

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
Lehrstuhl für Software Engineering
Prof. Dr. Barbara Paech



**Entwicklung und Umsetzung eines Konzepts
zur Modellierung von Qualitätsinformationen
in einem Geschäftsprozessmodell**

Masterarbeit

Eingereicht von:
Alexander Kappe
Matrikelnummer: 2517258
E-Mail: akappe@freenet.de

Betreut von:
Prof. Dr. Barbara Paech
Dipl. Inf. Robert Heinrich

Eingereicht am:
04.04.2011



Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei Robert Heinrich für die sehr gute Betreuung und Unterstützung während dieser Arbeit bedanken. Die zahlreichen fachlichen Diskussionen, konstruktiven Anmerkungen und Ratschläge waren eine große Hilfe.

Danken möchte ich auch Frau Prof. Dr. Paech, einerseits für die Kommentare zur Arbeit, insbesondere aber auch für das Wissen, welches sie mir im Laufe meines Studiums vermittelt hat.

Der herzlichste Dank gilt schließlich meiner Lebensgefährtin Anna Lena, die mich während des gesamten Studiums und besonders während der Entstehung dieser Masterarbeit jederzeit und in jeglicher Hinsicht unterstützt hat.

Kurzbeschreibung

Die Modellierung von Geschäftsprozessen ist mittlerweile häufig einer der ersten Schritte bei der Entwicklung eines Softwaresystems und umfasst in erster Linie die Modellierung einer Reihe von fachlichen Aufgaben, welche das funktionale Verhalten des Systems beschreiben. Während eine umfassende Abdeckung bzgl. dieser funktionalen Anforderungen des Geschäfts besteht, werden nicht-funktionale, qualitätsbezogene Charakteristika des Prozesses in der Regel nicht identifiziert und systematisch erfasst. Jedoch handelt es sich bei der Erfassung dieser Qualitätsinformationen (QI) um einen wichtigen Aspekt bzgl. der dauerhaft optimalen Durchführung der Prozesse. Solche QI resultieren später in den nicht-funktionalen Anforderungen des geplanten Systems und werden oft erst zu einem späteren Zeitpunkt, nach der eigentlichen Geschäftsprozessmodellierung identifiziert und formuliert. Das kann jedoch dazu führen, dass Qualitätsanforderungen übersehen werden, eine inkonsistente Systemspezifikation entsteht und folglich die Entwicklung verzögert und kostspieliger wird. Im Rahmen dieser Arbeit wurde nun ein Konzept zur Modellierung von QI in Geschäftsprozessmodellen entwickelt, dessen Anwendung hilft diese Probleme zu vermeiden. Im Gegensatz zu bisherigen Ansätzen liegt dabei ein umfassendes Modell zur Definition der Qualität von Geschäftsprozessen zugrunde, welches neben groben Qualitätscharakteristiken auch detaillierte Qualitätsattribute und entsprechende Maßzahlen berücksichtigt. Weiterhin wird das entwickelte Konzept, als Erweiterung der Prozessmodellierungskomponente eines open-source CASE-Tools, prototypisch implementiert und im Rahmen einer Praxis-Studie evaluiert.

Inhalt

1 Einleitung	1
1.1 Motivation und Zielsetzung	1
1.2 Inhalt und Aufbau der Arbeit	2
2 Begriffsdefinitionen und Grundlagen	4
2.1 Geschäftsprozess und Geschäftsprozessmanagement	4
2.2 Geschäftsprozessmodellierung	5
2.2.1 Die Business Process Modeling Notation (BPMN)	5
2.3 Qualität von Geschäftsprozessen	7
3 Aktueller Stand der Forschung und Praxis	10
3.1 Literaturrecherche: Modellierung von Qualitätsinformationen	10
3.1.1 Vorgehen und Diskussion der Literaturrecherche	10
3.1.2 Ansätze zur Darstellung von Qualitätsinformationen in Prozessmodellen	11
3.1.3 Vergleich und Bewertung der Ansätze aus der Literatur	16
3.2 Werkzeugrecherche: Modellierung von Qualitätsinformationen	19
3.2.1 Vorgehen und Auswahl der Werkzeuge	19
3.2.2 Vergleich und Bewertung der Modellierungsmöglichkeiten der Werkzeuge	19
4 Konzept zur Modellierung von Qualitätsinformationen in Geschäftsprozessmodellen	24
4.1 Anforderungen an das Modellierungskonzept	24
4.2 Bewertung der existierenden Ansätze	25
4.3 Konzept zur Darstellung von Qualitätsinformationen in einem Geschäftsprozessmodell	26
5 Implementierung des Konzepts	30
5.1 Grundlagen der Implementierung	30
5.1.1 Eclipse, EMF und GMP	30
5.1.2 UNICASE und das BPMN-Editor Plug-in	31
5.2 Anforderungen an die Implementierung	31
5.2.1 Funktionale Anforderungen	32
5.2.2 Nicht-funktionale Anforderungen	34
5.3 Beschreibung der Implementierung	34

6 Evaluierung des Konzepts und der Implementierung	38
6.1 Vergleich des Konzepts mit existierenden Ansätzen.....	38
6.2 Praxisstudie zur Modellierung von Qualitätsinformationen in einem Geschäftsprozessmodell	40
6.2.1 Prozess der Arztbriefschreibung.....	40
6.2.2 Erfassung und Auswertung von Qualitätsinformationen	41
6.2.3 Erfahrungen bei der Modellierung eines Geschäftsprozesses mit Qualitätsinformationen im erweiterten BPMN-Editor von UNICASE.....	42
7 Zusammenfassung & Ausblick	44
7.1 Zusammenfassung.....	44
7.2 Ausblick.....	44
A. Abkürzungsverzeichnis	46
B. Abbildungsverzeichnis	47
C. Tabellenverzeichnis	48
D. Quellenverzeichnis	49
E. Anhang	52
a. Einordnung der Qualitätsinformationen aus der Literatur- und Werkzeugrecherche in das BPQMM	52
b. Vollständige Liste der untersuchten Werkzeuge	56
c. Prozess der Arztbriefschreibung aus der Praxisstudie	58
d. Interviewleitfaden und Auswertung.....	61

1 Einleitung

Ein methodisch fundiertes und effizientes Management der Geschäftsprozesse ist ein Faktor der wesentlich zum langfristigen Erfolg eines Unternehmens beiträgt und dementsprechend in den vergangenen Jahren kontinuierlich an Bedeutung gewonnen hat¹. Auch die Unterstützung der Ausführung dieser Prozesse durch ein geeignetes Softwaresystem ist heutzutage für die dauerhafte Wirtschaftlichkeit unerlässlich. Für die Erhebung der Anforderungen an solch eine maßgeschneiderte Softwarelösung, ist sinnvollerweise der zugrundeliegende Geschäftsprozess des Unternehmens die erste Anlaufstelle. Längst hat daher die Verknüpfung und gegenseitige Abstimmung dieser beiden Bereiche – Geschäftsprozessmanagement und IT – Einzug in moderne Unternehmen gehalten (das sog. *Business-IT-Alignment*).

Im Rahmen der Planung, Dokumentation, Analyse, Überwachung und Optimierung der Prozesse spielt insbesondere die Methode der Geschäftsprozessmodellierung eine wichtige Rolle. Das Marktforschungsunternehmen Gartner hat ermittelt, dass diejenigen Unternehmen, die die besten Resultate bei der Umsetzung eines Geschäftsprozessmanagements erzielten, über 40% der gesamten Projektdauer in die Erhebung und Erstellung der Prozessmodelle investieren [Me05]. In Folge dessen wurde die Geschäftsprozessmodellierung unter den Top 10 der strategischen Methoden im Jahr 2008 gelistet. Dabei sind noch längst nicht alle Aspekte der Methode vollends ausgereift, geschweige denn etabliert und es wurde sowohl von Seiten der Industrie, als auch aus der Forschung, bereits vielfach auf Schwachstellen und Aspekte mit fehlender Unterstützung hingedeutet (z.B. [PZ08], [Me08b]). Einem dieser fehlenden Aspekte, der Modellierung von Qualitätsinformationen, widmet sich diese Arbeit.

1.1 Motivation und Zielsetzung

Die Modellierung von Geschäftsprozessen ist eine gängige Methode in Unternehmen und wird verwendet um das Bewusstsein und die Kenntnisse über die Geschäftsprozesse zu erhöhen und die organisatorische Komplexität aufzuschlüsseln [BGR05]. Dabei umfasst die konventionelle Geschäftsprozessmodellierung in erster Linie die Modellierung einer Reihe von fachlichen Aufgaben, welche das funktionale Verhalten eines Systems beschreiben sollen. Im Prozessmodell werden Aktivitäten und deren Beziehungen zueinander, die beteiligten Aktoren und in manchen Fällen auch Ressourcen (z.B. ein IT-System) und ausgetauschte Informationsobjekte dargestellt [RRI09]. Während eine umfassende Abdeckung bzgl. dieser funktionalen Anforderungen des Geschäfts besteht, werden qualitätsbezogene Charakteristika einzelner Aufgaben in der Regel nicht identifiziert und systematisch erfasst. Jedoch handelt es sich bei der Erfassung dieser Qualitätscharakteristika um einen wichtigen Aspekt bzgl. der Entwicklung eines geschäftsprozessunterstützenden Systems und der damit verbundenen dauerhaft optimierten Durchführung der Prozesse [PZ08].

¹ Das Marktforschungsunternehmen WinterGreen Research schätzte den internationalen Markt für Geschäftsprozessmanagement-bezogene Software und Dienstleistungen im Jahr 2008 auf 1,8 Milliarden US-Dollar mit stark steigender Tendenz [WR09].

Diese Charakteristika der Prozesse können vielfältig sein und z.B. Performance-Erwartungen, strategische Richtlinien oder Sicherheitsvorgaben umfassen. Solche Qualitätsinformationen resultieren später in den nicht-funktionalen Anforderungen des geplanten Systems und werden üblicherweise erst zu einem späteren Zeitpunkt, nach der eigentlichen Geschäftsprozessmodellierung identifiziert und formuliert. Dies rührt daher, dass es weitaus schwieriger ist die qualitätsbezogenen Merkmale bereits im Zuge der Geschäftsprozessmodellierung zu erfassen, da die entsprechenden Methoden und Werkzeuge auf die Modellierung von funktionalem Verhalten zugeschnitten sind. Das kann jedoch dazu führen, dass Qualitätsanforderungen übersehen werden, eine inkonsistente Systemspezifikation entsteht und folglich die Entwicklung verzögert und kostspieliger wird [SZS10].

Laut [JEJ95] ist das Ziel eines Geschäftsprozesses jedem Kunden das richtige Produkt bzw. die richtige Dienstleistung anzubieten und das mit einem hohen Grad an Effizienz, gemessen gegenüber den Kosten, der Langlebigkeit, der Leistung und der Qualität. Auch von weiteren Autoren wird die Messung der Performance von Geschäftsprozessen als wichtiger Forschungs- und auch Praxis-Gegenstand bezeichnet (z.B. [Ca05]). Einzelne Qualitätsaspekte, wie Performance-Metriken, sind also bereits ein Thema in der Prozesstheorie, jedoch wird die grafische Darstellung von den vorhandenen Geschäftsprozessmodellierungssprachen bisher nicht unterstützt [LK06]. Eine grafische Darstellung hätte jedoch den Vorteil, dass diese Aspekte näher in den Fokus des Modellierers rücken, was ein gesteigertes Qualitätsbewusstsein bewirkt und dementsprechend für die Erreichung der Geschäftsziele förderlich wäre. Allerdings existiert auch noch kein umfassendes Verständnis davon, was die Qualität eines Geschäftsprozesses genau ausmacht, weshalb die bisherigen Ansätze immer nur einzelne Qualitätsaspekte betrachten (wie z.B. die Performance).

Ziel dieser Arbeit ist es nun ein umfassendes Konzept zur Modellierung von Qualitätsinformationen (QI) in Geschäftsprozessmodellen zu entwickeln. QI beschreiben z.B. Aspekte der Effizienz, Sicherheit, Erlernbarkeit oder Durchführbarkeit eines Prozesses. Als Basis liegt dabei eine Veröffentlichung zur Definition der Qualität von Prozessen zugrunde [HP10b]. Die Autoren haben ein umfassendes Qualitätsmodell für Geschäftsprozesse entwickelt, das mögliche Qualitätscharakteristiken und ihre Beziehungen zueinander darstellt. Der zugehörige technische Bericht [HP10a] enthält außerdem eine umfangreiche Auflistung von Qualitätsattributen und entsprechenden Maßzahlen, die einem Prozess zugeordnet werden können und bei der Entwicklung des Modellierungskonzepts berücksichtigt wurden. Das Qualitätsmodell und die entsprechenden QI werden im Rahmen des folgenden Grundlagenkapitels näher erläutert. Weiterhin wird das entwickelte Konzept, als Erweiterung der Prozessmodellierungskomponente des open-source CASE-Tools UNICASE [UNI], prototypisch implementiert, vergleichbaren Forschungsansätzen aus der Literatur gegenübergestellt und im Rahmen einer Praxisstudie evaluiert.

1.2 Inhalt und Aufbau der Arbeit

Diese Arbeit ist wie folgt aufgebaut. In Kapitel 2 werden zunächst einige Grundlagen beschrieben, die für das Verständnis der Arbeit hilfreich sind. Es werden die Begriffe Geschäftsprozess, Geschäftsprozessmanagement und Geschäftsprozessmodellierung erläutert, sowie die Business Process Modeling Notation (BPMN) kurz

vorgestellt. Außerdem wird das Business Process Quality Meta-Model (BPQMM) vorgestellt, das Charakteristiken, Attribute und Maßzahlen definiert, mit denen die Qualität eines Geschäftsprozesses beschrieben werden kann.

Kapitel 3 umfasst die Ergebnisse einer Literatur- und Werkzeugrecherche zum Thema Modellierung von QI in Prozessmodellen. Es werden bereits existierende Forschungsansätze dieser Art vorgestellt und hinsichtlich verschiedener Kriterien, wie der Vollständigkeit, der Komplexität und der Konformität zu Standards bewertet und diskutiert. Außerdem werden in der Praxis eingesetzte Geschäftsprozessmodellierungswerkzeuge untersucht und der aktuelle Stand der Möglichkeiten zur Modellierung von QI diskutiert.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wird in Kapitel 4 die Entwicklung eines eigenen Konzepts zur Modellierung von QI in Geschäftsprozessen, als Erweiterung einer Prozessmodellierungsnotation beschrieben. Im Rahmen dessen wird auch die Anwendung der Notation anschaulich beschrieben.

Kapitel 5 dokumentiert die Implementierung der Erweiterung einer Prozessmodellierungskomponente eines CASE-Tools um die Möglichkeit der Darstellung von QI, entsprechend dem Konzept aus Kapitel 4.

Kapitel 6 ergänzt die Arbeit mit einer Evaluierung des Konzepts, um die praktische Anwendbarkeit und den Nutzen aufzuzeigen. Zunächst werden die Resultate einer Praxisstudie zur Modellierung von QI in Geschäftsprozessen vorgestellt. Im Rahmen der Studie wurde ein beispielhafter Prozess aus dem medizinischen Umfeld modelliert und die zugehörigen QI erhoben und ausgewertet. Die gewonnenen Erkenntnisse werden mit den Ergebnissen der Literaturrecherche verglichen. Anschließend wird der Beispiel-Prozess entsprechend dem Konzept aus Kapitel 4 und unter Zuhilfenahme des Werkzeugs aus Kapitel 5 modelliert und mit QI versehen. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen werden beschrieben und diskutiert.

Kapitel 7 schließt die Arbeit mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse und einem Ausblick ab.

2 Begriffsdefinitionen und Grundlagen

In diesem Kapitel werden zunächst einige grundlegende Begrifflichkeiten erläutert, die im Kontext dieser Arbeit von Bedeutung sind und als Grundlage zum Verständnis der weiteren Ausführungen dienen. Es wird zunächst der Begriff des Geschäftsprozesses und des Geschäftsprozessmanagements erläutert. Anschließend wird die Methode der Geschäftsprozessmodellierung beschrieben und im Zuge dessen die Business Process Modeling Notation (BPMN), als Beispiel für eine geläufige Geschäftsprozessmodellierungssprache, vorgestellt. Anschließend folgt ein Überblick über das Business Process Quality Meta-Model (BPQMM), welches eine umfassende Definition zur Beschreibung der Qualität von Geschäftsprozessen bietet.

2.1 Geschäftsprozess und Geschäftsprozessmanagement

Es existiert eine ganze Reihe unterschiedlicher Definitionen zur Beschreibung des Begriffs *Geschäftsprozess*. Dabei konzentrieren sich die verschiedenen Autoren in der Regel auf die Aspekte, die im Kontext ihrer Arbeit besonders von Bedeutung sind. [He09] fasst die wesentlichen Aspekte mehrerer Definitionen zusammen und definiert einen Geschäftsprozess als Menge von Aktivitäten die in gegenseitiger Beziehung zueinander stehen um ein Geschäftsziel zu erreichen, indem Eingabe- in Ausgabeobjekte umgewandelt werden, die für einen Kunden oder einen anderen Prozess von Wert sind. Anfang und Ende des Geschäftsprozesses sind dabei eindeutig festgelegt und die Ausführung geschieht durch menschliche oder nicht-menschliche Ressourcen.

Ziel des *Geschäftsprozessmanagements* ist die kontinuierliche Verbesserung der Geschäftsprozesse eines Unternehmens, um fortwährend eine hohe Qualität der angebotenen Produkte und Dienstleistungen bieten zu können. Dabei spielt die effiziente Koordination der Geschäftsprozesse innerhalb des Unternehmens, aber auch zwischen verschiedenen beteiligten Unternehmen, eine wichtige Rolle [Me08b]. Zur Erreichung dieses Ziels umfasst das Geschäftsprozessmanagement Konzepte, Methoden und Technologien zur Unterstützung des Entwurfs, der Verwaltung, der Konfiguration, der Inkraftsetzung und der Analyse der Geschäftsprozesse. Grundlegend ist dabei zunächst die explizite Repräsentation der Prozesse mit den Aktivitäten aus denen sie sich zusammensetzen und den Bedingungen, die an ihre Ausführung geknüpft sind. Erst anschließend können die Prozesse analysiert, verbessert und entlang der fortwährenden Ausführung kontinuierlich optimiert werden [We07]. Zur Erstellung dieser Repräsentation der Geschäftsprozesse, dem Geschäftsprozessmodell, werden neben einfachen textuellen Notationen, häufig grafische Geschäftsprozessmodellierungssprachen eingesetzt (siehe Kapitel 2.2). Für die Analyse und Optimierung der Prozesse müssen Informationen über ihre Qualität, wie z.B. die Ausführungsdauer oder die Fehlerhäufigkeit, erfasst werden. Die Prozessmodellierung und die Erfassung von Qualitätsinformationen sind dabei getrennte, aufeinanderfolgende Schritte und die Qualitätsinformationen sind in der Regel nicht im Prozessmodell enthalten. Ziel dieser Arbeit ist die Zusammenführung dieser beiden Aspekte, durch ein Konzept zur Modellierung von Qualitätsinformationen in Geschäftsprozessmodellen.

