datenportal zur Vereinfachung des Datenaustauschs und der Datenbereitstellung;
- Prognose zur Entscheidungsunterstützung.

Im Bereich des PDF gibt es viele Akteure, die meist eigene Softwarelösungen einsetzen. Zudem sind die Prozesse des PDF komplex und von einer hohen Datenintensität gekennzeichnet.

Aus Gründen der Heterogenität der Anwendungslandschaft bietet sich der Einsatz einer serviceorientierten Architektur (SOA) an. Diese kann im Rahmen einer modellgetriebenen Architektur (MDA) aus einem Geschäftsprozessmodell abgeleitet werden. Dadurch wird die Kommunikation zwischen Landwirtschaftsexperten und Informatikern sichergestellt, da der Geschäftsprozess von fachlicher Seite modelliert wird und schrittweise in eine Implementierung transformiert wird. Als Beispielprozess zur Anwendung und Prüfung des

Vorgehens wurde der Prozess „Unternehmensvergleich der Gesundheitsdaten beim Milchrind“ ausgewählt.

Nach vergleichender Betrachtung unterschiedlicher Modellierungssprachen für Geschäftsprozesse wurde der Prozess in BPMN modelliert, da BPMN die an die Modellierungssprache gestellten Anforderungen seitens der Agrarwirtschaft und der Informatik erfüllt. Allerdings zeigten sich bei der konkreten Modellierung des Prozesses einige Nachteile. Da besonderer Schwerpunkt auf die fachliche Anwendung und damit die Möglichkeit zur fachlichen Diskussion gelegt wurde, muss der modellierte Prozess viel fachliche Ablauflogik in Form von Bedingungen an die Daten enthalten. Zudem ist die Information auch für die technische Ausführbarkeit von Bedeutung. Genau in diesen Bedingungen stehen die Kriterien, auf welche die Daten überprüft werden müssen. Diese Vermischung/Integration machte den Prozess komplexer als nötig und zudem litt die fachliche Diskussionsmöglichkeit, da die Bedingungen in Unterprozessen überprüft werden und somit nicht auf den ersten Blick erkennbar sind. Auch können die Aktivitäten nicht wiederverwendet werden, da sie situationsbedingte und kontextabhängige Informationen enthalten. Dies gilt auch für die aus ihnen abgeleiteten Services.

Daher wurde ein erweiterter Ansatz entwickelt. Aufbauend auf einem Geschäftsvokabular, das für das PDF erstellt wurde, werden sogenannte „Aktivierungsregeln“ mit Hilfe von Schlüsselwörtern, die die Modalität ausdrücken, formuliert. Sowohl der Aufbau des Geschäftsvokabulars als auch die Formulierung der Regeln ist an die *Semantics of Business Vocabulary and Business Rules (SBVR)* angelehnt. Die Aktivierungsregeln werden mit Annotationen an die sie jeweils betreffende Aktivität des Prozesses hinzugefügt und somit in den Prozess integriert. Das Einhalten aller assoziierten Regeln ist die Voraussetzung für den Start der Aktivität. Nur bei positivem Ausgang kann die Aktivität gestartet werden. Es ist möglich, die unterschiedlichen Konsequenzen von Regelverletzungen in das Geschäftsprozessmodell zu modellieren.

Mit dem annotationsbasierten Ansatz ist es möglich, die fachliche Ablauflogik in das Modell zu integrieren. Sie ist aber im Gegensatz zur spezifikationskonformen Modellierung sichtbar und damit diskutierbar und bei Änderung bedarf es keinen Eingriffs in den Prozessablauf. Die Darstellung des Prozesses wird schlanker und die Wiederverwendbarkeit der Aktivitäten und damit der daraus abgeleiteten Services erhöht.

Der als Beispiel gewählte Geschäftsprozess wurde in eine Beispielanwendung umgesetzt. Die einzelnen Aktivitäten wurden zu Services abgeleitet und die Überprüfung der

annotierten Aktivierungsregeln manuell zu Software umgesetzt. An der Technischen Universität Dresden, Lehrstuhl für Datenbanken, wurde der Prozess inklusive der Regeln automatisiert in der Open Service Process Platform (OSPP) implementiert und ausgeführt.

Die Eignung des Ansatzes für die Modellierung und Umsetzung eines unternehmensübergreifenden Geschäftsprozesses des PDF in eine Anwendung unter Gewährleistung der Kommunikation und durchgängigen Diskussionsmöglichkeit zwischen Fachexperten und Informatikern wurde gezeigt.