2.2 Geschäftsprozessmodellierung

Wie im vorangegangenen Kapitel bereits erwähnt, muss eine explizite Repräsentation der Geschäftsprozesse vorliegen, damit ein Unternehmen seine Prozesse effizient verwalten kann [We07]. Die Erstellung dieser Repräsentation geschieht in der Praxis in der Regel durch die *Modellierung der Geschäftsprozesse*. Das Ergebnis der Modellierung ist ein *Geschäftsprozessmodell*, eine grafische Abbildung des Prozesses, die dessen Aktivitäten und deren Abfolge darstellt. Dabei werden die komplexen Zusammenhänge der Realität in eine kompakte, abstrahierte Darstellung überführt, was die Prozesse leichter kommunizierbar und für alle Beteiligten einfacher verständlich macht [Me08b]. Daher ist das Prozessmodell in der Regel auch Ausgangspunkt für die Analyse und Optimierung der Geschäftsprozesse [We07].

Je nach verwendeter *Geschäftsprozessmodellierungssprache* können neben den Aktivitäten weitere Details des Prozesses, wie Ein- und Ausgabeobjekte, die ausführenden Aktoren, benötigte Ressourcen oder Ereignisse, die den konkreten Ablauf des Prozesses bestimmen, modelliert werden. Beispiele für geläufige Prozessmodellierungsnotationen, die heute in der Praxis eingesetzt werden, sind Petri-Netze, Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK), die Business Process Modeling Notation (BPMN) und das UML Aktivitätsdiagramm. Um ein besseres Bild von einer konkreten Notation zu schaffen, wird nachfolgend die BPMN vorgestellt, da das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Konzept zur Modellierung von Qualitätsinformationen als Erweiterung dieser Notation umgesetzt wurde.

2.2.1 Die Business Process Modeling Notation (BPMN)

Mit der *Business Process Modeling Notation (BPMN)* wurde versucht eine Geschäftsprozessmodellierungssprache zu schaffen, die möglichst von allen Beteiligten einfach verstanden und auch leicht angewendet werden kann. Dies schließt sowohl Wirtschaftsanalysten und technisches Fachpersonal, als auch herkömmliche Geschäftsleute mit ein [OR03]. Gleichzeitig soll die BPMN als grafische Beschreibungssprache für ausführbare, aber textbasierte Geschäftsprozessmodellierungssprachen wie WS-BPEL (Web Service Business Process Execution Language [OASIS07]) dienen.

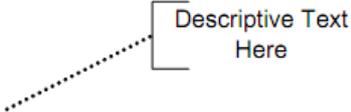
Ein Geschäftsprozessmodell gemäß der BPMN setzt sich aus verschiedenen grafischen Modellierungselementen zusammen, die in der Spezifikation beschrieben werden [OMG10] und in Basis- und erweiterte Elemente unterteilt sind. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Basis-Elemente der Notation mit Name, Beschreibung und der entsprechenden grafischen Darstellung. Die Basis-Elemente sind leicht zu verstehen, leicht anwendbar und reichen aus um die grundlegende Struktur eines Geschäftsprozesses darzustellen. Erst bei Anwendung der erweiterten Elemente kommt jedoch die volle Ausdrucksstärke der BPMN zur Geltung und es können auch beliebig komplexe Zusammenhänge beschrieben werden. Dies erfordert allerdings einen entsprechend höheren Einarbeitungsaufwand [We07]. Die Menge der erweiterten Modellierungselemente (z.B. spezielle Ereignistypen, komplexe Gateways, bedingter Sequenzfluss, etc.) ist hier nicht aufgeführt, da sie weder zur Demonstration, noch zur Anwendung des in dieser Arbeit präsentierten Konzepts zur Modellierung von Qualitätsinformationen benötigt wird. Auch die verschiedenen Diagrammtypen die mittlerweile (seit Version 2.0) von der BPMN unterstützt werden

(Konversations-, Choreographie- und Kollaborationsdiagramme) werden hier nicht näher beschrieben, da sie im Rahmen dieser Arbeit keine Rolle spielen. Für die Beschreibung der erweiterten Menge von Modellierungselementen und der zusätzlichen Diagrammtypen sei an dieser Stelle auf die offizielle Spezifikation der BPMN [OMG10] verwiesen.

Ein umfangreiches Beispiel für ein Geschäftsprozessmodell, das mit der BPMN erstellt wurde, befindet sich im Anhang c dieser Arbeit, weshalb an dieser Stelle kein zusätzliches Beispiel aufgeführt wird. Das Modell beschreibt den Prozess der Arztbriefschreibung in einem Krankenhaus und wurde im Rahmen der Praxisstudie zur Evaluierung des in dieser Arbeit entwickelten Konzepts erstellt. Eine detaillierte textuelle Beschreibung des Prozesses selbst ist in Kapitel 6.2.1 zu finden.

Tabelle 1: Übersicht der Basis-Modellierungselemente der BPMN [OMG10]

Name	Beschreibung	Darstellung im Prozessdiagramm
Aktivität	Eine Aktivität steht für einen Arbeitsschritt der in einem Unternehmen durchgeführt wird. Eine Aktivität kann atomar (Aufgabe) oder aus mehreren Aktivitäten zusammengesetzt (Subprozess) sein.	
Ereignis	Ein Ereignis ist etwas, das während der Ausführung eines Prozesses „passiert“. Ereignisse beeinflussen den Ablauf eines Prozesses und haben in der Regel einen Auslöser und eine Auswirkung. Es gibt Start-, Zwischen- und Endereignisse.	Start- Zwischen- Endereignis
Gateway	Gateways werden verwendet um Verzweigungen oder Zusammenführungen der Pfade eines Prozesses zu beschreiben (z.B. exklusiver oder paralleler Pfad).	exklusive parallel
Sequenzfluss	Ein Sequenzfluss wird verwendet um die Reihenfolge der Ausführung von Aktivitäten darzustellen.	
Nachrichtenfluss	Ein Nachrichtenfluss wird verwendet um den Austausch von Nachrichten zwischen zwei Prozessteilnehmern darzustellen (Teilnehmer werden in BPMN durch Pools dargestellt, siehe weiter unten).	
Assoziation	Eine Assoziation wird verwendet um Artefakte und Text-Anmerkungen mit den übrigen grafischen Elementen zu verbinden. Der optionale Pfeil kennzeichnet eine gerichtete Assoziation.	
Pool	Ein Pool repräsentiert einen Teilnehmer am Prozess. Ein Pool dient auch als Container für die Darstellung des Prozesses (enthält Aktivitäten, etc.). Ein Pool kann aber auch leer bleiben (Blackbox).	
Lane	Eine Lane dient zur Unterteilung eines Prozesses bzw. eines Pools. Sie erstrecken sich über die ganze Länge des Prozesses/Pools. Lanes werden verwendet um Aktivitäten zu gliedern und zu kategorisieren.	

Datenobjekt	Datenobjekte beschreiben entweder Input, den eine Aktivität zur Ausführung benötigt oder Output den sie produziert. Datenobjekte können einzelne oder Zusammenstellungen von Objekten (Listen) repräsentieren.	
Nachricht	Eine Nachricht wird verwendet um die Inhalte einer Kommunikation zwischen zwei Teilnehmern eines Prozesses darzustellen.	
Gruppierung	Eine Gruppierung kann verwendet werden um eine Menge logisch zusammen-gehörender Elemente visuell im Diagramm zu kennzeichnen. Die Gruppierung hat keinen Einfluss auf den Sequenzfluss innerhalb des Prozesses.	
Text-Anmerkung	Eine Text-Anmerkung kann verwendet werden um zusätzliche textuelle Informationen (z.B. Kommentare) im Prozessdiagramm bereitzustellen.	
Subprozess	Grafisches Element zur Darstellung eines zusammengeklappten Subprozesses. Die Details des Subprozesses sind nicht sichtbar.	

2.3 Qualität von Geschäftsprozessen

Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Konzept zur Modellierung von Qualitätsinformationen in Geschäftsprozessen entwickelt werden. Hierfür ist es zunächst notwendig zu klären, was genau unter der Qualität eines Geschäftsprozesses zu verstehen ist, also welche Eigenschaften eines Prozesses seine Qualität ausmachen und wie man diese beschreiben kann.

Im Gegensatz zur Qualität von Softwareprodukten, die beispielsweise im ISO/IEC 9126 Qualitätsmodell standardisiert ist [ISO01], gibt es für Geschäftsprozesse derzeit kein verbreitetes, einheitliches Modell, welches die Qualität eines Geschäftsprozesses genau definiert. Daher existiert bisher kein einheitliches Verständnis davon was die Qualität eines Geschäftsprozesses ausmacht, wodurch die Erfassung von Qualitätsinformationen entsprechend erschwert wird. In [HP10a] und [HP10b] wird erstmalig ein umfassendes Qualitätsmodell für Geschäftsprozesse beschrieben. Dieses *Business Process Quality Meta-Model* (BPQMM) basiert auf Qualitätsmodellen für Softwareprodukte und adaptiert die entsprechenden Qualitätsbegriffe für die Anwendung im Geschäftsprozessmanagement.

Das BPQMM beschreibt eine hierarchische Struktur von *Qualitätsinformationen (QI)*, bestehend aus Qualitätscharakteristiken, -attributen und -maßzahlen, die wie folgt definiert sind. Eine *Qualitätscharakteristik* ist eine Kategorie für die Qualitätsattribute eines Geschäftsprozesses, z.B. die Reife einer Aktivität. Ein *Qualitätsattribut* ist eine inhärente Eigenschaft eines Geschäftsprozesses, die entweder quantitativ oder qualitativ beschrieben werden kann, wie z.B. die Fehlerdichte einer Aktivität. Eine *Qualitätsmaßzahl* ist eine Variable, der als Ergebnis einer Messung ein bestimmter Wert zugewiesen werden kann. Dabei wird zwischen *Basis-Maßzahlen* und *abgeleiteten Maßzahlen* unterschieden. Eine abgeleitete Maßzahl berechnet sich aus den Werten mehrerer Basis-Maßzahlen [ISO08]. Ein Beispiel für eine Basis-Maßzahl ist die Anzahl entdeckter Fehler pro Aktivität. Ein Beispiel für eine abgeleitete

Maßzahl ist die Anzahl entdeckter Fehler pro Aktivität innerhalb eines bestimmten Zeitraums. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird der Ausdruck QI als Überbegriff für diese Charakteristiken, Attribute und Maßzahlen verwendet.

Weiter beschreibt das BPQMM, dass die Qualität eines Geschäftsprozesses durch die Qualität seiner Komponenten bestimmt wird. Die in diesem Zusammenhang bestimmenden Komponenten sind die Aktivitäten des Prozesses, die ausführenden Aktoren, die Informationsobjekte die bearbeitet und ausgetauscht werden, sowie die Ressourcen, die zur Durchführung benötigt werden. Da eine Aktivität in Subaktivitäten unterteilt werden kann, wird im Kontext des BPQMM der Prozess selbst auch als Aktivität betrachtet. Im BPQMM wird nun jeder dieser Komponenten eine Menge von Qualitätscharakteristiken zugeordnet. Abbildung 1 zeigt das Modell mit den Komponenten als Knoten und den Charakteristiken darin oder auf den Kanten dazwischen notiert. Wenn die Bewertung einer Charakteristik von einer anderen Komponente abhängt, ist sie auf der entsprechenden Kante dargestellt.

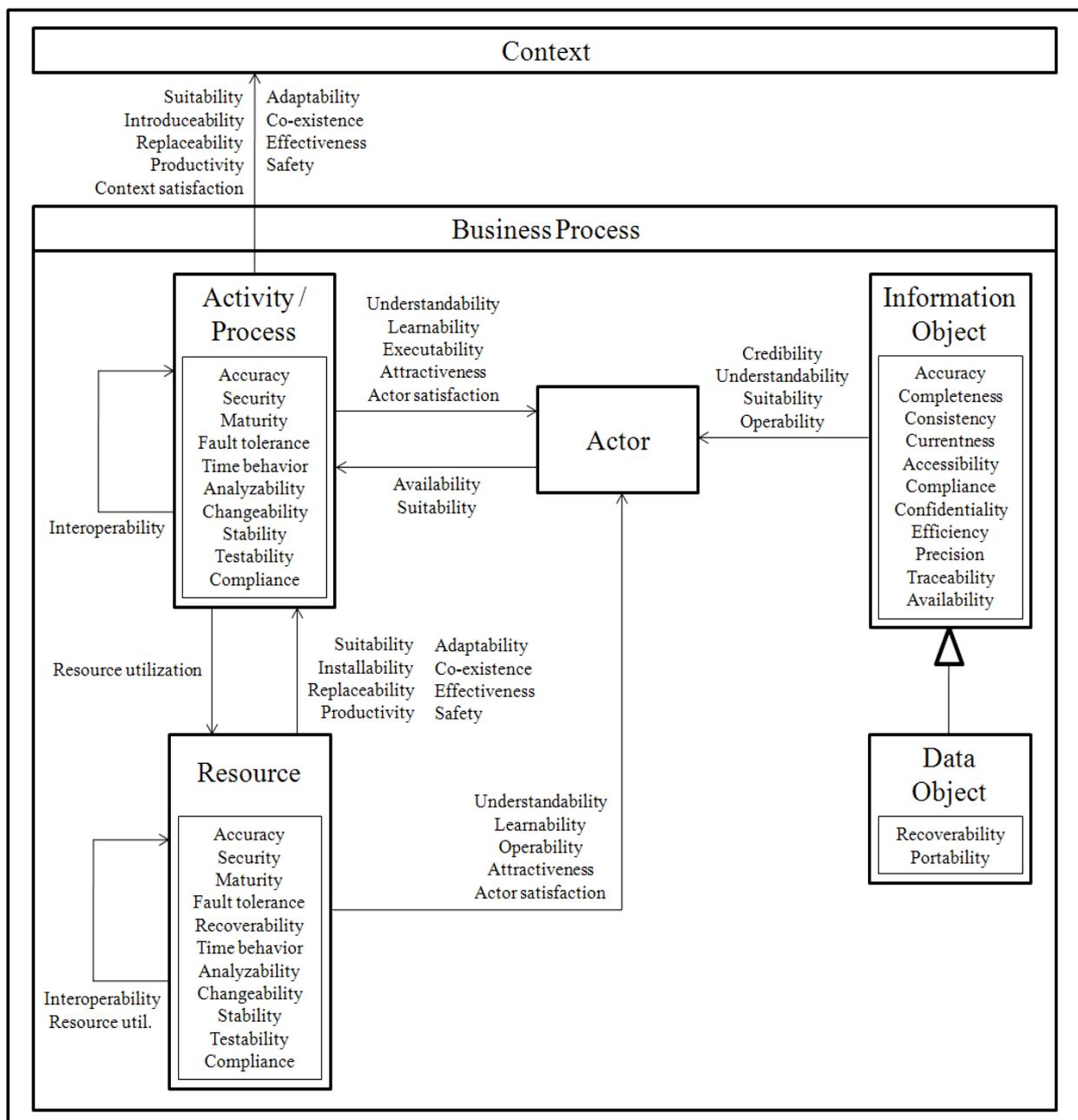


Abbildung 1: Business Process Quality Meta-Model

Die Charakteristiken für die Ressourcen stammen aus dem ISO/IEC 9126 Standard für Qualität von Softwareprodukten [ISO01] und wurden entsprechend für Aktivitäten adaptiert. Für die Informationsobjekte wurden die ISO/IEC 25012 Data Quality Characteristics [ISO08] verwendet und die Charakteristiken der Aktoren wurden basierend auf QI aus der Praxis entwickelt. Im technischen Bericht zum BPQMM [HP10a] werden zusätzlich eine Reihe von Qualitätsattributen und -maßzahlen zu den Charakteristiken beschrieben, die teilweise auch aus den eben genannten Standards stammen und teilweise durch weitere Literatur- und Praxisrecherche gewonnen wurden.

Diese Definition der Qualität von Prozessen, mit den Qualitätscharakteristiken des BPQMM und den zugehörigen Attributen und Maßzahlen aus [HP10a], dient nun als Grundlage dieser Arbeit. Das heißt, dass das Konzept zur Modellierung von QI aufbauend darauf entwickelt wird und dass es das gesamte BPQMM abdecken und dabei insbesondere die hierarchische Struktur der QI abbilden soll. Einige der Attribute und Maßzahlen können dabei unter Umständen nicht sinnvoll im Geschäftsprozessmodell dargestellt werden. Dennoch ist das Ziel so viele QI wie möglich gemeinsam mit den funktionalen Aspekten des Prozesses modellieren zu können, da die Erfassung der QI erleichtert wird, wenn sich alle Informationen an ein und derselben Stelle befinden.

3 Aktueller Stand der Forschung und Praxis

Die im Folgenden beschriebenen Ansätze und Werkzeuge sind das Ergebnis einer umfangreichen Recherche zum Thema Modellierung von QI in Geschäftsprozessmodellen und sollen zum einen dazu dienen sich ein Bild vom derzeitigen Stand der Forschung und Praxis in diesem Bereich machen zu können und zum anderen eine fundierte Grundlage für die Entwicklung eines eigenen Modellierungsansatzes bilden.

3.1 Literaturrecherche: Modellierung von Qualitätsinformationen

Nach einer kurzen Beschreibung des systematischen Vorgehens bei der Literaturrecherche werden zunächst einige bereits existierende Ansätze zur Modellierung von QI in Geschäftsprozessmodellen vorgestellt. Im weiteren Verlauf werden diese Ansätze einem Vergleich unterzogen und hinsichtlich verschiedener, für die Modellierung wichtiger Kriterien bewertet, so dass später aufbauend auf den geeignetsten Ansätzen ein eigenes umfassendes Konzept entwickelt werden kann.

3.1.1 Vorgehen und Diskussion der Literaturrecherche

Um einen hohen Abdeckungsgrad zu erreichen und möglichst alle relevanten Quellen zu erfassen wurden bei der Literaturrecherche systematisch alle wesentlichen Stichwörter, sowie die wichtigsten Datenbanken abgedeckt. Als wesentliche Quellen dienten die Online-Datenbanken der ACM², IEEE³ und SpringerLink⁴, da diese das umfangreichste Angebot an geprüften wissenschaftlichen Veröffentlichungen umfassen und weithin anerkannt sind. Zusätzlich erstreckte sich die Suche auf Google Scholar⁵ und HEIDI⁶, insbesondere hinsichtlich Standardliteratur. Zwar ist diese Arbeit in deutscher Sprache verfasst, doch ist der überwältigende Anteil wissenschaftlicher Literatur in Englisch geschrieben, so dass die Suchanfragen an die genannten Datenbanken hauptsächlich mit englischen Stichwörtern gestellt wurden.