8 Summary

The concept of Precision Dairy Farming has been developed to face the complex requirements of dairy farming. It focuses on the individual animal, the key aspect of the further development is based on monitoring the individual animal with the help of a system of sensors and continuous documentation of the attributes and the data. Their evaluation durch communication and information technology serves as a basis for the decision making process and further planning on the levels of the individual animal, the group of animals, and the agricultural enterprise.

The aim of this thesis is the provision of a suitable infrastructure for the data and information exchange within the concept of Precision Dairy Farming. Another topic covers the identification of the significant business-to-business processes, the assessment of xthe considerable and comprehensive business process and the provision of a software development method including the modeling and implementation of the process. Finally, an exemplary deployment is implemented.

Therefore, an analysis of the demand for information in respect to the business-to-business process has been undertaken. Focus was set on processes (which/ that are) not yet realized. The not yet realized processes have been the focus of this analysis. The analysis resulted in the following processes:

- Interfarm comparison of health data for dairy cattle;
- Estimation of diseaseborne reduction of milk production specific for one farm;
- Interactive availability of genetic evaluation results;
- DLQ-data-portal for the simplification of data exchange and the data supply
- Prognosis for assisting the decision-making.

In the field of PDF, there are many actors who mainly use their own software. This leads to a vast heterogeneity in the software r. The processes of PDF are complex and marked by a high intensity of data exchange.

Due to the heterogeneity of the application landscape the use of a service oriented architecture is advisable. It can be applied within the framework of the model driven architecture (MDA) and the services can be inferred from a business process model. This ensures the communication between agrarian experts and IT, the process will be modeled by

the user and be implemented step by step. The process “Interfarm comparison of health data for dairy cattle” was chosen as example for using and testing the procedure.

After comparing different modeling notations for business processes, the process has been designed using BPMN, as BPMN meets the requirements that have been raised from the specialist as well as from the technical viewpoint. However, the concrete modeling of the process showed some drawbacks. The focus has been set to the use in the agrarian sector and the possibility of an expert discussion, the process has to contain a lot of domain specific logic in form of constraints to the data. This information is important for the ability to execute technically the automated process. These constraints are the criteria, to which the data has to be tested. This combination of process routing and domain specific logic is increasing the complexity of the process. The possibility to discuss the process from an agrarian point of view is not given, as the constraints are evaluated in a sub process and thus are not seen on first glance. The activities cannot be reused, as they are situational and required by the specific context. The same is true for the services, which are deducted from the activities.

For this reason, an extended approach has been developed. So-called activating rules are expressed including key words to define the modality. These rules are based on a business vocabulary, which has been created for the PDF. The design of the business vocabulary as well as the wording of the rules follows the suggestions of the Semantics of Business Vocabulary and Business Rules (SBVR). The activating rules are attached to the concerning activity with the help of annotations and thus are integrated into the process. Before starting the activity, the data first has to be tested to comply with these rules. Only if there is a positive outcome, the activity can be started. It is possible, to model the different consequences, which are caused by violations of different rules.

Within the extended approach, it is possible to integrate the domain specific logic into the model. Compared to the specification conform model, they are visible and thus it is possible to discuss them. For changing a rule, there is no need to change the process itself. The process is more slender and the activities can be reused, as can be the inferred services.

The exemplary process has been implemented for a prototype. The single activities have been inferred to services. The testing of the annotated rules has been implemented manually. At the Technischen Universität Dresden, Database Technology Group, the process has been implemented automated, inclusive of the rules in, the Open Service Process Platform (OSPP) and has been executed.

This approach is suitable for modelling and implementing business-to-business process in the field of PDF while guaranteeing the communication and the ability to discuss continuously between agrarian expert and IT.

Literaturverzeichnis

- Allweyer, T. (2008): BPMN Business Process Modeling Notation. Books on Demand.
- Allweyer, T. (2009): Kollaborationen, Choreographien und Konversationen in BPMN 2.0. www.kurze-prozesse.de/blog/wp-content/uploads/2009/06/kollaborationen-choreographien-und-konversationen-in-bpmn-20.pdf (abgerufen am 03.05.2012).
- Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e. V. (2008): ADR-Empfehlung 3.1.1 zur Erfassung und Verwendung von Gesundheitsdaten beim Rind Anlage 1. http://www.adr-web.de/services/files/richtlinien_empfehlung/ADR-%20Empfehlung%203.1.1_Anlage%201.pdf (abgerufen am 06.06.2012)
- Arsanjani, A. (2004): Service-oriented modeling and architecture. <http://www.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-soa-design1/> (abgerufen am 03.05.2012).
- Becker, A.; Widjaja, T.; Buxmann, P. (2011): Nutzenpotenziale und Herausforderungen des Einsatzes von Serviceorientierten Architekturen. In: *Wirtschaftsinformatik* 53(4), S. 187-99.
- Becker, J.; Mathas, C.; Winkelmann, A. (2009): *Geschäftsprozessmanagement*. Berlin: Springer-Verlag.
- Berstel, B.; Bonnard, P.; Bry, F.; Eckert, M.; Patranjan, P.-L. (2007): Reactive Rules on the Web. In: Antoniou, G.; Aßmann, U.; Baroglio, C.; Decker, S.; Henze, N.; Patranjan, P.-L.; Tolksdorf, R. (Hrsg.): *Reasoning Web*. LNCS 4636, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 183-239.
- Boehm, B. (1988): A spiral model of software development and enhancement. In: *Computer* 21(5), S. 61-72.
- Boley, H.; Kifer, M.; Pătrânjan, P.-L.; Polleres, A. (2007): Rule Interchange on the Web. In: Antoniou, G.; Aßmann, U.; Baroglio, C.; Decker, S.; Henze, N.; Patranjan, P. L.; Tolksdorf, R. (Hrsg.): *Reasoning Web*. LNCS 4636, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 269-309.
- Booch, G.; Rumbaugh, J.; Jacobson, I. (2004): *The Unified Modeling Language User Guide*, 12. Aufl.; Boston: Addison-Wesley.
- Bry, F.; Marchiori, M. (2005): Ten Theses on Logic Languages for the Semantic Web. In: Fages, F.; Soliman, S. (Hrsg.): *Principles and Practice of Semantic Web Reasoning*. LNCS 3703, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 42-49.
- Business Rules Group (2010): *Business Rules Manifest*. <http://www.businessrulesgroup.org/brmanifesto/BRManifestDeutsch.pdf> (abgerufen am 04.05.2012).
- Charwat, H.J. (1994): *Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation*. 2. Aufl.; München: Oldenbourg Verlag.
- Chen, P.P. (1976): The entity-relationship model – toward a unified view of data. In: *ACM Transactions on Database Systems* 1(1), S. 9-36.

- Dahme, C. (2001): Wissenschaftstheoretische Positionen in Bezug auf die Gestaltung von Software. In: Fuchs-Kittowski, K.; Bonitz, M. (Hrsg.): Organisationsinformatik und Digitale Bibliothek in der Wissenschaft. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung Books on Demand, S. 167-179.
- Datz, T (2004): What You Need To Know About Service-Oriented Architecture. http://www.cio.com/article/32060/What_You_Need_to_Know_About_Service_Oriented_Architecture (aufgerufen 04.05.2012).
- Demuth, B.; Liebau, H.-B. (2007): An Approach for Bridging the Gap Between Business Rules and the Semantic Web. In: Paschke, A.; Biletskiy, Y. (Hrsg.): Advances in Rule Interchange and Applications. LNCS 4824, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 119-133.
- Denert, E. (1991): Software-Engineering. 1. Nachdruck. Berlin: Springer-Verlag.
- Doluschitz, R.; Spilke, J. (2002): Agrarinformatik. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- Doluschitz, R.; Emmel, M.; Kaiser, M.; Pape, J.; Roth, M. (2004): E-Business in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Bergen/Dumme: Agrimedia GmbH.
- Dostal, W.; Jeckle, M.; Melzer, I.; Zengler, B. (2005): Service-orientierte Architekturen mit Web Services, 1. Aufl.; München: Spektrum Akademischer Verlag.
- Engels, G.; Hess, A.; Humm, B.; Juwig, O.; Lohmann, M.; Richter, J.-P.; Voß, M.; Willkomm, J. (2008)a: Quasar Enterprise, 1. Aufl.; Heidelberg: dpunkt.verlag.
- Engels, G.; Sauer, S.; Soltenborn, C. (2008)b: Unternehmensweit verstehen – unternehmensweit entwickeln: Von der Modellierungssprache zur Softwareentwicklungsmethode. In: Informatik-Spektrum 31(5), S. 451-459.
- Erl, T. (2006): Service-Oriented Architecture. Upper Saddle River, NJ (u. a.): Prentice Hall PTR.
- Feucker, W. (2011): Persönliche Mitteilung.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2012): agrovoc term info, Term Code: 1939, Kuh. http://aims.fao.org/en/agrovoc-term-info?mytermcode=1939&mylang_interface=en&myLanguage=DE (abgerufen am 04.05.2012).
- Gašević, D.; Guizzardi, G.; Taveter, K.; Wagner, G. (2010): Vocabularies, ontologies, and rules for enterprise and business process modeling and management. In: Information Systems 35(4), S. 375-378.
- Habich, D., Lehner, W. (2010): Serviceorientierte Architektur im Precision Dairy Farming aus der Perspektive der Informatik. In: Fähnrich, K.-P.; Bogdan, F. (Hrsg.): Informatik 2010. Service Science - Neue Perspektiven für die Informatik – Band 1. LNI – 175. Bonn: Köllen-Verlag, S. 143-148.
- Habich, D.; Richly, S.; Demuth, B.; Gietl, F.; Spilke, J.; Lehner, W.; Assmann, U. (2010): Joining business rules and business processes. In: Targamadze, A.; Butleris, R.; and Butkiene, R. (Hrsg.): 16th International Conference on Information and Software Technologies IT 2010. Conference Proceedings. Kaunas: S. 361-368.
- Heinrich, L. J. (2002): Informationsmanagement. München, Wien: Oldenbourg.
- Heinrich, L. J.; Heinzl, A.; Roithmayr, F. (2007): Wirtschaftsinformatik. 3. Aufl.; München, Wien: Oldenbourg.