Ausgangslage für die Recherche war zunächst die Suchanfrage [„model“ AND „quality information“]. Dabei wurde die Suchanfrage, bei einer zu großen Anzahl irrelevanter Treffer, durch die Begriffe „business“ und/oder „process“ ergänzt. Weiterhin wurde eine Liste synonyme Begriffe erstellt, welche schließlich in jeder möglichen Kombination mit „AND“ verknüpft wurden und so die letztendlichen Suchanfragen ergaben. In Tabelle 2 sind diese kombinierbaren Stichwörter aufgeführt. Die Suchanfragen wurden immer auf Titel, Abstrakt und Metadaten (z.B.

² Association for Computing Machinery, Digital Library: <http://portal.acm.org/>

³ IEEE Xplore Digital Library: <http://ieeexplore.ieee.org/>

⁴ <http://www.springerlink.com/>

⁵ <http://scholar.google.de/>

⁶ Online-Katalog der Universitätsbibliothek Heidelberg: <http://www.ub.uni-heidelberg.de/helios/kataloge/heidi.html>

Keywords) beschränkt. Innerhalb des Volltexts wurde nicht gesucht, da dies in aller Regel keine brauchbaren Resultate liefert.

Tabelle 2: Suchanfragen bei der Literaturrecherche

model	← AND →	quality information	
visualize		quality characteristics	operational constraints
visualise		quality requirements	business constraints
illustrate		quality aspects	business goals
display		quality properties	business rules
picture		quality attributes	metric
depict		process constraints	measure
graph		process characteristics	business ratio
represent		process properties	process ratio
diagram		non-functional requirements	operating figure
		non-functional characteristics	performance figure
		non-functional properties	softgoals

Ein Grund für die Entstehung dieser Arbeit ist, dass im Bereich der Modellierung von Qualitätsinformationen in Geschäftsprozessmodellen noch keine umfassenden Forschungen stattgefunden haben. Dementsprechend ergab die Recherche erwartungsgemäß wenige hochgradig relevante Treffer. Von 129 Publikationen die näher untersucht wurden, beschreiben 9 einen Ansatz zur grafischen Darstellung von QI in einem Prozessmodell. Jedoch sind die Ansätze weder umfassend, noch detailliert genug (bzgl. Anzahl und Granularität der darstellbaren QI), um die vorliegende Problemstellung adäquat zu lösen. Da diese Ansätze jedoch nichtsdestotrotz aufschlussreiche Teillösungen darstellen und wenn möglich auch in das Konzept dieser Arbeit einfließen sollen, werden sie in den nachfolgenden Unterkapiteln kurz vorgestellt, verglichen und näher diskutiert.

3.1.2 Ansätze zur Darstellung von Qualitätsinformationen in Prozessmodellen

Beim Ansatz aus [Ko08] werden die Notationen der EPK, des UML2 Aktivitätsdiagramms und der BPMN um eine Möglichkeit zur Darstellung von Prozesszielen, -kosten und performance-relevanten Informationen erweitert. Das Konzept sieht außerdem vor weitere Qualitätsaspekte zu modellieren, macht dabei jedoch keine ausführlicheren Angaben zum Verständnis von Qualität in diesem Kontext, sondern gibt lediglich eine explizite Vorgabe für eine mögliche QI. So wird in einem Beispielprozess die Qualität durch die Kundenzufriedenheit in Form der „durchschnittlichen Anzahl an Beschwerden pro Monat“ erfasst. Als Beispiele für performance-relevante Informationen werden die maximale Durchlaufzeit von Aktivitäten und die maximale Wartezeit dazwischen genannt. Diese Informationen werden dabei im UML2 Aktivitätsdiagramm nur textuell hinterlegt, ohne eine bestimmte grafische Notation zu verwenden. In den EPK und der BPMN werden die QI auch durch Symbole repräsentiert. Abbildung 2 zeigt ein beispielhaftes BPMN-Diagramm unter Verwendung der beschriebenen Erweiterung.

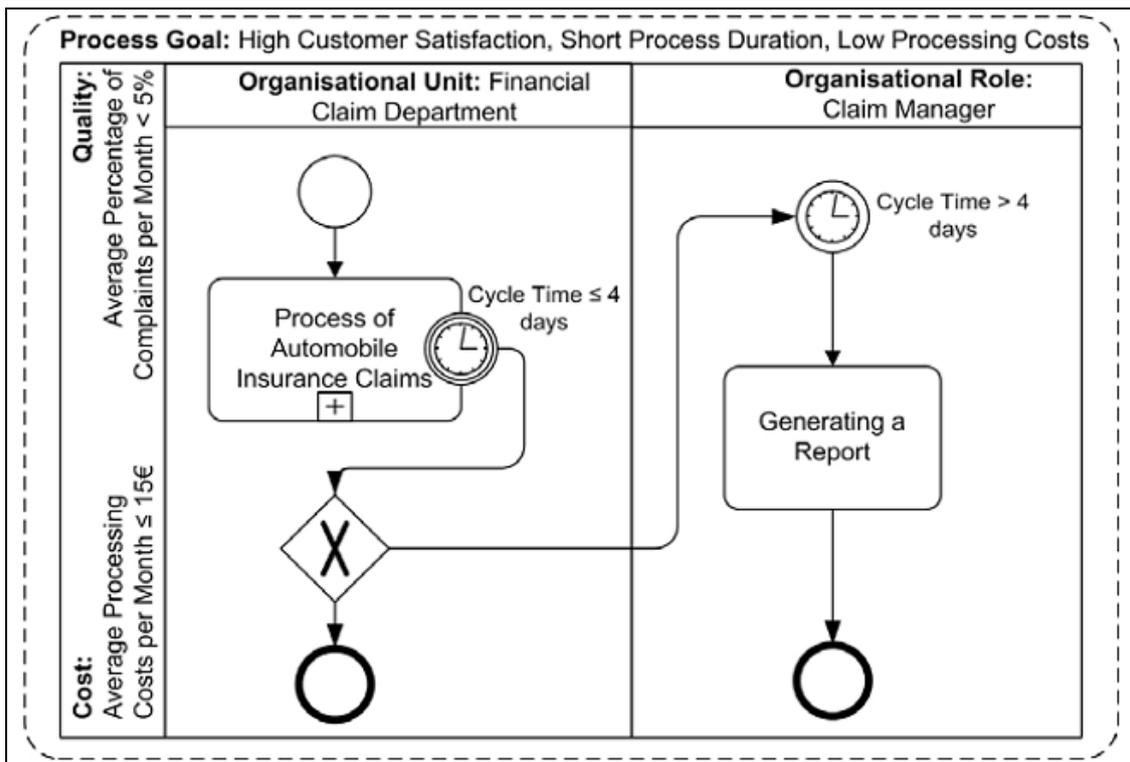


Abbildung 2: BPMN um Prozessziele und Qualitätsinformationen erweitert [Ko08]

Die Autoren in [SZS10] beschränken sich auf die Darstellung grundlegender QI zu Zeit, Kosten und Zuverlässigkeit. Sie schlagen eine Erweiterung der BPMN in Konformität zur Spezifikation der Version 2.0 vor, da diese die formale Beschreibung von Erweiterungsobjekten unterstützt. Der Ansatz sieht vor den Wert der jeweiligen Qualitätsinformation quantitativ zu erfassen und in tabellarischer Form als Ergänzung je einer Aktivität zu annotieren. Da im Rahmen dieser Arbeit insbesondere der grafische Modellierungsansatz von Bedeutung ist, wird zur besseren Verständlichkeit die zugehörige Notation in Abbildung 3 dargestellt.

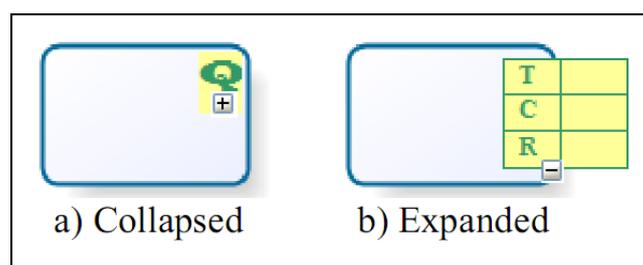


Abbildung 3: Darstellung von Zeit, Kosten und Zuverlässigkeit nach [SZS10]

Ein weiterer Modellierungsansatz, der in [Gu07] beschrieben wird, basiert auf dem Vorhaben die Effektivität und Effizienz von Geschäftsprozessen abschätzen und auswerten zu können. Zu diesem Zweck wurde ein Konzept zur Darstellung von performance-relevanten Informationen in Geschäftsprozessmodellen entwickelt, wobei eine Mischung aus grafischer und textueller Notation verwendet wird. Bei der Modellierung werden die Aktivitäten mit zusätzlichen Angaben über die durchschnittliche Dauer und die Zahl der Ausführungen pro Monat annotiert. Bezüglich dieser Werte kann schließlich auch ein Trend über längere Phasen hinweg in Form eines nach oben bzw. unten gerichteten Pfeiles visualisiert werden.

Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt eines Prozesses, bei dem die Aktivitäten um diese Performance-Informationen ergänzt wurden. Durch die Größe des Kreissymbols (in der linken unteren Ecke einer Aktivität) wird die Zahl der Ausführungen pro Monat zusätzlich hervorgehoben. Der Grad der Ausfüllung des Kreises weist auf die durchschnittliche Dauer der Aktivität hin (in Relation zur längsten). Die Notation beschränkt sich nicht auf eine konkrete Prozessmodellierungssprache (wie z.B. BPMN) sondern kann auf jede Prozessbeschreibung, die auf einer Abfolge von Aktivitäten basiert, angewendet werden.

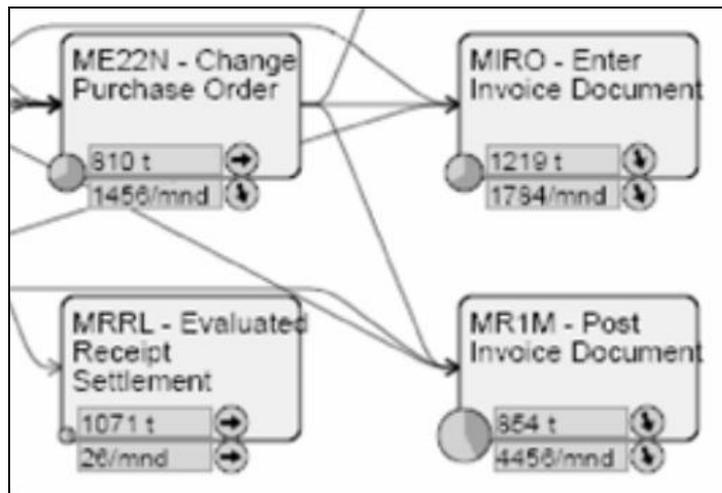


Abbildung 4: Ergänzung von Aktivitäten um Performance-Informationen nach [Gu07]

In [PZ08] schlagen die Autoren die Ergänzung von Prozessmodellen durch ein neues Modellierungsartefakt vor, dessen Anwendung es ermöglicht, die an einen Geschäftsprozess gebundenen Durchführungsbedingungen zu kennzeichnen. Es handelt sich dabei um die sog. „*Operating Condition*“ mit welcher high-level Informationen, wie Sicherheitsrichtlinien oder die Verfügbarkeit und Performance einer Aktivität, beschrieben werden können. Die entsprechende grafische Notation ist in Abbildung 5 dargestellt. Die Operating Condition wird mit einer möglichst aussagekräftigen, kurzen Beschriftung versehen. Die Beschreibung weiterer Details ist nicht vorgesehen. Die Autoren sehen ausschließlich vor Aktivitäten mit diesem Artefakt zu annotieren, jedoch ist eine Adaption des Konzepts für die Anwendung auf Ressourcen, Informationsobjekte und Aktoren vorstellbar.

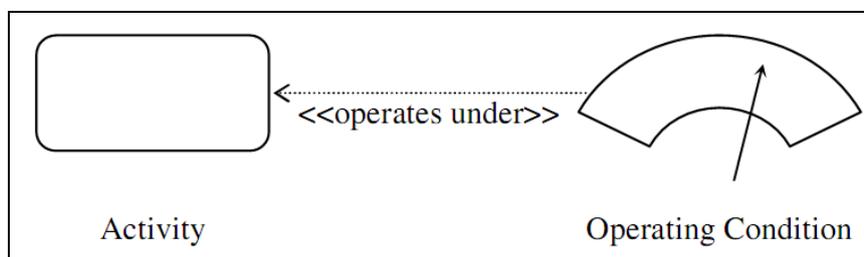


Abbildung 5: Annotierung einer Aktivität mit Operating Condition nach [PZ08]

[GT09] beschreibt die grafische Notation „*Time-BPMN*“, als Erweiterung der BPMN, basierend auf Version 1.2 der Spezifikation. Die Erweiterung besteht aus einer Menge von neuen Attributen und Eigenschaften mitsamt grafischer Darstellung, die konform zur bestehenden BPMN-Spezifikation gehalten sind. Time-BPMN zielt

darauf ab die zeitlichen Bedingungen und Abhängigkeiten darzustellen, welchen reale Geschäftsprozessabläufe unterworfen sind. Die konkreten Neuerungen der Erweiterung sind Modellierungselemente zur Beschreibung von Zeitpunkten, Zeitintervallen, zeitlichen Bedingungen und zeitlichen Abhängigkeiten. Im Sinne des BPQMM ist hier hauptsächlich die Dauer einer Aktivität von Interesse, die jedoch nicht eigens mit einem grafischen Symbol dargestellt, sondern lediglich als Attribut der Aktivität textuell hinterlegt wird. Abbildung 6 zeigt einen beispielhaften Auszug der grafischen Notation. Es wird eine Aktivität „Complete Final Exam“ dargestellt, die einen bestimmten Startzeitpunkt hat und sich nicht über eine Dauer von 3 Stunden erstreckt darf.

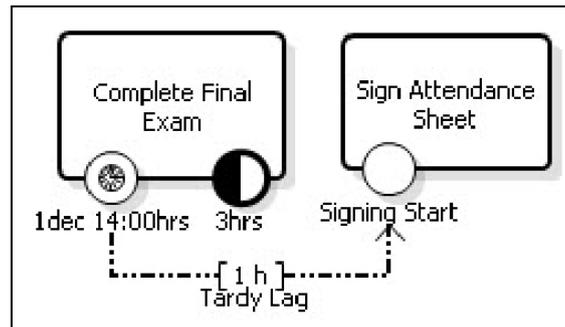


Abbildung 6: Darstellung von Zeitinformationen mit Time-BPMN [GT09]

In [Me08] wird die auf Petri-Netzen basierende Notation der „Performance-Netze“ vorgestellt. Es handelt sich dabei um eine Sprache zur formalen Modellierung von Geschäftsprozessen mit zusätzlicher Angabe von Performance-Indikatoren (wie z.B. Ausführungszeit und -häufigkeit von Aktivitäten). Dies ermöglicht Simulationen um die Effektivität und Effizienz der Prozesse bereits vor der eigentlichen Umsetzung überprüfen zu können. Abbildung 7 zeigt ein Beispiel eines Geschäftsprozesses als Performance-Netz, mit um Performance-Indikatoren erweiterten Aktivitäten.

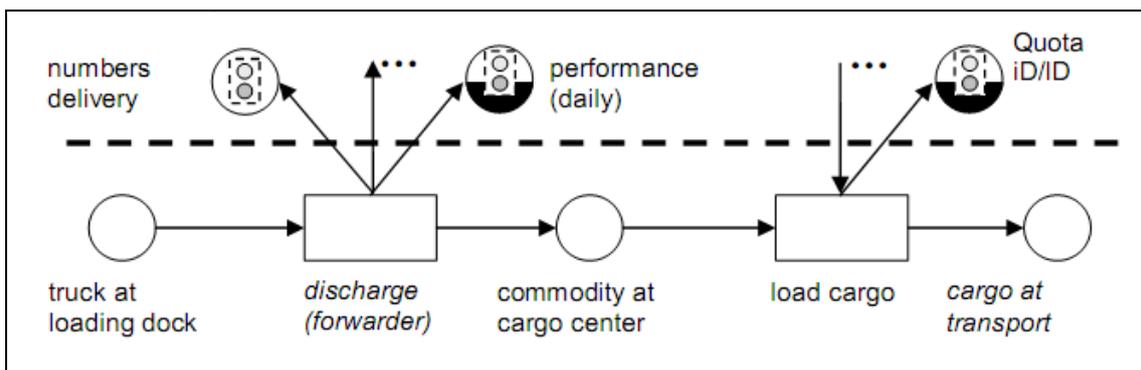


Abbildung 7: Geschäftsprozess als „Performance-Netz“ nach [Me08]

Der Ansatz aus [JF09] beschreibt wie ein Prozessmodell um die Darstellung von Sicherheitsmerkmalen erweitert werden kann. Die Erweiterung erstreckt sich auf die Beschreibung der Aspekte Zugriffskontrolle, Datenintegrität und Vertraulichkeit und wurde exemplarisch auf die Notation der ereignisgesteuerten Prozesskette (EPK) angewendet. Die Autoren merken jedoch an, dass die zugrundeliegende Modellierungssprache keine Rolle spielt und das Vorgehen genauso mit jeder anderen Notation verwendet werden kann. Abbildung 8 zeigt die neu entwickelten Modellierungsartefakte mit denen eine Nachrichten- oder Verbindungs-

verschlüsselung, eine digitale Signatur oder eine Zugriffskontrolle dargestellt werden kann. Die Konnektoren zur Annotation der Symbole sind zur deutlicheren Abgrenzung gegenüber dem Kontrollfluss des zugehörigen Prozesses rot eingefärbt. Die Verschlüsselungssymbole (in der Abbildung links) sind ausschließlich zur Verbindung von Datenobjekten vorgesehen und das Symbol der Zugriffskontrolle (rechts unten) zur Verbindung mit einer Ressource (z.B. ein Informationssystem mit Datenbank oder ein Web Service). Mit der digitalen Signatur (rechts oben) kann der Austausch einer verifizierten Nachricht visualisiert werden, wobei keine Einschränkung auf bestimmte Quell- und Zielartefakte spezifiziert ist.

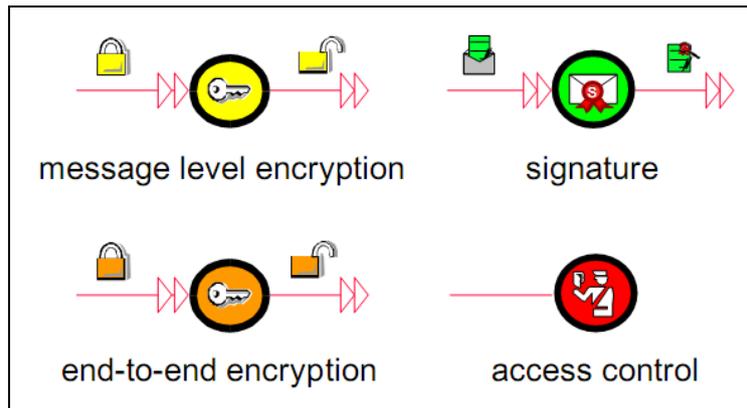


Abbildung 8: Modellierungselemente zur Darstellung von Sicherheitsaspekten nach [JF09]

Ein weiterer Ansatz zur Darstellung von Sicherheitsanforderungen in Geschäftsprozessen wird in [RFP06] und [RFP07] als Ergänzung des UML2 Aktivitätsdiagramm bzw. der BPMN vorgestellt. Dabei werden die Hauptmodellierungselemente (wie Aktivitäten, Aktoren, Kontrollflüsse) ergänzend mit einfachen Symbolen versehen, welche auf die unterschiedlichen Anforderungen hinweisen. Als Sicherheitsanforderungen sind Integrität (für Aktoren und Informationsobjekte), Vertraulichkeit (für Aktoren), Berechtigungskontrolle (für Aktoren und Aktivitäten), Nichtabstreitbarkeit (für Nachrichtenflüsse, also Interaktionen) und Angriffs-/Schadenserkennung (für alle Elemente) vorgesehen. Abbildung 9 zeigt einen Auszug eines solchen BPMN-Prozesses, bei dem ein Akteur und ein Informationsobjekt mit einem Vorhängeschloss, als Symbol für die Sicherheitsanforderungen, gekennzeichnet wurden.