- Helbig, H. (2008): Wissensverarbeitung und die Semantik der Natürlichen Sprache. 2. Aufl.; Heidelberg: Springer-Verlag.
- Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere (HIT) (2012): HIT-Protokoll <http://www2.hi-tier.de/Entwicklung/konzept/hip/default.htm> (abgerufen am 11.08.2012).
- Heutschi, R. (2007). Serviceorientierte Architektur. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Horváth, P. (2002): Controlling. 8. Aufl.; München: Vahlen.
- Katzenbach, A.; Steiert, H. P. (2011): Engineering-IT in der Automobilindustrie – Wege in die Zukunft. In: Informatik-Spektrum 34(1), S. 7-19.
- Keller, G.; Nüttgens, M.; Scheer, A.-W. (1992): Semantische Prozessmodellierung auf der Grundlage „Ereignisgesteuerter Prozessketten (EPK)“. http://www.uni-saarland.de/fileadmin/user_upload/Fachrichtungen/fr13_BWL/professuren/PDF/heft89.pdf Heft 89 [Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWi), Universität des Saarlandes] (abgerufen am 04.05.2012).
- Kelton, D. F.; Lissemore, K. D.; Martin, R. E. (1998): Recommendations for Recording and Calculating the Incidence of Selected Clinical Diseases of Dairy Cattle. In: Journal of dairy science 81(9), S. 2502-2509.
- Knuth, M. (2003): Web Services Einführung und Übersicht. Frankfurt: Software & Support Verlag GmbH.
- Kohnke, O.; Scheffler, T.; Hock, C. (2008): SOA-Governance – Ein Ansatz zum Management serviceorientierter Architekturen. In: Wirtschaftsinformatik 50(5), S. 408-412.
- Koreimann, D. (1976): Methoden der Informationsbedarfsanalyse. Berlin: Walter de Gruyter GmbH.
- Köstler, R. (2008): Beitrag zur Entwicklung von Informationsdienstleistungen für Landwirtschaftsunternehmen – dargestellt am Beispiel der Milcherzeugung. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Naturwissenschaftliche Fakultät III, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Arbeitsgruppe Biometrie und Agrarinformatik. Dissertation.
- Kruchten, P. (2000): The Rational Unified Process: An Introduction. 2. Aufl.; Boston: Addison.
- Kruczynski, K. (2010): Business process modelling in the context of SOA – an empirical study of the acceptance between EPC and BPMN. In: World Review of Science, Technology and Sustainable Development 7(1/2), S. 161-168.
- Kuschke, M.; Wölfel, L. (2002): Web Services kompakt. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Landeskontrollverband Nordrhein-Westfalen (LKV NRW): ADIS/ADED <http://www.lkv-nrw.de/index.php?id=308> (abgerufen am 20.07.2011).
- Mantel, S.; Eckert, S.; Schissler, M.; Ferstl, O. K.; Sinz, E. (2002): Entwicklungsmethodik für überbetriebliche Kopplungsarchitekturen von Anwendungssystemen. In: Bartmann, D. (Hrsg.): Kopplung von Anwendungssystemen – FORWIN-Tagung 2002. Aachen: Shaker, S. 183-202.