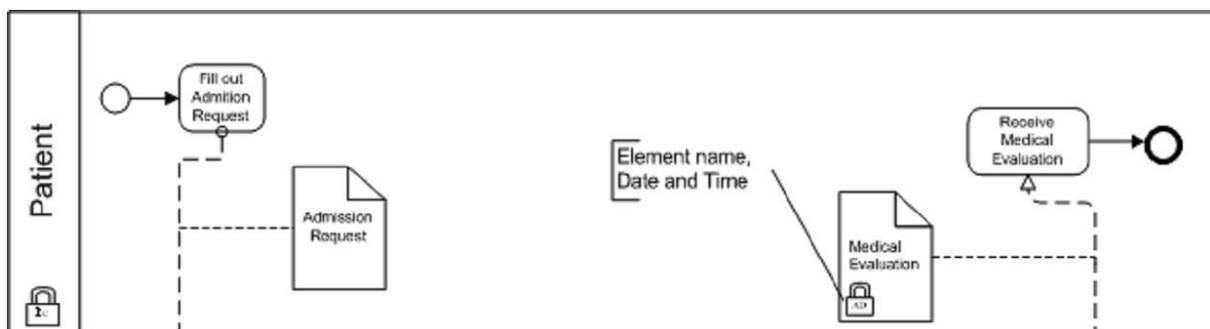


Abbildung 9: BPMN-Diagramm mit Darstellung von Sicherheitsanforderungen nach [RFP07]

3.1.3 Vergleich und Bewertung der Ansätze aus der Literatur

Keiner der oben aufgeführten Ansätze stellt eine vollständig adäquate Lösung der Aufgabenstellung dieser Arbeit dar, da sich alle Ansätze lediglich auf die Darstellung weniger oder ausschließlich einer Qualitätsinformation beschränken. Das Ziel dieser Arbeit ist jedoch, auch wenn Vollständigkeit praktisch nicht zu erreichen ist, ein möglichst allumfassendes Konzept zu entwickeln. In der Literatur werden bereits einige sinnvolle und durchdachte Konzepte vorgestellt, welche sich zur Beschreibung einzelner Teilaspekte einer möglichen Lösung eignen. Insgesamt decken die mit den bereits existierenden Ansätzen modellierbaren QI 7 der 26 Qualitätscharakteristiken für Aktivitäten des BPQMM ab, nämlich Zeitverhalten, Produktivität, Effektivität, Reife, Verständlichkeit, Zugriffssicherheit und Kontext-/Kundenzufriedenheit. Weiterhin ist die Zugriffssicherheit für Ressourcen (1 von 26 Charakteristiken), sowie Vertraulichkeit und Korrektheit bzgl. Informationsobjekten (2 von 17 Charakteristiken) abgedeckt. Hinsichtlich der Aktoren werden keine QI beschrieben. Im Anhang a dieser Arbeit befindet sich eine Tabelle, in der diese Abdeckung der Qualitätscharakteristiken des BPQMM durch die einzelnen QI aus den Ansätzen im Detail beschrieben ist. Um die Zuordnung nachvollziehbar zu machen, ist dabei jeweils die genaue Maßzahl aus [HP10a] aufgeführt, der die QI entspricht bzw. die entsprechende Charakteristik oder das Attribut vermerkt.

Im Folgenden sollen nun die existierenden Ansätze hinsichtlich für die Entwicklung eines umfassenden Konzepts wesentlicher Kriterien verglichen werden. So ist es möglich die jeweiligen Vor- und Nachteile der Ansätze objektiv einzuschätzen und basierend auf den positiven Merkmalen aller Ansätze ein optimales Gesamtkonzept zu entwickeln. Tabelle 3 zeigt eine Gegenüberstellung aller Ansätze mitsamt ihrer jeweiligen Eigenschaften bezüglich der aufgeführten Kriterien. Nachfolgend werden die Kriterien und die zugeordneten Eigenschaften näher erläutert.

Neben dem zunächst wesentlichsten Aspekten *welche* QI und *wie* diese dargestellt werden können, spielt die Granularität der modellierbaren QI eine wichtige Rolle. So können z.B. beim Ansatz aus [SZS10] nur grobe QI im Diagramm sichtbar dargestellt werden (Zeit und Zuverlässigkeit von Aktivitäten). Feine Details, wie die Zusammensetzung der Zeit aus Durchführungs-, Warte- und Transportzeit sind nicht modellierbar. Mit den Ansätzen aus [GT09], [Gu07], [Me08], [Ko08] und [PZ08] hingegen ist eine feingranularere Modellierung möglich, da z.B. Ausführungsdauer und Häufigkeit der Ausführung einer Aktivität beschrieben werden können. Ebenso feingranular ist die Darstellung mit den Ansätzen aus [JF09], [RFP06] und [RFP07], mit denen nicht einfach nur „Sicherheit“, sondern genauer Vertraulichkeit, Zugriffskontrolle und Datenintegrität beschrieben werden können.

Da das Resultat dieser Arbeit eine weiterhin leicht erlernbare, gut handhabbare und möglichst für jeden verständliche Prozessmodellierungssprache sein soll, spielt auch die Erhöhung der Komplexität durch die Erweiterung der Notation eine wichtige Rolle. Die Ansätze aus [Gu07], [RFP06], [RFP07] und [SZS10] erhöhen die Komplexität nur geringfügig, da lediglich ein bereits existierendes Modellierungselement um grafische und/oder textuelle Bestandteile erweitert wird. Es werden außerhalb dieser Artefakte keine neuen, zusätzlichen Elemente zur Sprache hinzugefügt. Im Ansatz aus [Ko08] wird ein Prozessdiagramm um Beschreibungen in textueller Form ergänzt. Dies kann zwar unter Umständen die Übersichtlichkeit etwas verschlechtern, erhöht jedoch die eigentliche Komplexität der Notation auch nur gering. In [Ko08], [Me08], [PZ08] und [JF09] werden neue, ergänzende Modellierungsartefakte beschrieben. Diese werden jedoch mit einem einfachen

Konnektor annotiert, wodurch kein Eingriff in die Prozessstruktur stattfindet, welcher die Komplexität der Notation erst maßgeblich erhöhen würde. Daher wird die Erhöhung der Komplexität in diesen Fällen als „mittel“ eingestuft. Lediglich die Time-BPMN Erweiterung [GT09] beschreibt eine umfassendere Notation, die etwas aufwändiger zu erlernen ist und die Übersichtlichkeit des Diagramms stärker einschränkt, da zusätzliche Kontrollflüsse die Komplexität erhöhen. Hier wird die Erhöhung der Komplexität als „hoch“ eingestuft.

Um Simulationen durchführen zu können oder eine Automatisierung der Prozesse zu unterstützen ist ein in der Praxis gängiges bzw. erwünschtes Vorgehen die Transformation von BPMN-Modellen in eine ausführbare Prozessbeschreibungssprache wie z.B. WS-BPEL⁷. Solch eine Transformation setzt allerdings voraus, dass die Modellierungssprache formal oder zumindest semi-formal ist. Dies trifft auf jede der hier diskutierten Notationen zu. Die auf Petri-Netzen basierende Sprache aus [Me08] ist als einzige vollständig formal. Da im Rahmen dieser Arbeit der wesentliche Fokus auf der grafischen Darstellung liegen soll wird zwar zunächst, in Hinblick auf die Entwicklung eines eigenen Konzepts, keine für eine derartige Transformation notwendige Formalität angestrebt, dennoch soll dieser Aspekt der Vollständigkeit halber im Vergleich nicht unberücksichtigt bleiben.

Zuletzt soll auch die Reife der Ansätze in die Betrachtung mit einbezogen werden. So könnten z.B. langjährige Erfahrungen mit der Anwendung des Konzepts bereits Hinweise auf die praktische Eignung, die Akzeptanz oder den Nutzen geben. Keiner der Ansätze war bisher einer so breiten Masse an Nutzern zugänglich, als dass er als etabliert bezeichnet werden könnte. Die Konzepte aus [Gu07] und [Me08] wurden jedoch bereits in einem Tool prototypisch implementiert und [Gu07] zusätzlich durch eine Fallstudie evaluiert. Die Ansätze aus [SZS10], [RFP06], [RFP07], [PZ08], [GT09], [Ko08] und [JF09] sind noch relativ neu und bisher ohne nennenswerte Anwendungsnachweise oder Erfahrungsberichte aus der Praxis.

⁷ Web Services Business Process Execution Language [OASIS07]

Tabelle 3: Vergleich von Ansätzen zur Modellierung von Qualitätsinformationen

Modellierungsansatz	[SZS10]	[Gu07]	[Ko08]	[PZ08]	[GT09]	[JF09]	[RFP07], [RFP06]	[Me08]
Basisnotation der Erweiterung	BPMN	Beliebige Prozessnotation	BPMN, EPK, UML2 Aktivitätsdiagramm	BPMN	BPMN	EPK	BPMN, UML2 Aktivitätsdiagramm	Petri-Netz
Darstellbare QI	Dauer und Zuverlässigkeit der Ausführung (<i>Aktivität</i>)	Dauer und Häufigkeit der Ausführung (<i>Aktivität</i>)	Ziele, Durchlauf- und Wartezeit, Anzahl an Beschwerden (<i>Aktivität</i>)	beliebige Qualitätsinformationen (<i>Aktivität</i>)	Ausführungszeiten, Ausführungszeitpunkt, zeitliche Bedingungen und Abhängigkeiten (<i>Aktivität</i>)	Vertraulichkeit beim Nachrichtenaustausch (<i>Aktivität</i>), Zugriffskontrolle (<i>Ressource</i>), Digitale Signatur, Verschlüsselung (<i>Datenobjekt</i>)	Vertraulichkeit (<i>Aktor</i>), Integrität (<i>Datenobjekt</i>), Berechtigungskontrolle (<i>Aktor + Aktivität</i>), Angriffs-/Schadenserkennung (<i>Alle</i>), Nichtabstreitbarkeit (<i>Interaktion</i>)	Performance-Indikatoren (<i>Aktivität</i>)
Abgedeckte Qualitätscharakteristiken des BPQMM	Zeitverhalten, Produktivität, Reife ⁸ (Zuverlässigkeit) (<i>Aktivität</i>)	Zeitverhalten, Produktivität, Effektivität (<i>Aktivität</i>)	Zeitverhalten, Verständlichkeit, Kundenzufriedenheit (<i>Aktivität</i>)	keine explizit	Zeitverhalten (<i>Aktivität</i>)	Zugriffssicherheit (<i>Aktivität + Ressource</i>), Vertraulichkeit, Korrektheit (<i>Datenobjekt</i>)	Zugriffssicherheit (<i>Aktivität + Ressource</i>), Korrektheit (<i>Datenobjekt</i>)	Produktivität (<i>Aktivität</i>)
Darstellung der QI	grafisch + textuell	grafisch + textuell	grafisch + textuell	grafisch + textuell	grafisch + textuell	grafisch + textuell	grafisch + textuell	grafisch + textuell
Formalität	semi-formal	semi-formal	semi-formal	semi-formal	semi-formal	semi-formal	semi-formal	formal
Granularität der Informationen	grob	fein	fein	fein	fein	fein	fein	fein
Erhöhung der Komplexität	gering	gering	mittel	mittel	hoch	mittel	gering	mittel
Reife des Ansatzes	neuer Ansatz	Fallstudie mit Tool-Umsetzung	neuer Ansatz	neuer Ansatz	neuer Ansatz	neuer Ansatz	neuer Ansatz	Tool-Umsetzung

⁸ Laut ISO/IEC 9126 entspricht Zuverlässigkeit den Charakteristiken Reife und Fehlertoleranz, sowie für Ressourcen auch Wiederherstellbarkeit [HP10a]. Da in [SZS10] für die Zuverlässigkeit nur die Fehler betrachtet werden, wird hier nur die Reife als abgedeckt betrachtet.

3.2 Werkzeugrecherche: Modellierung von Qualitätsinformationen

Ergänzend zu den theoretischen Modellierungsansätzen, die in der Literatur beschrieben werden, sollen hier nun auch entsprechende Werkzeuge, welche die Modellierung von prozessbezogenen QI ermöglichen, aufgeführt und verglichen werden.

3.2.1 Vorgehen und Auswahl der Werkzeuge

Eine anfängliche Fokussierung der Werkzeugrecherche auf die Untersuchung von reinen Geschäftsprozessmodellierungswerkzeugen brachte zunächst nicht die gewünschten Resultate, da diese Anwendungen in der Regel das Ziel haben die angebotenen Modellierungsmöglichkeiten konform zu einer bestimmten Notation zu halten (z.B. BPMN oder EPK). Da, soweit die bisherige Recherche ergab, kein offizieller Notationsstandard oder eine anderweitig in der Praxis verbreitete Prozessmodellierungssprache die Darstellung von QI vorsieht, werden entsprechende Funktionalitäten auch nicht angeboten. Daher wurde die Recherche auf umfangreichere Tools wie die sog. Business Process Management Systeme (BPMS) und Werkzeuge zur Unternehmensmodellierung ausgeweitet⁹. Erstere haben zum Ziel sämtliche Aspekte des Geschäftsprozessmanagements¹⁰ abzubilden bzw. deren Durchführung zu unterstützen und schließlich die Ergebnisse der verschiedenen Phasen intelligent zu verknüpfen. Letztere sind noch umfangreicher und haben z.B. auch die Organisations- und Ressourcenmodellierung zum Gegenstand. Bestandteil dieser Werkzeuge ist in den meisten Fällen auch immer eine Prozessmodellierungskomponente. Diese ist zwar auch oft (aber nicht ausschließlich) an eine der bekannten Notationen orientiert, ermöglicht jedoch aufgrund der angestrebten Weiterverarbeitung der Daten in Folgephasen, wie der Ausführung, Automatisierung oder Analyse der Prozesse, oftmals die Erfassung weiterer Informationen zum Prozess, darunter auch QI.

3.2.2 Vergleich und Bewertung der Modellierungsmöglichkeiten der Werkzeuge

Es wurden insgesamt 42 Werkzeuge untersucht¹¹ von denen 17 die Beschreibung von QI in Bezug auf die modellierten Prozesse ermöglichen. Keines der Werkzeuge unterstützt jedoch die explizite Darstellung von QI gemäß einer grafischen Notation, wie sie z.B. im vorherigen Kapitel beschrieben wurden und wie es im Rahmen dieser Arbeit vorgesehen ist. In den meisten Fällen können qualitätsbezogene Zusatzinformationen lediglich unter dem Aspekt „Eigenschaften“ eines

⁹ Eine Übersicht verfügbarer BPM- und BPMN-Werkzeuge findet sich unter <http://www.bpm-netzwerk.de/content/software/listSoftware.do?view=> bzw. http://www.bpmn.org/BPMN_Supporters.htm (letzter Zugriff 20.11.2010)

¹⁰ Die Aspekte des Geschäftsprozessmanagement werden in Kapitel 2.1 dieser Arbeit erläutert.

¹¹ D.h. die Werkzeuge wurden installiert und ausprobiert. Ebenso wurden sofern vorhanden entsprechende Whitepaper, Tutorials und sonstige Informationsbroschüren herangezogen.

Modellierungselementes textuell erfasst werden. Dies geschieht dann in der Regel über eine Art Tabellenstruktur, mit vordefinierten oder auch freien Feldern, welche in der eigentlichen Modellansicht jedoch verdeckt ist (Aufruf z.B. über rechte Maustaste, dann Eigenschaften) oder nur in einem zusätzlichen Fenster außerhalb des Modellierungsbereiches angezeigt wird. In einigen wenigen Fällen können die Informationen auch im Modell als zusätzliche Beschriftung des zugehörigen Elements ([ABACUS]), teilweise auch mit frei wählbarem grafischem Symbol ([ARIS], [MEMO]), sichtbar gemacht werden. Dies geschieht dann jedoch ohne Anleitung durch ein systematisches Konzept, sondern nach eigenem Ermessen des Modellierers. Man beachte, dass an dieser Stelle die jeweils ergänzend zu den Ansätzen aus der Literatur in Kapitel 3.1 prototypisch umgesetzten Werkzeuge nicht in die Betrachtung mit einbezogen wurden, da die entsprechenden Notationen und modellierbaren QI bereits diskutiert wurden. Der Fokus sollte hier insbesondere auf Werkzeugen, die in der Praxis eingesetzt werden liegen und weniger auf Prototypen aus der Forschung.

Besonders interessante Ansätze wie QI mithilfe eines Werkzeugs in einem Prozessmodell dargestellt werden können, sind hier also nicht erkenntlich geworden. Dennoch kann man einige Schlüsse ziehen. So bleibt zumindest an dieser Stelle von Interesse *welche* QI mit den Werkzeugen beschrieben werden können (wenn auch nur textuell), da dies auf eine besondere Praxis-Relevanz dieser Informationen hindeutet. Die Angaben können so als Bestätigung bzw. Ergänzung der dieser Arbeit zugrunde liegenden Definition der Qualität von Geschäftsprozessen dienen (siehe Kapitel 2.3).

Ähnlich wie bereits bei der Untersuchung der Ansätze aus der Literatur festgestellt wurde, ermöglichen auch die hier betrachteten Werkzeuge nur die Dokumentation einiger weniger QI. Eine umfassende Modellierung der Qualität eines Geschäftsprozesses ist in keinem der Fälle möglich. Insgesamt decken die mit den untersuchten Werkzeugen dokumentierbaren QI 8 der 26 Qualitätscharakteristiken für Aktivitäten des BPQMM ab, nämlich Zeitverhalten, Produktivität, Effektivität, Fehlertoleranz, Reife, Verständlichkeit, Mitarbeiterzufriedenheit und Kontext-/Kundenzufriedenheit. Weiterhin sind Auslastung, Eignung, Reife, Fehlertoleranz und Wiederherstellbarkeit für Ressourcen (5 von 26 Charakteristiken), sowie Verfügbarkeit und Eignung hinsichtlich der Aktoren (2 von 2 Charakteristiken) abgedeckt. Bezüglich der Informationsobjekte können keine QI beschrieben werden. Um diese Abdeckung der Qualitätscharakteristiken des BPQMM nachvollziehbar zu machen, sei auch an dieser Stelle auf die Tabelle im Anhang der Arbeit hingewiesen, in der die Zuordnung der einzelnen QI aus den Werkzeugen im Detail beschrieben ist.

Ebenso wie bei den Ansätzen aus der Literatur findet keine Untergliederung der QI in Charakteristiken, Attribute und Maßzahlen statt, wie es im BPQMM der Fall ist (siehe Kapitel 2.3). Dies kann bei der Frage, welche konkreten Werte zur jeweiligen QI erfasst werden sollen, zu Unklarheiten und Verwirrungen führen. Wird in einem Ansatz oder Werkzeug z.B. die Erfassung der „Zuverlässigkeit“ einer Aktivität vorgegeben, so ist unklar welches Attribut bzw. welche Maßzahl genau erfasst werden soll um den konkreten Wert zu ermitteln.

Es folgt in Tabelle 4 eine Auflistung der Werkzeuge, welche die Erfassung von QI ermöglichen, wobei jeweils angemerkt ist über welchen Funktionsumfang sich das Tool erstreckt, welche Prozessnotationen unterstützt werden, welche QI beschrieben werden können und wie deren Darstellung ermöglicht wird. Eine vollständige Liste aller untersuchten Werkzeuge, also auch derer die keine Erfassung von QI ermöglichen, befindet sich im Anhang dieser Arbeit.

Tabelle 4 (1/4): Vergleich von Werkzeugen zur Modellierung von Qualitätsinformationen in Geschäftsprozessen

Werkzeug	[ABACUS]	[ADONIS]	[ARIS]	[BONAPA]
Funktionsumfang	IT-Strategie, Planung und Unternehmensmodellierung	BPM	BPM	BPM
Prozessnotation	BPMN und UML	BPMN und eigene Notation	BPMN, EPK, UML	Eigene Notation
Beschreibbare QI	<p>Prozess:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ausführungszeit - Ausführungshäufigkeit - Zuverlässigkeit - Verfügbarkeit <p>Ressource:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geschäftstauglichkeit - Kritikalität - Auslastung - Zuverlässigkeit - Verfügbarkeit - Gesamtzahl der Nutzer - Zahl der gleichzeitigen Nutzer <p>Aktor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zuverlässigkeit - Verfügbarkeit 	<p><u>In eigener Notation</u></p> <p>Prozess:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Häufigkeit der Durchführung pro Zeiteinheit - Max. Zeit bis Abbruch, falls keine reguläre Beendigung <p>Aktivität:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ausführungszeit - Wartezeit bis Ausführung - Wartezeit bis Transport - Transportzeit 	<p><u>In BPMN</u></p> <p>Aktivität:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Liegezeit - Bearbeitungszeit - Durchlaufzeit - Prozess-Performance <p>Alle Elemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - eigene Attribut-/Wert-Paare 	<p>Aktivität:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bearbeitungszeit - Liegezeit <p>Alle Elemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - eigene Attribut-/Wert-Paare
Abgedeckte Qualitätscharakteristiken des BPQMM	Zeitverhalten, Fehlertoleranz, Reife (<i>Aktivität</i>) Wiederherstellbarkeit, Reife, Fehlertoleranz, Auslastung, Eignung (<i>Ressource</i>) Verfügbarkeit (<i>Aktor</i>)	Zeitverhalten, Effektivität (<i>Aktivität</i>)	Zeitverhalten, Produktivität (<i>Aktivität</i>)	Zeitverhalten (<i>Aktivität</i>)
Darstellung der QI	pro Element eine Eigenschaft im Diagramm textuell darstellbar	textuell, verdeckt	Darstellung des Texts mit frei wählbarem Symbol im Modell möglich (ansonsten verdeckt)	textuell, verdeckt

Tabelle 3 (2/4): Vergleich von Werkzeugen zur Modellierung von Qualitätsinformationen in Geschäftsprozessen

Werkzeug	[GRADE]	[Horus]	[iGrafx]	[itp]	[Kern]
Funktionsumfang	CASE	BPM	BPM	BPM	BPM
Prozessnotation	Eigene Notation	Eigene Notation	BPMN und eigene Notation	BPMN	Eigene Notation
Beschreibbare QI	Aktivität: - Dauer - Ziele	Aktivität: - Qualität in % - Fehlerrate in % - Wettbewerbsfähigkeit (sehr niedrig bis sehr hoch) - Bearbeitungs- und Transportzeit (minimal, durchschnittlich, maximal) - Geschäftsregeln - Personalbedarf - Ausführungshäufigkeit und -intervall - Risiken - benutzerdefinierte Kennzahlen	Aktivität: - Dauer Alle Elemente: - eigene Messgrößen und benutzerdefinierte Daten	Aktivität: - Aktive Zeit - Wartezeit Alle Elemente: - eigene Attribute	Prozess: - Durchlaufzeit - Kundenzufriedenheit - Mitarbeiterzufriedenheit - Eigene Prozesskennzahlen definierbar Akteur: - Qualifikationen
Abgedeckte Qualitätscharakteristiken des BPQMM	Zeitverhalten, Produktivität, Verständlichkeit (<i>Aktivität</i>)	Zeitverhalten, Effektivität, Reife (<i>Aktivität</i>)	Zeitverhalten, Produktivität (<i>Aktivität</i>)	Zeitverhalten (<i>Aktivität</i>)	Zeitverhalten, Produktivität, Kontext-/ Kundenzufriedenheit, Mitarbeiterzufriedenheit (<i>Aktivität</i>) Eignung (<i>Akteur</i>)
Darstellung der QI	textuell, verdeckt	textuell, verdeckt	textuell, verdeckt	textuell, verdeckt	textuell, verdeckt

Tabelle 3 (3/4): Vergleich von Werkzeugen zur Modellierung von Qualitätsinformationen in Geschäftsprozessen

Werkzeug	[MEGA]	[MEMO]	[Select]	[SemTalk]
Funktionsumfang	Geschäftsprozessanalyse, Unternehmensarchitektur	Unternehmensmodellierung	BPM	Geschäftsprozessmodellierung
Prozessnotation	BPMN und eigene Notation	Eigene Notation	BPMN und eigene Notation	BPMN und EPK
Beschreibbare QI	Aktivität: - Ziele - eigene Indikatoren (Messgrößen)	Aktivität: - Dauer	Aktivität: - Ausführungszeit - Wartezeit - Häufigkeit der Durchführung pro Zeiteinheit - eigene Attribute	Aktivität: - Dauer Alle Elemente: - benutzerdefinierte Attribute
Abgedeckte Qualitätscharakteristiken des BPQMM	Verständlichkeit (Aktivität)	Zeitverhalten, Produktivität (Aktivität)	Zeitverhalten, Effektivität (Aktivität)	Zeitverhalten, Produktivität (Aktivität)
Darstellung der QI	textuell, verdeckt	Eigenes grafisches Element	textuell, verdeckt	textuell, verdeckt

Tabelle 3 (4/4): Vergleich von Werkzeugen zur Modellierung von Qualitätsinformationen in Geschäftsprozessen

Werkzeug	[Signavio]	[SILVER]	[TopEase]	[ViFlow]
Funktionsumfang	Geschäftsprozessmodellierung	Geschäftsprozess- und Unternehmensmodellierung	Enterprise Lifecycle Management	BPM
Prozessnotation	BPMN und EPK	Eigene Notation	Eigene Notation	Eigene Notation
Beschreibbare QI	Prozess: - Häufigkeit (pro Jahr) Aktivität: - Ausführungszeit	Aktivität: - Dauer Alle Elemente: - benutzerdefinierte Attribute	Aktivität: - Dauer Alle Elemente: - benutzerdefinierte Attribute	Aktivität: - Dauer Alle Elemente: - benutzerdefinierte Attribute
Abgedeckte Qualitätscharakteristiken des BPQMM	Zeitverhalten, Produktivität, Effektivität (Aktivität)	Zeitverhalten, Produktivität (Aktivität)	Zeitverhalten, Produktivität (Aktivität)	Zeitverhalten, Produktivität (Aktivität)
Darstellung der QI	textuell, verdeckt	textuell, verdeckt	textuell, verdeckt	textuell, verdeckt

4 Konzept zur Modellierung von Qualitätsinformationen in Geschäftsprozessmodellen

Der Blick auf den aktuellen Stand der Forschung und Praxis im vorangegangenen Kapitel hat gezeigt, dass noch kein Ansatz existiert, welcher die Anforderungen an das hier geforderte Konzept zur Modellierung von Qualitätsinformationen in Geschäftsprozessmodellen zufriedenstellend erfüllt. Zwar gibt es in der Literatur bereits einige Ansätze die Lösungen beschreiben und es lassen sich auch Werkzeuge finden, die die Erfassung von QI ermöglichen, jedoch kann die Qualität eines Prozesses in keinem Fall so umfassend wie durch das BPQMM vorgegeben erfasst werden. Um diese Lücke zu schließen, wurde im Rahmen dieser Arbeit ein neues Konzept entwickelt, das, zum Teil aufbauend auf den bereits existierenden Ansätzen, eine leicht anwendbare und praktikable Lösung bietet. Nachfolgend werden nun zunächst noch einmal die genauen Anforderungen an das Konzept formuliert, bevor schließlich das Konzept selbst vorgestellt und dessen Anwendung anhand eines Beispiels beschrieben wird.

4.1 Anforderungen an das Modellierungskonzept

Im Folgenden werden noch einmal die genauen Anforderungen an das Konzept zur Modellierung der QI von Geschäftsprozessen aufgeführt, um die letztendlich entstandene Lösung nachvollziehbar zu machen. Die Anforderungen an das Modellierungskonzept sind wie folgt:

- *Abdeckung des BPQMM*
Das Konzept sollte ermöglichen sämtliche im BPQMM beschriebenen QI zu erfassen.
- *Modellierung detaillierter QI*
Das Konzept sollte ermöglichen QI detailliert, d.h. gemäß der hierarchischen Struktur des BPQMM, in Form von Qualitätscharakteristiken, -attributen und -maßzahlen zu modellieren.
- *Grafische Darstellung der Qualitätscharakteristiken*
Das Konzept sollte ermöglichen die Qualitätscharakteristiken in grafischer Form, d.h. nicht nur in reiner Textform, im Prozessmodell darzustellen.
- *Modellierung von Prozess und QI in einer Sicht*
Das Konzept sollte ermöglichen Prozess und QI innerhalb einer Sicht zu modellieren, d.h. der Modellierer sieht beides auf einen Blick und muss keine zusätzliche Aktion zur Umschaltung der Sicht durchführen.
- *Anwendbarkeit auf beliebige Prozessmodellierungsnotationen*
Das Konzept sollte ohne größere Eingriffe für beliebige Prozessnotationen anwendbar sein.

- **BPMN-Konformität**
Das Konzept sollte die Konformität zur BPMN-Spezifikation bewahren.
- **Skalierbarkeit**
Das Konzept sollte so gut skalierbar sein, dass für jede Prozesskomponente alle möglichen Qualitätscharakteristiken aus dem BPQMM modelliert werden können, ohne dass die Benutzbarkeit beeinträchtigt wird.
- **Geringe Komplexität**
Die Erhöhung der Komplexität der zugrundeliegenden Prozessnotation durch die Erweiterung um die Darstellung von QI sollte gering sein.

Verschiedene Lösungsalternativen wurden nun anhand dieser Anforderungen abgewogen und haben so die Entwicklung des Konzepts beeinflusst.

4.2 Bewertung der existierenden Ansätze

Als erster Schritt in Richtung eines eigenen Konzepts, werden nun die aus der Literaturrecherche hervorgegangenen Modellierungsansätze (siehe Kapitel 3.1) hinsichtlich der Erfüllung der oben formulierten Anforderungen bewertet. Tabelle 5 zeigt welche Anforderungen von den jeweiligen Ansätzen erfüllt werden und welche nicht.

Tabelle 5: Vergleich existierender Ansätze hinsichtlich der Anforderungen an das Konzept

Modellierungsansatz/ Anforderung	[SZS10]	[Gu07]	[Ko08]	[PZ08]	[GT09]	[JF09]	[RFP07], [RFP06]	[Me08]
Abdeckung des BPQMM	-	-	-	-	-	-	-	-
Skalierbarkeit	✓	-	-	-	-	✓	✓	-
Geringe Komplexität	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
Detaillierte QI	✓	✓	✓	-	✓	-	-	✓
Hierarchische Struktur der QI	-	-	-	-	-	-	-	-
Prozess und QI in einer Sicht	✓	✓	✓	Nicht Details	Nicht alle Details	✓ (keine Details)	✓ (keine Details)	Nicht Details
Grafische Darstellung der QI	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Adaptierbar für beliebige Prozessnotation	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
BPMN-Konformität	✓	-	✓	✓	-	-	✓	-

Aus der Bewertung geht hervor, dass insbesondere die vollständige Abdeckung des BPQMM und die Unterteilung der QI in Charakteristiken, Attribute und Maßzahlen von den existierenden Ansätzen nicht erfüllt werden. Ebenso ist die entsprechend notwendige Skalierbarkeit häufig nicht gewährleistet. Die Modellierungsansätze von

[SZS10], [Ko08], [JF09] und [RFP07] erfüllen die meisten Anforderungen und sind damit am ehesten als Basis für die Entwicklung eines eigenen Konzepts geeignet. [Ko08], [JF09] und [RFP07] verfolgen die Idee QI durch kleine Symbole im Prozessmodell bzw. innerhalb der entsprechenden Elemente des Modells zu annotieren. Diese Ansätze sind bis auf ein den Anforderungen entsprechendes Level gut skalierbar, im Gegensatz zu Ansätzen mit Definition eigener Modellartefakte zur Darstellung der QI (wie z.B. [PZ08] und [Me08]). Durch das Hinzufügen vieler zusätzlicher Artefakte wird schnell viel Platz verbraucht, was vermieden werden soll, damit auch bei vielen QI die Übersichtlichkeit erhalten bleibt. Desweiteren wird die Komplexität der Basisnotation durch die erstgenannten Ansätze nicht erhöht und die Erweiterung der Notation auf diese Art ist konform zur aktuellen BPMN-Spezifikation. Deren Erweiterungsmechanismus erlaubt es den bereits vordefinierten Modellierungselementen Zeichen und Hinweise hinzuzufügen, solange deren Semantik dadurch nicht verfälscht wird (siehe [OMG10]). Jedoch ist es auf diese Weise nicht möglich detailliertere Informationen über die Qualität zu erfassen. Die Details, wie in [Ko08] beschrieben, durch zusätzlichen Text im Prozessmodell darzustellen, ist wiederum schlecht skalierbar und wird bereits bei wenigen QI pro Element unübersichtlich. Um eine umfassende Menge detaillierter QI, wie sie das BPQMM vorgibt, zu modellieren, lässt es sich jedoch nicht gänzlich vermeiden Text zu verwenden. Hier bietet sich eine kompakte tabellarische Struktur an, wie sie in [SZS10] verwendet wird. Diese könnte ein- und ausgeblendet bzw. in einem separaten Bereich parallel zum Prozessmodell angezeigt werden, so dass das Prozessmodell und die detaillierten QI innerhalb einer Sicht modelliert werden können. Der Inhalt lässt sich dann entsprechend der hierarchischen Unterteilung der QI gemäß dem BPQMM aufbauen. Folgt man diesem Gestaltungsentwurf wären sämtliche Anforderungen an das Konzept erfüllt. Im nachfolgenden Kapitel wird dieser Gedankengang nun konkretisiert, vollständig formuliert und anhand von Beispielen anschaulich beschrieben, wie QI entsprechend der hier skizzierten Lösung in einem Geschäftsprozessmodell dargestellt werden können.

4.3 Konzept zur Darstellung von Qualitätsinformationen in einem Geschäftsprozessmodell

Das hier vorgeschlagene Konzept zur Modellierung von QI in Geschäftsprozessmodellen lässt sich nun wie folgt beschreiben: QI werden im Prozessmodell durch Symbole innerhalb der jeweiligen Modellierungselemente grafisch dargestellt. Dabei repräsentiert ein Symbol jeweils eine Qualitätscharakteristik gemäß dem BPQMM. Die grafische Gestaltung des Symbols soll hierbei möglichst einen Hinweis auf die dahinterliegenden QI geben. Dafür wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Satz von Symbolen zusammengestellt, wovon jedes mit einer der vorgegebenen Qualitätscharakteristiken assoziiert wird. So wird z.B. die QI zur Charakteristik „Zeitverhalten“ durch eine Uhr und die QI der „Zugriffssicherheit“ durch ein Vorhängeschloss dargestellt. In Tabelle 6 am Ende des Kapitels sind sämtliche Charakteristiken aus dem BPQMM und die zugeordneten Symbole dargestellt. Dabei ist darüber hinaus auch aufgeführt, für welches Prozesselement die jeweilige Charakteristik gemäß dem BPQMM beschrieben werden kann und dementsprechend eine Annotation im Modell erlaubt ist. Es sei darauf hingewiesen, dass die Zuordnung der Symbole zunächst prototypisch erfolgte und die

Verständlichkeit der Symbole in einer späteren Arbeit noch von Experten geprüft werden soll.

Zusätzlich zu dieser grafischen Repräsentation der Qualitätscharakteristika im Prozessmodell, werden die zugehörigen Qualitätsattribute und Maßzahlen in tabellarischer Form textuell hinterlegt. Abbildung 10 zeigt ein einfaches Beispiel der Notation, angewendet auf eine Aktivität.