- Mantel, S.; Eckert, S.; Schissler, M.; Schäffner, C.; Ferstl, O. K.; Sinz, E. (2004): Eine Entwicklungsmethodik für die überbetriebliche Integration von Anwendungssystemen. In: Bartmann, D.; Mertens, P.; Sinz, E. (Hrsg.): Überbetriebliche Integration von Anwendungssystemen – FORWIN-Tagung 2004. Aachen: Shaker, S. 21-39.
- Martini, D.; Schmitz, M.; Kunisch, M. (2010): Datenintegration zwischen Standards in der Landwirtschaft auf Basis semantischer Technologien. In: Clasen, M.; Schätzel, O.; Theuvsen, B. (Hrsg.): Qualität und Effizienz durch informationsgestützte Landwirtschaft, Fokus: Moderne Weinwirtschaft. LNI P-158, Bonn: Köllen Verlag, S. 133-136.
- Norm DIN 1463-1 (1987): Erstellung und Weiterentwicklung von Thesauri; Einsprachige Thesauri.
- Norm DIN 2342 (1992): Begriffe der Terminologielehre.
- Object Management Group (OMG) (2001): Model Driven Architecture (MDA). <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?ormsc/2001-07-01> (abgerufen am 04.05.2012).
- Object Management Group (OMG) (2003): MDA Guide Version 1.0.1. <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?omg/03-06-01> (abgerufen am 04.05.2012).
- Object Management Group (OMG) (2006): Object Constraint Language OMG Available Specification Version 2.0. <http://www.omg.org/spec/OCL/2.0/> (abgerufen am 03.03.2011).
- Object Management Group (OMG) (2009): Semantics of Business Vocabulary and Business Rules (SBVR), v1.0. <http://www.omg.org/spec/SBVR/1.0/> (abgerufen am 16.07.2011).
- Object Management Group (OMG) (2009)a: Business Process Model and Notation (BPMN). Version 1.2. <http://www.omg.org/spec/BPMN/1.2/PDF/> (abgerufen am 04.05.2012).
- Object Management Group (OMG) (2009)b: Production Rule Representation (PRR). Version 1.0 <http://www.omg.org/spec/PRR/1.0/PDF/> (abgerufen am 04.05.2012).
- Object Management Group (OMG) (2010)a: Business Process Model and Notation. Version 2.0 <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF/> (abgerufen am 04.05.2012).
- Object Management Group (OMG) (2010)b: OMG Unified Modeling Language (OMG UML), Infrastructure. Version 2.3 <http://www.omg.org/spec/UML/2.3/Infrastructure/PDF/> (abgerufen am 04.05.2012).
- Object Management Group (OMG) (2010)c: OMG Unified Modeling Language (OMG UML), Superstructure. Version 2.3. <http://www.omg.org/spec/UML/2.3/Superstructure/PDF/> (abgerufen am 04.05.2012).
- Offermann, P. (2008): SOAM – Eine Methode zur Konzeption betrieblicher Software mit einer Serviceorientierten Architektur. In: Wirtschaftsinformatik 50(6), S. 461-471.
- Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS) 2007: Web Services Business Process Execution Language Version 2.0. <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/OS/wsbpel-v2.0-OS.doc> (abgerufen am 04.05.2012)

- Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS) (2004): UDDI Version 3.0.2. <http://uddi.org/pubs/uddi-v3.0.2-20041019.htm> (abgerufen am 04.05.2012).
- Picot, A.; Reichwald, R.; Wigand, R. T. (2001): Die grenzenlose Unternehmung. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag.
- Piechnick, C. (2011): Integration von Business Rules in Business Processes. Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik, Institut für Software- und Multimediatechnik, Lehrstuhl für Softwaretechnologie. Belegarbeit.
- Pitschke, J. (2010): RuleSpeak – Kommentare zu den Basisdokumenten. http://www.rulespeak.com/de/RuleSpeak_Kommentare_Deutsch_V1_2.pdf (abgerufen am 04.05.2012).
- Rausch, A. (2009): V-Modell. <http://www.v-modell-xt.de/> (abgerufen am 04.05.2012).
- Richter, J.-P.; Haller, H.; Schrey, P. (2005): Serviceorientierte Architektur. In: Informatik Spektrum 28(5), S. 413-416.
- Riekhof, H.-C. (1997): Beschleunigung von Geschäftsprozessen. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft Steuern Recht GmbH.
- Ross, R.; Pitschke, J. (2010): RuleSpeak Guidelines – Grundlagen. http://www.rulespeak.com/de/RuleSpeak_BasisRichtlinien_V1_2.pdf (abgerufen am 04.05.2012).
- Rosskopf, K.; Wagner, P. (2006): Vom Daten- zum Wissensmanagement: Wofür verwenden Landwirte einen Computer? In: Wenkel, K.-O.; Wagner, P.; Morgenstern, M.; Luzzi, K.; Eisermann, P. (Hrsg.): Land- und Ernährungswirtschaft im Wandel – Aufgaben und Herausforderungen für die Agrar- und Umweltinformatik. LNI P-78, Bonn: Köllen Verlag, S. 225-229.
- Rupp, C.; Cziharz, T. (2011): Mit Regeln zu einer besseren Spezifikation. In: Informatik-Spektrum 34(3), S. 255-264.
- Scheer, A.-W. (2002)a: ARIS in der Praxis. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Scheer, A.-W. (2002)b: ARIS – Vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem. 4. Aufl.; Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- Schissler, M.; Mantel, S.; Eckert, S.; Ferstl, O. K.; Sinz, E. J. (2005): Entwicklungsmethodiken zur Integration von Anwendungssystemen in überbetrieblichen Geschäftsprozessen – ein Überblick über ausgewählte Ansätze. Bayerischer Forschungsverbund Wirtschaftsinformatik, FORWIN-Bericht Nr. FWN-2005-002, Bamberg u. a.
- Schulze, C. (2008): Hybride Modellierung operativer und analytischer Daten, dargestellt am Beispiel des Precision Dairy Farming. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Arbeitsgruppe für Biometrie und Agrarinformatik. Dissertation.
- Schulze, C.; Spilke, J.; Lehner, W. (2004): Informationsbedarfsanalyse als Grundlage der Datenmodellierung im Rahmen des Precision Dairy Farming. In: Schiefer, G.; Wagner, P.; Morgenstern, M.; Rickert, U. (Hrsg.): Integration und Datensicherheit – Anforderungen, Konflikte und Perspektiven. LNI P-49, Bonn: Köllen Verlag, S. 323-326.
- Silver, B. (2009): BPMN Method and Style. Aptos, CA, USA: Cody-Cassidy Press.