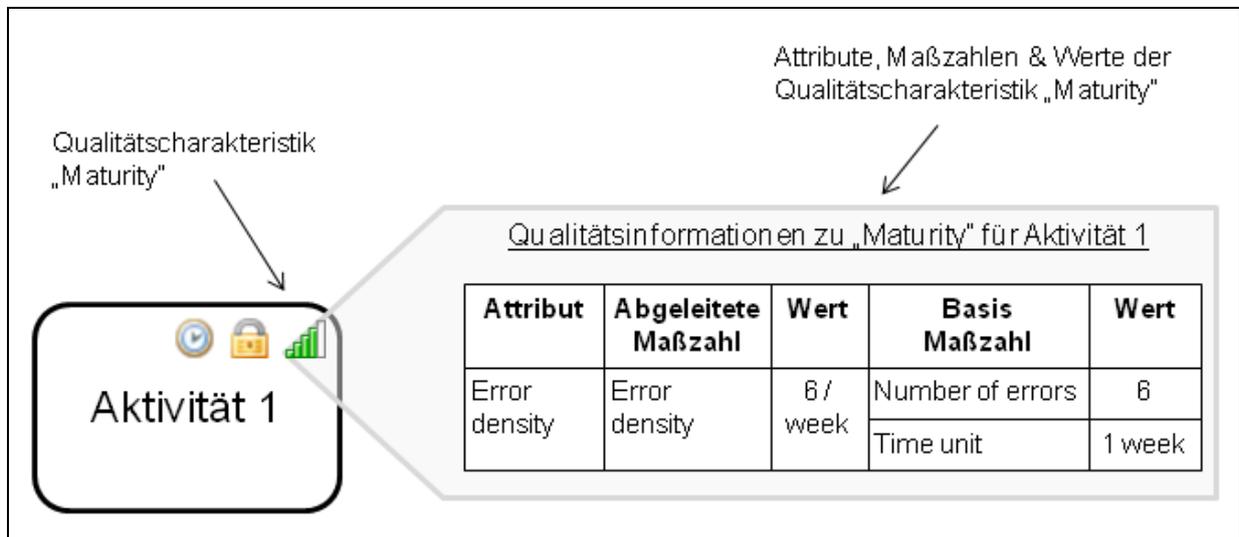


Abbildung 10: Modellierung detaillierter Qualitätsinformationen am Beispiel einer Aktivität

Hier wurden exemplarisch QI zu „Time behavior“, „Security“ und „Maturity“ modelliert. In der Tabelle werden die Details, also die Attribute und Maßzahlen zur Charakteristik „Maturity“ dargestellt. Die vorgegebenen Attribute und Maßzahlen stammen aus [HP10a] und die Werte werden vom Modellierer erfasst. Der Modellierer hat zusätzlich die Möglichkeit eigene Attribute und Maßzahlen zu definieren. Analog können so QI für Aktoren, Informationsobjekte oder Ressourcen modelliert werden, sofern die zugrundeliegende Prozessnotation diese Elemente unterstützt. Wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben, wird das Konzept zur Modellierung von QI nicht für die Anwendung auf eine spezifische Basisnotation beschränkt, sondern bewusst generisch gehalten, um eine breitere Anwendbarkeit für beliebige graphische Modellierungsnotationen zu ermöglichen.

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wurde jedoch auch eine konkrete Umsetzung des Konzepts, als Erweiterung der BPMN implementiert. Die BPMN bietet sich als Geschäftsprozessmodellierungsnotation für die Umsetzung des Konzepts an, da sie leicht erlernbar und für alle Beteiligten verständlich ist, sowohl für Wirtschaftsanalysten, die die Prozessmodelle erstellen, IT-Fachleute, die für die Implementierung zuständig sind und für die Geschäftsleute, die die laufenden Prozesse verwalten und kontrollieren [RFP07]. Die Umsetzung erfolgte als Erweiterung des BPMN-Editor-Plugins eines CASE-Tools und wird im nachfolgenden Kapitel 5 beschrieben. Kapitel 6 beschreibt außerdem eine umfangreiche Evaluierung des Modellierungskonzepts. Anhand eines Beispielprozesses aus einer Praxisstudie im klinischen Umfeld wird die Anwendung der Notation ausführlich demonstriert und der praktische Nutzen aufgezeigt.

Tabelle 6: Grafische Symbole zur Darstellung der Qualitätscharakteristika

Qualitätscharakteristik	Prozesselement	Darstellung
Suitability	Aktivität, Ressource, Informationsobjekt, Akteur	
Operability / Executability	Aktivität, Ressource, Informationsobjekt	
Accuracy	Aktivität, Ressource, Informationsobjekt	
Understandability	Aktivität, Ressource, Informationsobjekt	
Compliance	Aktivität, Ressource, Informationsobjekt	
Security / Confidentiality	Aktivität, Ressource, Informationsobjekt	
Interoperability	Aktivität, Ressource	
Maturity	Aktivität, Ressource	
Fault tolerance	Aktivität, Ressource	
Learnability	Aktivität, Ressource	
Testability	Aktivität, Ressource	
Adaptability	Aktivität, Ressource	
Attractiveness	Aktivität, Ressource	
Time behavior	Aktivität, Ressource	
Analyzability	Aktivität, Ressource	
Changeability	Aktivität, Ressource	
Stability	Aktivität, Ressource	
Productivity	Aktivität, Ressource	
Safety	Aktivität, Ressource	
Effectiveness	Aktivität, Ressource	
Co-existence	Aktivität, Ressource	
Replaceability	Aktivität, Ressource	
Resource utilization	Aktivität, Ressource	
Actor satisfaction (worker's satisfaction)	Aktivität, Ressource	
Context satisfaction (clients/customer satisfaction)	Aktivität	
Introduceability	Aktivität	

Installability	Ressource	
Recoverability	Ressource, Informationsobjekt	
Efficiency	Informationsobjekt	
Precision	Informationsobjekt	
Traceability	Informationsobjekt	
Completeness	Informationsobjekt	
Consistency	Informationsobjekt	
Credibility (Beliveability)	Informationsobjekt	
Currentness (Timeliness)	Informationsobjekt	
Accessibility	Informationsobjekt	
Portability (partial aspect of Flexibility)	Informationsobjekt	
Availability	Informationsobjekt, Aktor	

5 Implementierung des Konzepts

In diesem Kapitel wird die Umsetzung des in Kapitel 4 vorgestellten Konzepts zur Modellierung von QI in Geschäftsprozessmodellen beschrieben. Dabei wird das Konzept als Erweiterung des bereits vorhandenen BPMN-Editors des CASE¹²-Tools UNICASE prototypisch implementiert. Daher werden als Grundlage zunächst die für die Entwicklung verwendeten Frameworks, das Eclipse Modeling Framework und das Graphical Modeling Project, sowie UNICASE und der BPMN-Editor kurz vorgestellt. Anschließend werden die Anforderungen an die Implementierung des Konzepts und die Implementierung selbst im Detail beschrieben.

5.1 Grundlagen der Implementierung

5.1.1 Eclipse, EMF und GMP

Eclipse¹³ ist eine Java-basierte, erweiterbare open-source Entwicklungsplattform und wurde ursprünglich als integrierte Entwicklungsumgebung für Java-Code eingeführt. Mittlerweile wird jedoch darüber hinaus auch eine Entwicklungsplattform für Plug-ins bereitgestellt (Rich Client Platform), womit die Erweiterung der eigenen Funktionalität möglich ist. Die Rich Client Platform stellt ein Framework bereit, das die Entwicklung beliebiger Anwendungen auf Basis der Eclipse Plattform ermöglicht. In der Basis-Konfiguration werden bereits einige solcher Plug-ins zur Verfügung gestellt, wie z.B. die Java Development Tools für grundlegende Aktivitäten wie das Editieren, Kompilieren und Debuggen von selbst entwickelten Java-Anwendungen. Optional gibt es Plug-ins die weitere Teile des Entwicklungsprozesses, wie Modellierung, Testen, Versionskontrolle und Konfigurationsverwaltung unterstützen. Auch das für die Implementierung des Konzepts zur Modellierung von QI erweiterte UNICASE (siehe Kapitel 5.1.2) ist im Sinne dieses Plug-in-Konzepts, als eine auf der Eclipse-Plattform basierende Anwendung realisiert.

Als Eclipse-basierte Anwendung folgt UNICASE außerdem dem Gedanken der modellgetriebenen Softwareentwicklung, wofür auf das Eclipse Modeling Framework (EMF)¹⁴ zurückgegriffen wird. Das EMF ist ein Framework zur Modellierung und Code-Generierung für Eclipse. Mit dem EMF und den zugehörigen Tools werden, anstatt eigenen Java-Code zu schreiben, zunächst Modelle erstellt, die später über mitgelieferte Templates in die entsprechenden Java-Klassen umgewandelt werden. Dabei dient das „Ecore“-Modell als Metamodell für alle EMF-Modelle. Dieses Vorgehen ermöglicht eine sehr effiziente Entwicklung, soll Fehler vorbeugen und damit eine hohe Qualität der entstehenden Software sicherstellen. Zusätzlich zur Code-Generierung kann das EMF die Modell-Objekte in Form von XML-Dokumenten serialisieren, was den Austausch mit anderen Werkzeugen erleichtert.

Weiterhin basiert UNICASE auf dem Graphical Modeling Project (GMP)¹⁵, dessen Konzept nahtlos an das des EMF anknüpft. Das GMP bietet vorgefertigte Komponenten und eine zugehörige Laufzeit-Infrastruktur zur Erstellung von grafischen Editoren für EMF-basierte Anwendungen. Dabei wird der modellbasierte

¹² Computer-Aided Software Engineering

¹³ <http://www.eclipse.org/>

¹⁴ <http://www.eclipse.org/modeling/emf/>

¹⁵ <http://www.eclipse.org/modeling/gmp/>

Ansatz des EMF fortgesetzt. Im Zuge der Entwicklung mit dem GMP wird ein Mapping-Modell erstellt, welches die Elemente des EMF-Modells mit den grafischen Editor-Elementen des GMP-Modells verknüpft. Aus diesem Modell wird schließlich wieder der eigentliche Java-Code generiert. Das Framework bietet dafür zwei wesentliche Komponenten: die Werkzeugbereitstellung und die Laufzeitkomponente. Die Komponente zur Werkzeugbereitstellung bietet Funktionalität zum Erstellen und Editieren der GMP-Modelle, sowie einen Generator für die Erzeugung des Implementierungscodes der grafischen Editoren. Die Laufzeitkomponente ermöglicht die Ausführung des Editors innerhalb von Eclipse und den Zugriff auf die Objekte des EMF-Modells.

5.1.2 UNICASE und das BPMN-Editor Plug-in

UNICASE [UNI] ist ein open-source CASE-Tool, mit dem Modelle und Artefakte unterschiedlicher Aktivitäten der Softwareentwicklung, wie z.B. Anforderungen, Use Cases, UML-Modelle und Artefakte der Projektplanung, in einem einheitlichen Modell dokumentiert werden können. Der UNICASE Client ermöglicht die Visualisierung und das Editieren dieses Modells in textueller, tabellarischer und graphischer Form. Zur Unterstützung der verteilten Arbeit im Team, bietet das Tool ein gemeinsames Repository, eine Versionierungs- und eine Rückverfolgbarkeitsfunktion an. UNICASE ist ein Projekt der Technischen Universität München in Zusammenarbeit mit der Universität Heidelberg und der Ludwig-Maximilians-Universität München. Außerdem sind mit Siemens, msg Systems und dem Flughafen München auch Partner aus der Industrie beteiligt. UNICASE basiert auf der Eclipse-Plattform, was die strukturierte Entwicklung und flexible Erweiterung der Anwendung durch das Eclipse Plug-in-Konzept ermöglicht. Die Verwendung der Eclipse-Plattform ermöglicht auch die Nutzung von hilfreichen Frameworks, z.B. EMF und GMP, wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben.

UNICASE umfasst seit einiger Zeit ein Plug-in zur Geschäftsprozessmodellierung, das im Rahmen einer früheren Masterarbeit entstanden ist [Ce10]. Das Plug-in ermöglicht die Erstellung von Geschäftsprozessmodellen gemäß der BPMN. Zusätzlich ist es möglich die Modellelemente mit anderen Elementen in UNICASE zu verknüpfen. Mithilfe des BPMN-Plug-ins können also bequem funktionale Anforderungen in Form von Prozessen dokumentiert werden, jedoch fehlt bisher noch die Möglichkeit Qualitätsinformationen im Prozessmodell zu modellieren. Um dies zu ermöglichen, soll nun das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Konzept zur Modellierung von QI in Geschäftsprozessmodellen - wie in Kapitel 4 beschrieben - als Erweiterung des bereits vorhandenen BPMN-Editors prototypisch umgesetzt werden.

5.2 Anforderungen an die Implementierung

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen an die Implementierung des Modellierungskonzepts als Erweiterung des BPMN-Editors von UNICASE. Zunächst werden die funktionalen Anforderungen durch ein Nutzungsdiagramm einen Anwendungsfall beschrieben. Anschließend werden die nicht-funktionalen Anforderungen aufgeführt.

5.2.1 Funktionale Anforderungen

Der bereits als Plug-in für UNICASE vorhandene BPMN-Editor zur Erstellung von Geschäftsprozessmodellen soll, entsprechend des in Kapitel 4 beschriebenen Konzepts, um die Möglichkeit zur Modellierung von QI erweitert werden. Die zusätzlichen funktionalen Anforderungen an den Editor ergeben sich also im Wesentlichen aus dem Konzept selbst. Abbildung 11 zeigt ein Nutzungsdiagramm, das die notwendige Funktionalität des Editors nach der Erweiterung darstellt.

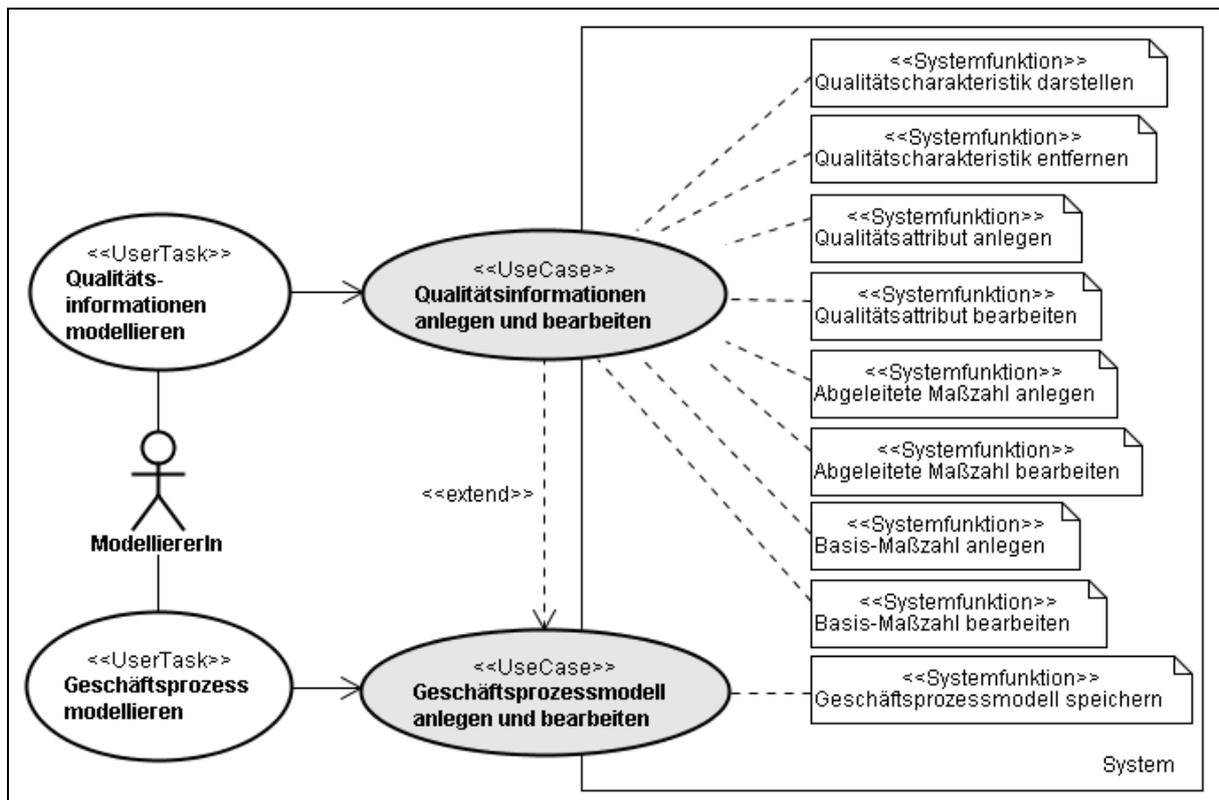


Abbildung 11: Nutzungsdiagramm des erweiterten BPMN-Editors

Die Abbildung zeigt die Aufgaben (*<<UserTask>>*), die mit dem Editor erledigt werden können sollen, sowie entsprechende Anwendungsfälle (*<<UseCase>>*) und die Systemfunktionen, die der Editor unterstützen soll. Bereits im Editor-Plugin umgesetzt ist die Aufgabe „Geschäftsprozess modellieren“ mit den dazugehörigen Use Cases und Systemfunktionen. Daher sind hier nur noch die Use Cases und Systemfunktionen dargestellt, die für die Erweiterung direkt von Bedeutung sind (die vollständige Dokumentation des Editors findet sich in [Ce10]). Im Nutzungsdiagramm wurde die zusätzliche Aufgabe „Qualitätsinformationen modellieren“, mit dem Use Case „Qualitätsinformationen anlegen und bearbeiten“, ergänzt. Dieser erweitert den existierenden Use Case „Geschäftsprozessmodell anlegen und bearbeiten“ aus [Ce10] und soll entsprechend bei der Implementierung umgesetzt werden. Dafür werden Systemfunktionen zum Darstellen und Entfernen der grafischen Symbole der Qualitätscharakteristiken im Geschäftsprozessmodell, sowie zum Anlegen und Bearbeiten (beinhaltet auch Löschen) von Attributen bzw. Maßzahlen benötigt. Eine Anforderung an die grafische Benutzeroberfläche ist, entsprechend des Konzepts, dass es zusätzlich zur bereits existierenden Prozessmodellsicht für die Darstellung und Bearbeitung des Geschäftsprozessmodells, eine Sicht zur

Darstellung und Bearbeitung der Attribute und Maßzahlen der QI geben muss. Diese QI-Detailansicht muss parallel zur Prozessmodellsicht angezeigt werden. In Tabelle 7 folgt nun die detaillierte Beschreibung des Use Cases „Qualitätsinformationen anlegen und bearbeiten“, der die wichtigsten Funktionalitäten der Erweiterung umfasst und beschreibt wie der genaue Handlungsablauf bei der Nutzung des Editors aussehen soll.

Tabelle 7: Use Case „Qualitätsinformationen anlegen und bearbeiten“

Name	Qualitätsinformationen anlegen und bearbeiten
Ausführender Akteur	ModellierIn
Erweiterter Use Case	Dieser Use Case erweitert den Use Case „Geschäftsprozessmodell anlegen und bearbeiten“.
Ziel	Die Qualitätsinformationen eines Geschäftsprozesses werden im Geschäftsprozessmodell dargestellt.
Vorbedingung	Es ist bereits ein Geschäftsprozessmodell im System vorhanden zu dem Qualitätsinformationen modelliert werden sollen.
Ablaufbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Aktorsschritt 1:</i> Der Akteur öffnet ein vorhandenes Geschäftsprozessmodell. - <i>Systemschritt 1:</i> Das System zeigt das Geschäftsprozessmodell und die QI-Detailansicht an. - <i>A2:</i> Der Akteur wählt eine Qualitätscharakteristik aus der Werkzeugpalette und platziert diese innerhalb eines Modellelements im Prozessmodell (Regel 1). - <i>S2:</i> Das System zeigt das Symbol der Qualitätscharakteristik innerhalb des entsprechenden Modellelements in der Prozessmodellsicht an (Ausnahme 1: Charakteristik für Element bereits vorhanden). Das System zeigt die zugehörigen Attribute und Maßzahlen in der QI-Detailansicht an (Regel 2). - <i>A3:</i> Der Akteur gibt für die vorgegebenen Maßzahlen Werte an. - <i>S3:</i> Das System übernimmt die angegebenen Werte. - <i>A4:</i> Der Akteur gibt an, dass er ein neues Attribut anlegen möchte. - <i>S4:</i> Das System erzeugt ein neues Attribut und zeigt dieses in der QI-Detailansicht an. - <i>A5:</i> Der Akteur wählt ein Attribut aus und gibt an, dass er eine neue abgeleitete Maßzahl dazu anlegen möchte. - <i>S5:</i> Das System erzeugt eine neue abgeleitete Maßzahl zu dem Attribut und zeigt diese in der QI-Detailansicht an (Regel 3). - <i>A6:</i> Der Akteur wählt eine abgeleitete Maßzahl aus und gibt an, dass er eine neue Basis-Maßzahl dazu anlegen möchte. - <i>S6:</i> Das System erzeugt eine neue Basis-Maßzahl zu der abgeleiteten Maßzahl und zeigt diese in der QI-Detailansicht an. - <i>A7:</i> Der Akteur gibt für das neue Attribut einen Namen und für die neuen Maßzahlen Namen und Werte an. - <i>S7:</i> Das System übernimmt die angegebenen Daten.
Ausnahmefälle	Ausnahme 1: Falls die Qualitätscharakteristik für das entsprechende Modellelement bereits modelliert wurde, wird das Symbol nicht mehrfach angezeigt.
Regeln	Regel 1: Es können nur für Aktivitäten, Aktoren, Ressourcen und Informationsobjekte Qualitätsinformationen modelliert werden und für jedes dieser Modellelemente jeweils nur die Charakteristiken, die im

	<p>BPQMM definiert sind.</p> <p>Regel 2: Es werden die Attribute und Maßzahlen aus dem BPQMM vorgegeben.</p> <p>Regel 3: Eine abgeleitete Maßzahl muss sich immer aus mindestens zwei Basis-Maßzahlen zusammensetzen, die entsprechend auch erzeugt werden müssen.</p>
Nachbedingungen	<p>Die Qualitätsinformationen werden im Prozessmodell angezeigt.</p> <p>Die Änderungen am Prozessmodell sind im System gespeichert.</p>

5.2.2 Nicht-funktionale Anforderungen

Als nicht-funktionale Anforderungen an die Implementierung der Erweiterung gelten in erster Linie die Verwendung des EMF und GMP, sowie die Einhaltung der entsprechenden Modellierungsrichtlinien. Desweiteren soll, da UNICASE eine hohe Modularität anstrebt, nur das BPMN-Editor-Plugin geändert und Änderungen am UNICASE-Kern vermieden werden. Dabei muss grundsätzlich die Lauffähigkeit des Editors als Plug-in von UNICASE erhalten bleiben.

Hinsichtlich der Qualität der Implementierung gilt, dass die Qualitätsanforderungen, die für den BPMN-Editor gefordert und umgesetzt wurden, entsprechend erhalten bleiben sollen. Die hierbei relevanten Qualitätsanforderungen aus [Ce10] lauten wie folgt:

- Bedienbarkeit: Der Editor soll intuitiv und leicht zu bedienen sein.
- Übersichtlichkeit: Die Elemente zur Bedienung des Editors sollen übersichtlich angeordnet sein.
- Benutzerfreundlichkeit: Änderungen an einem BPMN-Diagramm bzw. an den Elementen des Modells werden umgehend gespeichert.

5.3 Beschreibung der Implementierung

Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Konzept zur Modellierung von QI wurde wie nun als Erweiterung des bereits bestehenden BPMN-Editor-Plugins von UNICASE implementiert. Dazu wurde das vorhandene EMF-Modell um entsprechende Klassen erweitert. Abbildung 12 zeigt das bisherige BPMN-Metamodell inklusive der Erweiterung um die Elemente zur Modellierung von QI, wie es in dieser Implementierung umgesetzt wurde. Es sei darauf hingewiesen, dass es sich hierbei um eine verkürzte Variante des original Metamodells aus der BPMN-Spezifikation Version 2.0 [OMG10] handelt und nur die Teilmenge der in UNICASE bereits prototypisch implementierten Elemente dargestellt wird.

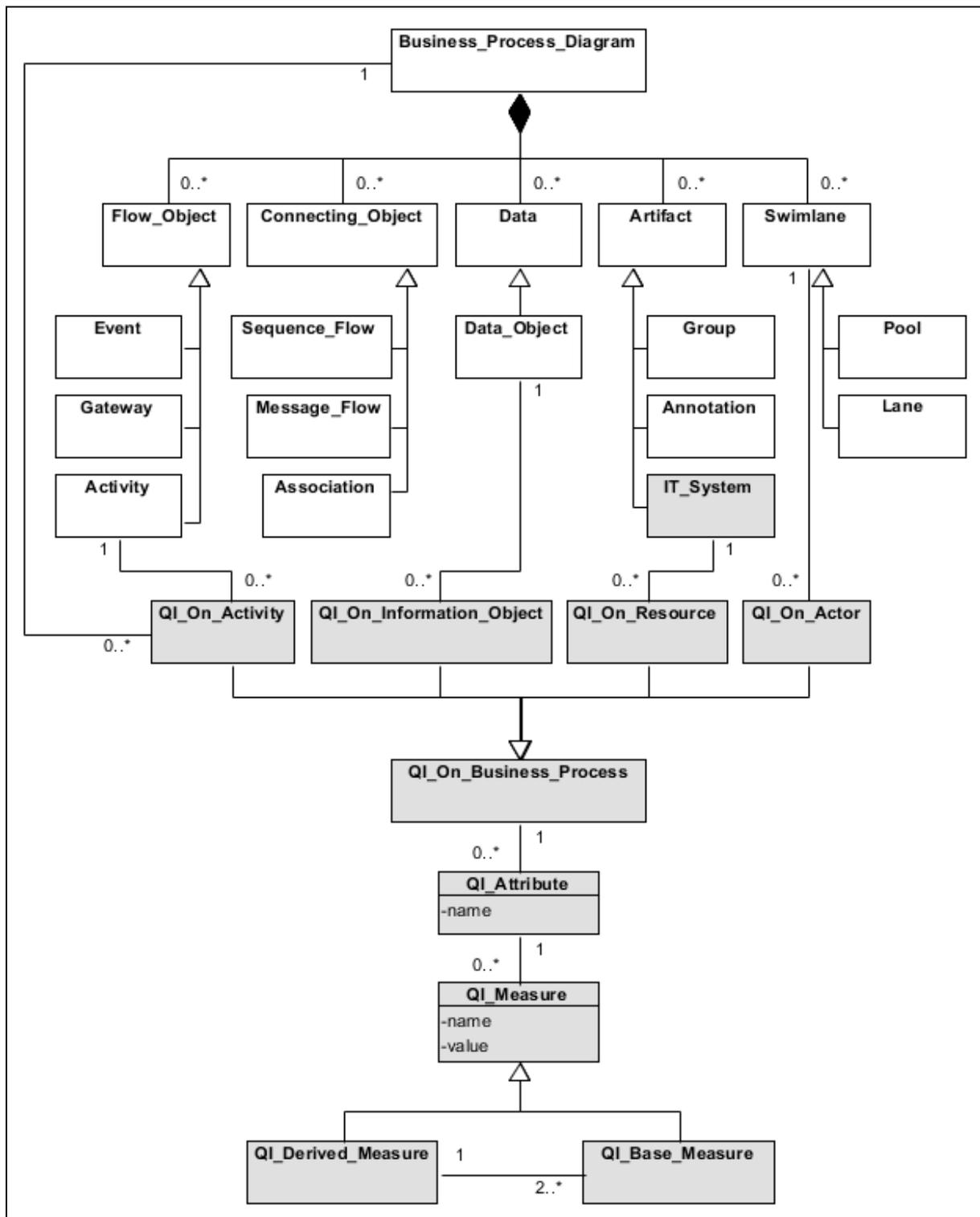


Abbildung 12: Metamodell der BPMN mit Erweiterung um Qualitätsinformationen

Da die BPMN selbst in Kapitel 2.2.1 bereits beschrieben wurde, soll hier nur noch auf die hinzugefügten Erweiterungen eingegangen werden (in der Abbildung grau hinterlegt). Es wurde zunächst eine Oberklasse *QI_On_Business_Process* zur Repräsentation der QI eines Geschäftsprozesses eingeführt. Diese wird durch weitere Klassen spezialisiert, die die spezifischen Qualitätscharakteristika der einzelnen Modellierungselemente, gemäß dem BPQMM, repräsentieren. Wie im Grundlagenkapitel bereits beschrieben, unterscheidet das BPQMM

Qualitätscharakteristika für Aktivitäten, Informationsobjekte, Aktoren und Ressourcen, für die hier die Klassen *QI_On_Activity*, *QI_On_Information_Object*, *QI_On_Resource* und *QI_On_Actor* ergänzt wurden. Da nach dem BPQMM jeder Prozess auch eine Aktivität ist, wird die *QI_On_Activity* sowohl mit der BPMN *Activity*, als auch mit dem Geschäftsprozess als Ganzes assoziiert. Eine *Activity* kann laut BPMN-Spezifikation entweder vom Typ *Task* (atomare Aktivität) oder vom Typ *Subprocess* (aus mehreren Aktivitäten zusammengesetzt) sein. Diese zusätzliche Unterteilung ist in der Abbildung der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt, gilt jedoch grundsätzlich hier auch. Das BPMN *Data_Object* ist im Sinne des BPQMM ein Informationsobjekt und die BPMN *Swimlane* mit *Pool* und *Lane* stellt Aktoren dar. Daher werden sie mit den entsprechenden Klassen *QI_On_Information_Object* und *QI_On_Actor* assoziiert. Um einen Vertreter für die im BPQMM genannte Ressource zu haben, wurde das Metamodell hier um ein *IT_System* als Artefakt erweitert, was gemäß dem Erweiterungsmechanismus der BPMN-Spezifikation erlaubt ist. Dieses Element wird entsprechend mit der Klasse *QI_On_Resource* assoziiert. Die weitere Verfeinerung dieser Klassen in Vertreter für jede einzelne Qualitätscharakteristik des BPQMM (*QI_Maturity_On_Activity*, *QI_Security_On_Activity*, etc.) ist in der Abbildung aus Platzgründen nicht dargestellt, wurde jedoch in der Implementierung auch entsprechend umgesetzt. Diese Klassen der einzelnen Charakteristiken werden, nach der Generierung des Editor-Codes mithilfe des GMP Frameworks, schließlich durch die in Kapitel 4.3 aufgelisteten Symbole im Prozessmodellierungseeditor repräsentiert, so dass die entsprechenden Modellelemente damit annotiert werden können.

Weiter sind noch die einzelnen Bestandteile, aus der sich eine Qualitätsinformation zusammensetzt, im Metamodell abgebildet. Eine Charakteristik kann mehrere Attribute (*QI_Attribute*) umfassen, die sich wiederum aus Maßzahlen (*QI_Measure*) zusammensetzen. Bei den Maßzahlen werden, gemäß dem BPQMM, abgeleitete Maßzahlen (*QI_Derived_Measure*) und Basis-Maßzahlen (*QI_Base_Measure*) unterschieden. Eine abgeleitete Maßzahl setzt sich aus mindestens zwei Basis-Maßzahlen zusammen.

Abbildung 13 zeigt einen Screenshot des BPMN-Editors mit der implementierten Erweiterung zur Modellierung von QI. Über die Werkzeugpalette am rechten Rand können neben den regulären BPMN-Elementen auch Qualitätscharakteristika ausgewählt und dann im Prozessmodell, innerhalb der entsprechenden Modellelemente, platziert werden. So ist es möglich unkompliziert eine größere Menge an QI zu modellieren. Die Tabelle zur Darstellung der Attribute und Maßzahlen wurde als eine eigenständige View innerhalb der Eclipse-Umgebung realisiert. Diese *QI_Details-View* (in der Abbildung unten) wird parallel zur *Prozessmodell-View* angezeigt und stellt immer die Attribute und Maßzahlen der aktuell im Prozessmodell selektierten Qualitätscharakteristik dar. Diese können über die entsprechenden Buttons bearbeitet werden, d.h. es können Attribute und Maßzahlen hinzugefügt bzw. entfernt werden. Außerdem können Werte für die Maßzahlen eingetragen werden. So ist es möglich sowohl eine größere Menge an QI zu modellieren, als auch deren Details.

Im Beispiel ist ein Ausschnitt aus dem Prozess der Arztbriefschreibung zu sehen, der im Rahmen der Praxisstudie zur Evaluierung des QI-Modellierungskonzepts erstellt wurde (siehe Kapitel 6). Wie zu sehen ist, wurden hier für alle Aktivitäten und ein Datenobjekt QI erfasst. Im Beispiel ist die Charakteristik *Maturity* der Aktivität „Arztbrief diktieren (Diktiergerät)“ selektiert. Dementsprechend werden in der *QI_Details-View* die zugehörigen Attribute und Maßzahlen angezeigt, die hier exemplarisch mit Werten versehen wurden. So bleiben sowohl der eigentliche

Geschäftsprozess, mit der Darstellung der Struktur und des funktionalen Verhaltens, als auch die Informationen zur Qualität des Prozesses gleichzeitig im Fokus des Modellierers. Eine Trennung dieser Informationen, wie sie an den zuvor untersuchten Werkzeugen (siehe Kapitel 3.2) bemängelt wurde, wird vermieden.

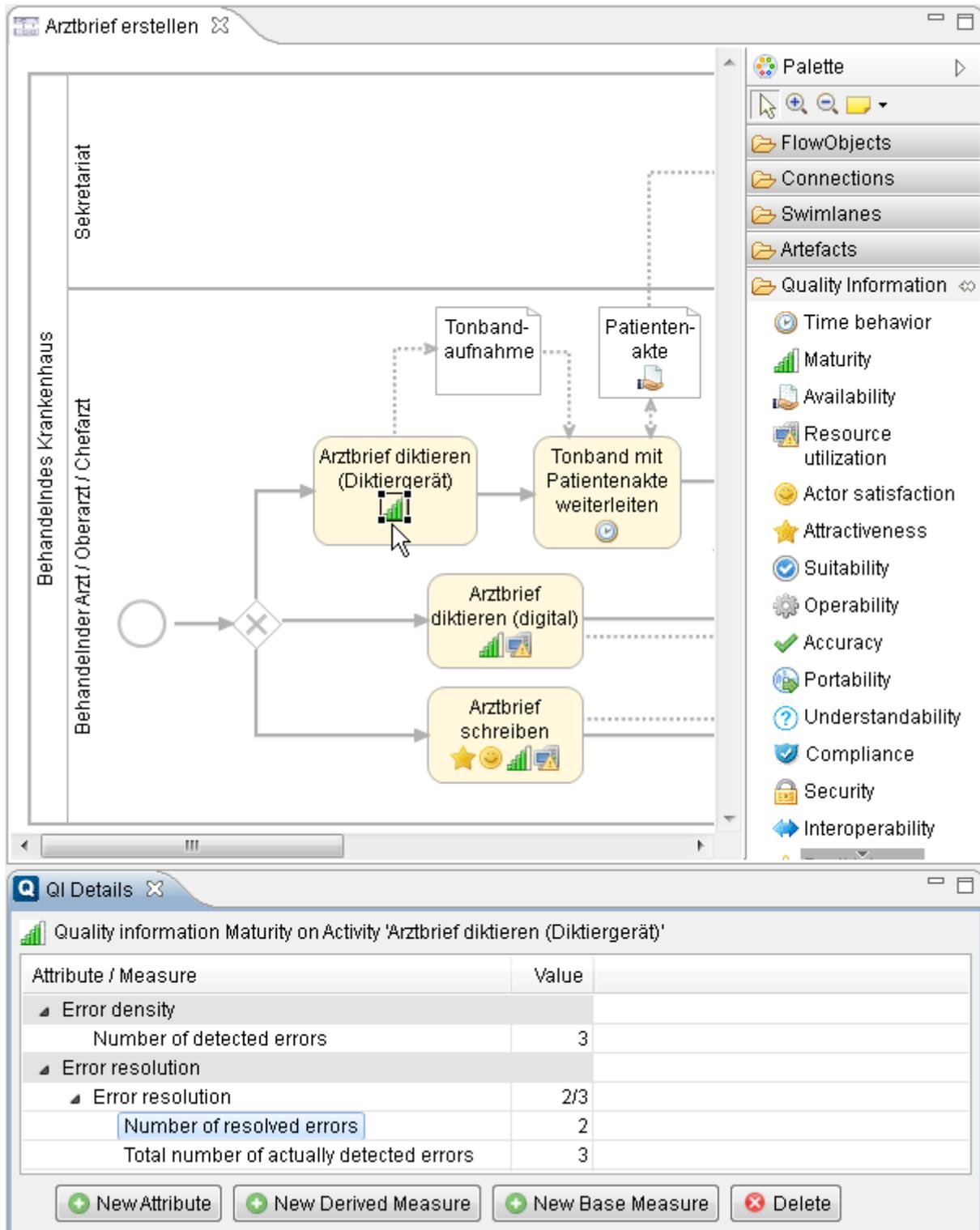


Abbildung 13: Screenshot des UNICASE BPMN-Editors mit QI-Erweiterung

6 Evaluierung des Konzepts und der Implementierung

In den vorangegangenen Kapiteln wurde ein eigenes Konzept zur Modellierung von QI in Geschäftsprozessmodellen vorgestellt und dessen Implementierung, als Erweiterung eines BPMN-Editors, beschrieben. Im Folgenden sollen nun das Konzept und die Implementierung evaluiert werden. Dafür wird das Konzept zunächst gegenüber existierenden Ansätzen aus der Literatur- und Werkzeugrecherche verglichen und daran die Vorteile aufgezeigt. Anschließend wird die praktische Anwendbarkeit, unter Verwendung des erweiterten BPMN-Editors, demonstriert und bewertet. Dafür wurde, im Rahmen einer Fallstudie in einem großen deutschen Universitätsklinikum, ein Geschäftsprozess und die zugehörigen QI aus der Praxis erfasst und anschließend der Geschäftsprozess mit den QI modelliert. Die Erfahrungen, die bei der Modellierung des Geschäftsprozesses und der zugehörigen QI gemacht wurden, werden beschrieben.

6.1 Vergleich des Konzepts mit existierenden Ansätzen

An dieser Stelle wird noch einmal zusammenfassend das neu entwickelte Konzept mit den bereits existierenden Ansätzen zur Modellierung von QI verglichen. Dabei soll zum einen das eigene Konzept klar abgegrenzt und zum anderen die Vorteile aufgezeigt werden. Tabelle 8 zeigt eine aggregierte Gegenüberstellung der Ansätze aus Kapitel 3.1, der Werkzeuge aus Kapitel 3.2 und des eigenen Konzepts. Dabei sind verschiedene Kriterien zum Vergleich aufgeführt.