- Spilke, J. (2003): Informationssysteme und ihre Vernetzung beim Milchrind. In: Fahr, R.-D.; von Lengerken, G. (Hrsg.): Milcherzeugung. Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.
- Spilke, J. (2007): Datenaustausch zwischen Prozessebenen – Voraussetzung für ein effizientes Herdenmanagement. Vortrag In: Precision Dairy Farming – Elektronikeinsatz in der Milchviehhaltung; KTBL –Tagung, Leipzig.
- Spilke, J. (2011): Methoden zur Datennutzung für operative und analytische Fragestellungen beim Milchrind. Fachgespräch "Elektronikeinsatz Milchviehhaltung – Anwendungsübergreifende Datennutzung". Bonn, 30.09.2011.
- Spilke, J.; Büscher, W.; Doluschitz, R.; Fahr, R.-D.; Lehner, W. (2003): Precision Dairy Farming – integrativer Ansatz für eine nachhaltige Milcherzeugung. In: Zeitschrift für Agrarinformatik 11(2), S. 19-25.
- Spilke, J.; Werquin, F.; Dippmann, L. (2000): Nutzungsumfang von Rechentechnik und Datennetzen – Ergebnisse einer Befragung von Landwirtschaftsunternehmen Sachsen-Anhalts. In: Zeitschrift für Agrarinformatik 8(3), S. 59-64.
- Staab, S. (2002): Wissensmanagement mit Ontologien und Metadaten. In: Informatik-Spektrum 25(3), S. 194-209.
- Stachowiak, H. (1973): Allgemeine Modelltheorie. Wien: Springer-Verlag.
- Staud, J. (2006): Geschäftsprozessanalyse. 3. Aufl.; Berlin: Springer-Verlag.
- Stein, S.; Lauer, J.; Ivanov, K. (2008): ARIS Method Extension for Business-Driven SOA. In: Wirtschaftsinformatik 50(6), S. 436-444.
- Steinke, G.; Nickolette, C. (2003): Business rules as the basis of an organization's information systems. In: Industrial Management & Data Systems 103(1), S. 52-63.
- Stuckenschmidt, H. (2009): Ontologien Konzepte, Technologien und Anwendungen. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Theuvsen, L. (2003): Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln: Herausforderungen und Lösungsansätze aus organisatorischer Sicht. In: Berichte über Landwirtschaft Band 81(4), S. 555-581.
- Trkman, P.; Kovačič, A.; Popovič, A. (2011): Phasen der SOA-Einführung. In: Wirtschaftsinformatik 53(4), S. 201-212.
- Trompeter, J.; Pietrek, G. (Hrsg.) (2007): Modellgetriebene Softwareentwicklung. Frankfurt (Main): Entwickler.press.
- Verordnung zum Schutz gegen die Verschleppung von Tierseuchen im Viehverkehr (Viehverkehrsverordnung – VVVO). Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil I Nr. 30.
- Versteegen, G. (2002): Software-Management. Berlin: Springer-Verlag.
- Vogel, O.; Arnold, I.; Chughtai, A.; Ihler, E.; Kehrer, T.; Mehlig, U.; Zdun, U. (2005): Software-Architektur: Grundlagen – Konzepte – Praxis. 2. Aufl.; Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- von Halle, B.; Goldberg, L. (2010): The Decision Model, 1. Aufl.; Boca Raton, Florida, USA: CRC Press.

- Wagner, P.; Roszkopf, K. (2005): Knowledge Management of Farmers – From Data Generation to Knowledge Sharing. Proceedings of the 5th Conference of the European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and Environment. Vila Real, Portugal, S. 867-874.
- Wagner, G. (2005): Rule Modeling and Markup. In: Eisinger, N.; Małuszyński, J. (Hrsg.): Reasoning Web. LNCS 3564, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, S. 251-274.
- Wolfert, J.; Verdouw, C. N.; Verloop, C. M.; Beulens, A. J. M. (2010). Organizing information integration in agri-food – A method based on a service-oriented architecture and living lab approach. In: Computers and Electronics in Agriculture 70(2), S. 389-405.
- World Wide Web Consortium (W3C) (2004)a: Web Services Architecture. <http://www.w3.org/TR/ws-arch/> (abgerufen am 05.04.2012).
- World Wide Web Consortium (W3C) (2004)b: Web Services Glossary. <http://www.w3.org/TR/2004/NOTE-ws-gloss-20040211/> (abgerufen am 04.05.2012).
- World Wide Web Consortium (W3C) (2007)a: SOAP Version 1.2 Part 1: Messaging Framework (Second Edition). <http://www.w3.org/TR/soap12-part1/> (abgerufen am 04.05.2012).
- World Wide Web Consortium (W3C) (2007)b: Web Service Description Language (WSDL) Version 2.0 Part 1: Core Language. <http://www.w3.org/TR/wsdl20/> (abgerufen am 04.05.2012).
- World Wide Web Consortium (W3C) (2008): Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition). <http://www.w3.org/TR/2008/REC-xml-20081126/> (abgerufen am 04.05.2012).
- Zeppenfeld, K.; Wolters, R. (2006): Generative Software-Entwicklung mit der MDA. München: Spektrum Akademischer Verlag.

Anhang – Auszug aus dem Geschäftsvokabular des PDF

| domain | verb | range |
|----------------------------|------------------------|-----------------------|
| Kuh | hat Kalb | Rind |
| Berater | erbringt | Beratung |
| Tier | besteht aus | Körperteil |
| Tierproduktionsbetrieb | empfängt | Daten |
| Landeskontrollverband | führt durch | Milchleistungsprüfung |
| Regionale Organisation | führt durch | Milchleistungsprüfung |
| Landwirtschaftsunternehmen | sendet an | Landeskontrollverband |
| Landwirtschaftsunternehmen | sendet an | Zuchtverband |
| Kontrollsystem | dient | Brunstkontrolle |
| Aktivitätsmesser | dient | Aktivitätsmessung |
| Brunstsynchronisation | dient | Besamungsmanagement |
| Zuchtwert | bewertet | Milchkuh |
| Zuchtwert | bewertet | Bulle |
| Milchgüteprüfung | stuft ein | Milch |
| Milchleistungsprüfung | ermittelt | Milchmenge |
| Milchleistungsprüfung | ermittelt | Fettgehalt |
| Milchleistungsprüfung | ermittelt | Keimzahl |
| Milchleistungsprüfung | ermittelt | Zellzahl |
| Milchleistungsprüfung | ermittelt | Gefrierpunkt |
| Bundeslandcode | identifiziert | Bundesland |
| Rasseschlüssel | identifiziert | Rasse |
| Person | gibt ein | Datum (Singular) |
| Dienstleistung | wird erbracht von | Schweinezuchtverband |
| Schweinezuchtverband | erbringt | Dienstleistung |
| Person | erheben | Datum (Singular) |
| Aktivitätsmessung am Hals | erheben | Aktivitätsmessung |
| Tier | erreichen | Entwicklungsstadium |
| Zuchtverband | erstellt | Anpaarungsplaner |
| Tierbelegung | ist Voraussetzung fuer | Kalbung |
| Landwirtschaftsunternehmen | meldet | Kalbung |
| Landeskontrollverband | untersucht | Milch |
| Veterinäramt | untersucht | Tierbestand |
| Landwirtschaftsunternehmen | wechselt | Betriebskonzept |
| Rind | wird benutzt zur | Milchproduktion |
| Kontrollsystem | überwacht | Aktivitätsmessung |
| Abgang | hat | Abgangsursache |
| Landwirtschaftsunternehmen | hat | Betriebs-ID |
| Tier | hat | Entwicklungsstadium |
| Tier | hat | Geburtsdatum |
| Tier | hat | Geschlecht |
| Kalbung | hat | Kalbeverlauf |
| Ochse | hat | Kastration |
| Tier | hat | Lebensohrmarke |
| Rasse | hat | Nutzungsrichtung |

Erklärung an Eides statt

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe erfasst habe. Es wurden keine anderen als die in der Arbeit angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt. Die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen sind als solche kenntlich gemacht.

Hiermit erkläre ich, dass ich noch keine vergeblichen Promotionsversuche unternommen habe und die vorliegende Dissertation nicht in der gegenwärtigen bzw. in einer anderen Fassung bereits einer anderen Fakultät / anderen wissenschaftlichen Einrichtung vorgelegt habe.

Halle/Saale,

Franziska Gietl

Wissenschaftliche Entwicklung des Bewerbers

11/2008 – 10/2012

Wissenschaftlicher Mitarbeiter (50%) an der
Martin-Luther-Universität Halle,
Landwirtschaftliche Fakultät, Arbeitsgruppe
Biometrie und Agrarinformatik

Bearbeitung des DFG-Projektes:

Modellierung und Evaluierung einer
unternehmensübergreifenden Kopplung von
Anwendungssystemen in serviceorientierten
Architekturen bei komplexen und
datenintensiven Prozessen – dargestellt am
Beispiel des Precision Dairy Farming

10/1997 – 04/2004

Studium der Gartenbauwissenschaften an der
Technischen Universität München, Abschluss:
Diplom-Agraringenieur

Thema der Diplomarbeit:

Extinction, eine neue Schnittmethode am Apfel
(*Malus domestica*)

Danksagung

Diese Arbeit entstand im Rahmen eines durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projektes.

Ich bedanke mich bei Herrn Professor Dr. Spilke und Herrn Professor Dr. Lehner für die Überlassung des Themas und die Betreuung der Arbeit.

Besonderer Dank gilt Professor Dr. Spilke, der mir jederzeit mit Rat und Anregungen zur Seite stand.

Ich bedanke mich bei Herrn Dr. Dirk Habich für die gute und konstruktive Zusammenarbeit.

Weiterhin danke ich Heike Braunsdorff und Inge Häßler für die gute Zusammenarbeit und Atmosphäre.

Danke an Simon Harnisch, Karen Hörtl, Nicole Reinhold und Katrin Thamm für eine unterhaltsame Doktorandenzeit.

Alexander Stähle, Katrin Stelter und Sebastian Nordmann vielen Dank für ihre Unterstützung und die gute Zusammenarbeit.

Meinem Mann Christian Spanner für die Unterstützung. Danke!

Und danke auch an meinen Vater, Georg Gietl.