Tabelle 8: Vergleich des neu entwickelten Konzepts mit existierenden Ansätzen

Vergleichskriterium	Ansätze aus Kapitel 3.1	Werkzeuge aus Kapitel 3.2	Eigenes Konzept
Basisnotation	BPMN, EPK, UML Aktivitätsdiagramm, Petri-Netze	BPMN, EPK, UML Aktivitätsdiagramm	Beliebige Prozessmodellierungsnotation
Darstellung der QI	Grafisch + textuell	Größtenteils textuell	Grafisch + textuell
Abgedeckte Qualitätscharakteristiken des BPQMM	Zeitverhalten, Produktivität, Reife, Effektivität, Kontext-Zufriedenheit, Verständlichkeit, Zugriffssicherheit (Aktivität); Zugriffssicherheit (Ressource); Vertraulichkeit, Korrektheit (Informationsobjekt)	Zeitverhalten, Produktivität, Reife, Fehlertoleranz, Effektivität, Kontext-Zufriedenheit, Akteur-Zufriedenheit, Verständlichkeit, (Aktivität); Reife, Ressourcenauslastung, Angemessenheit, Fehlertoleranz, Wiederherstellbarkeit (Ressource); Verfügbarkeit,	Alle

		Angemessenheit (Aktor)	
Granularität der Informationen	Größtenteils feingranular	Größtenteils feingranular	Feingranular
Formalität	Größtenteils semi-formal	—	Semi-formal
Reife des Ansatzes	Größtenteils neue Ansätze	—	Werkzeug-Unterstützung und Fallstudie
Funktionsumfang	—	BPM, CASE, Unternehmensmodellierung	CASE
Sichtbarkeit der QI im Prozessdiagramm	QI sichtbar	QI größtenteils nicht sichtbar	Charakteristiken sichtbar

Die Art der Darstellung der QI, die Abdeckung der Qualitätscharakteristiken des BPQMM und die Sichtbarkeit der QI im Prozessdiagramm wurden bereits in Kapitel 4 diskutiert. Zwar existieren einige Ansätze die beschreiben wie QI modelliert werden können, jedoch decken diese nur eine sehr geringe Anzahl der möglichen Informationen zur Beschreibung der Qualität eines Prozesses ab. Mit dem Ansatz aus [PZ08] können zwar beliebige QI modelliert werden, aber gleichzeitig gibt es auch keine konkreten Vorgaben diesbezüglich, so dass der Modellierer keine Anweisungen hat, an denen er sich orientieren kann. Die Repräsentation der QI in Form von zusätzlichen Modellierungselementen macht es außerdem unmöglich eine größere Anzahl von QI darzustellen, da das Prozessmodell so sehr schnell unübersichtlich wird. Des Weiteren bezieht sich der Modellierungsansatz aus [PZ08], wie die meisten anderen auch, nur auf QI für Aktivitäten und nicht für Informationsobjekte, Ressourcen und Aktoren. Mit dem neu entwickelten Konzept hingegen werden **alle Qualitätscharakteristiken des BPQMM abgedeckt** und damit die umfassende Modellierung der QI eines Prozesses ermöglicht. Zwar bieten einige der existierenden Ansätze gestalterisch interessantere Lösungen zur Darstellung einzelner QI (z.B. [Gu07] und [GT09]), jedoch sind diese nur für wenige spezifische QI realisierbar, da sie nicht auf eine große Anzahl verschiedenartiger QI **skalierbar** sind ohne die Komplexität des Prozessmodells drastisch zu erhöhen.

Im Gegensatz zu den Ansätzen aus der Literatur, können die QI innerhalb der untersuchten Werkzeuge größtenteils nur textuell und nicht direkt in der Ansicht des Prozessmodells erfasst werden. Mit dem eigenen Konzept und der zugehörigen Implementierung können sowohl Qualitätscharakteristika **grafisch** im Prozessmodell dargestellt, als auch die **Details**, in Form von Attributen und Maßzahlen, im direkten Kontext erfasst werden.

Den Ansätzen aus der Literatur und auch den Modellierungswerkzeugen liegt in den meisten Fällen eine spezifische Prozessmodellierungsnotation zugrunde. Das neu entwickelte Konzept kann jedoch auf jede **beliebige grafische Prozessnotation** angewendet werden. Beispielhaft wurde im Rahmen dieser Arbeit die Umsetzung als Erweiterung der BPMN demonstriert. Die Granularität der Informationen ist dabei fein, da entsprechend der hierarchischen Struktur des BPQMM, die QI durch **Charakteristiken, Attribute und Maßzahlen** ausgedrückt werden können.

Durch die Umsetzung als Erweiterung der BPMN ist der neue Ansatz auch **semi-formal**. Im Rahmen dieser Arbeit wurde keine besondere Formalität angestrebt, jedoch kann der Ansatz für zukünftige Vorhaben formalisiert werden.

In der Literatur finden sich größtenteils neue Ansätze aus der Forschung, die noch nicht in der Praxis angewendet wurden. Somit können in den meisten Fällen keine Erfahrungswerte vorgewiesen und keine Aussagen zur praktischen Anwendbarkeit der Notationen gemacht werden. Das eigene Konzept wurde **im Rahmen einer Praxisstudie evaluiert**, wobei erste Erfahrungen mit der Anwendung gesammelt werden konnten (siehe Kapitel 6.2). Allerdings sind weitere, umfassendere Studien notwendig, um von einem ausgereiften Konzept sprechen zu können. Die **Implementierung als Erweiterung eines Modellierungswerkzeugs** trägt jedoch auch zur praktischen Anwendbarkeit bei.

6.2 Praxisstudie zur Modellierung von Qualitätsinformationen in einem Geschäftsprozessmodell

Die praktische Evaluierung des Modellierungskonzepts und des erweiterten Geschäftsprozessmodelleditors erfolgte im Rahmen eines Forschungsprojekts im medizinischen Umfeld. Hierbei wurde, als Teil einer Studie zur Prozessanalyse, ein Geschäftsprozess aus der Praxis eines großen deutschen Universitätsklinikums erhoben und modelliert. Ziel der Studie ist Verbesserungspotentiale des Geschäftsprozesses aufzudecken, wobei das BPQMM als Grundlage dient. Anhand der QI, die im BPQMM beschrieben sind, wurden Fragen formuliert, mit denen Verbesserungspotentiale im Prozess identifiziert werden können. In einer ersten Phase der Studie wurden die Fragen im Rahmen eines Vorversuchs getestet. Das entworfene Geschäftsprozessmodell diente dabei als Grundlage für die Befragung ausführender Akteure des Prozesses zu dessen Qualität. Zur Evaluierung der Implementierung des in dieser Arbeit entwickelten Konzepts, sollen die so erfassten QI schließlich, unter Verwendung des erweiterten BPMN-Editors von UNICASE, im Geschäftsprozessmodell aus der Praxisstudie dargestellt werden.

Nachfolgend werden zunächst der Geschäftsprozess, sowie die Erfassung der QI durch die Befragungen und deren Auswertung näher beschrieben. Anschließend werden die Erfahrungen bei der Modellierung des Geschäftsprozesses und der zugehörigen QI unter Verwendung des erweiterten BPMN-Editors beschrieben.

6.2.1 Prozess der Arztbriefschreibung

Zur beispielhaften Durchführung der Erfassung und Auswertung von QI in der Praxis wurde der Prozess der Erstellung eines Arztbriefs, nach der Entlassung oder Überweisung eines Patienten aus dem Krankenhaus, gewählt. Dieser Prozess eignet sich gut zur Evaluierung des Modellierungskonzepts, da eine Vielzahl QI erfasst werden können. Außerdem wird der Prozess im Zusammenspiel unterschiedlicher Akteure sehr häufig durchgeführt und es werden bei der Ausführung der einzelnen Aktivitäten sowohl Informationsobjekte erstellt und ausgetauscht (physisch und elektronisch), als auch ein IT-System als Ressource benötigt. Somit eignet sich der Prozess insbesondere zur Erfassung von QI gemäß dem BPQMM, da alle dafür wesentlichen Prozessmodellelemente darin vorkommen.

Beim Prozess der Arztbriefschreibung im Klinikum wird bei der Entlassung oder Verlegung eines Patienten durch den behandelnden Arzt, Oberarzt oder Chefarzt ein Arztbrief (AB) erstellt, der dem niedergelassenen Arzt bzw. externen Krankenhaus eine kurze Zusammenfassung über Diagnose, Befund und Therapieverlauf geben soll. Der AB dient damit hauptsächlich zur Kommunikation zwischen den verschiedenen Ärzten. Der AB muss, nach der initialen Erstellung durch einen der Ärzte, noch von den jeweils höherrangigen Kollegen geprüft und unterschrieben werden, bevor er dem Patienten mitgegeben oder durch das Sekretariat versendet werden kann. Je nachdem ob bei der Prüfung Fehler gefunden wurden, geht der AB zur Korrektur an den untergeordneten Arzt zurück und der Kreislauf aus Prüfen und Unterschreiben beginnt erneut. Dieser Prozess wurde unter Verwendung der BPMN modelliert und ist im Anhang der Arbeit abgebildet (siehe Anhang c). Dabei sind die Schritte „Arztbrief erstellen“ und „Arztbrief korrigieren und unterschreiben“ als Subprozesse dargestellt, deren Details der Übersichtlichkeit halber in separaten Modellen abgebildet sind. Die entsprechenden BPMN-Diagramme sind ebenfalls im Anhang abgedruckt.

Beim Erstellen kann der AB entweder diktiert oder mithilfe des krankenhaus-internen Informationssystems (KIS) vom Arzt selbst digital geschrieben werden. Wird der AB diktiert, kann dies entweder per Tonbandaufnahme oder auch digital im KIS geschehen. Im Falle eines Diktats wird der AB anschließend von einem Mitarbeiter des Sekretariats im KIS digital als Text verfasst. Nun hat der Arzt die Wahl den AB ausdrucken und manuell weiterreichen zu lassen oder die digitale Version über das KIS zur Korrektur an den höherrangigen Arzt weiterzuleiten.

Bei der Korrektur kann der entsprechende Arzt nun entweder den Ausdruck des AB handschriftlich korrigieren und zurückreichen oder die digitale Version im KIS bearbeiten. Ist keine weitere Korrektur notwendig wird der AB, falls noch nicht geschehen, ausgedruckt, dann unterschrieben und weitergereicht.

6.2.2 Erfassung und Auswertung von Qualitätsinformationen

Im Rahmen des Vorversuchs wurden nun einige Ärzte, die an der oben beschriebenen Arztbriefschreibung beteiligt sind, zur Qualität des Prozesses, sowie der benötigten Ressourcen und Informationsobjekte, befragt. Als Grundlage der Befragungen diente ein Interviewleitfaden, durch den Maßzahlen zu Qualitätsattributen aus dem BPQMM erfragt werden. Zur Evaluierung des Modellierungskonzepts und der Implementierung anhand von QI aus der Praxis, wurden nun exemplarisch die Antworten eines der Befragten ausgewertet, d.h. die Werte zu den Maßzahlen aus den Antworten bestimmt. Im Anhang d der Arbeit findet sich der genannte Interviewleitfaden mit den Antworten eines Befragten, sowie die zugehörige Auswertung. Die so ermittelten QI wurden nun unter Verwendung des erweiterten BPMN-Editors, gemeinsam mit dem Prozess selbst modelliert, um die praktische Anwendbarkeit und Nützlichkeit des Konzepts zu evaluieren. Diese Evaluierung wird im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

6.2.3 Erfahrungen bei der Modellierung eines Geschäftsprozesses mit Qualitätsinformationen im erweiterten BPMN-Editor von UNICASE

Wie zu Beginn des Kapitels erwähnt, wurde der Prozess der Arztbriefschreibung aus der Praxisstudie mit dem erweiterten BPMN-Editor in UNICASE zusammen mit den ermittelten QI modelliert. Dadurch soll die praktische Anwendbarkeit des Konzepts und die Benutzbarkeit der Implementierung evaluiert werden. Nachfolgend wird das resultierende Geschäftsprozessmodell beschrieben und die bei der Modellierung gesammelten Erfahrungen diskutiert.

Abbildung 14 zeigt den zur Evaluierung modellierten Subprozess „Arztbrief erstellen“ mit QI im BPMN-Editor von UNICASE. In der Praxisstudie wurden für 3 der 6 Aktivitäten, 2 der 5 Informationsobjekte und für die Ressource QI zu insgesamt 11 Charakteristiken erfasst, die jetzt im Prozessmodell modelliert wurden. Die Charakteristiken werden jeweils durch die in Kapitel 4.3 definierten Symbole an den Prozesselementen dargestellt. In der Abbildung werden außerdem exemplarisch die Attribute und Maßzahlen zur Reife (*Maturity*) der Aktivität „Arztbrief diktieren (Diktiergerät)“ in der „QI Details“-View angezeigt.

Die Anwendung in dem Praxisszenario hat gezeigt, dass das entwickelte Konzept zur Modellierung von QI in einem Geschäftsprozessmodell geeignet ist und seinen durch die Anforderungen bestimmten Zweck erfüllt. Die Hauptanforderung, die QI aus dem BPQMM in einem Prozess darstellen zu können, ist einwandfrei erfüllt, da das Konzept auch bei einer größeren Anzahl von QI skaliert und die Übersichtlichkeit des Modells nicht eingeschränkt wird. Zwar gilt dies beim theoretischen Maximum von 26 Qualitätscharakteristiken pro Element¹⁶ nur noch bedingt, jedoch hat die Studie gezeigt, dass in der Praxis immer nur ein gewisser Teil der Charakteristiken pro Element relevant sind (etwa 1 bis 5 Charakteristiken pro Element).

Zudem hat sich die Implementierung des Konzepts als Erweiterung des BPMN-Editors von UNICASE als gut bedienbar und äußerst praktikabel herausgestellt. Erst bei der Modellierung mit Werkzeugunterstützung kann sich die volle Stärke des Konzepts entfalten, da es so unkompliziert möglich ist die Modellelemente mit einer größeren Anzahl an Symbolen für QI zu annotieren und das Anlegen und Bearbeiten von Attributen und Maßzahlen schnell und direkt möglich ist. Das Prozessmodell und die Details der QI werden zusammen in einem geteilten Bildschirm dargestellt, wodurch beide immer im Fokus des Modellierers bleiben. Dies war einer der Nachteile der existierenden Werkzeuge. Durch die parallele Darstellung von Prozessmodell und QI über den geteilten Bildschirm können nun bequem Attribute und Maßzahlen zu den einzelnen Charakteristiken dargestellt und erfasst werden. Es sind jedoch nie alle Attribute und Maßzahlen eines Elements oder gar des ganzen Prozesses auf einmal sichtbar, sondern immer nur diejenigen der Charakteristik, die gerade vom Modellierer ausgewählt wurde. Dies schränkt zwar einerseits die Sicht auf die gesamte Menge der QI ein, hat jedoch andererseits den Vorteil, dass die Übersicht jederzeit bewahrt bleibt und QI bei Bedarf gezielt in den Blickpunkt gesetzt werden können. Eine aggregierte Sicht auf alle Attribute und Maßzahlen eines Elements bzw. des ganzen Prozesses wäre jedoch auch sinnvoll und könnte in einer Weiterentwicklung des Prototyps realisiert werden. Ebenso könnte es nützlich sein gezielt mehrere QI verschiedener Elemente auswählen zu können, um diese in einer aggregierten Sicht anzeigen zu lassen.

¹⁶ Das BPQMM beschreibt je 26 Charakteristiken für Aktivitäten und Ressourcen, 17 für Informationsobjekte und 2 für Aktoren.

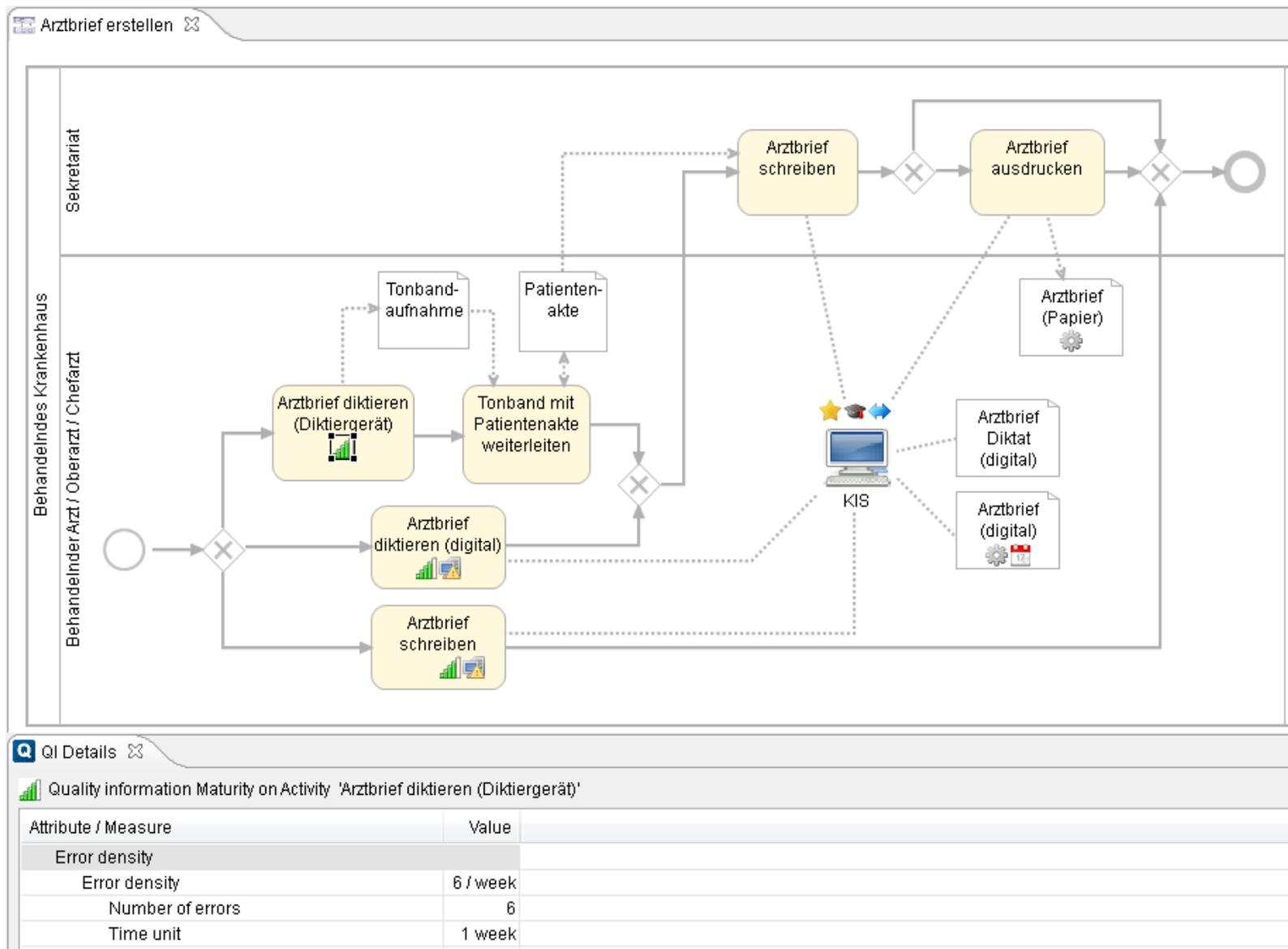


Abbildung 14: Prozess der Arztbrieferstellung mit Qualitätsinformationen

7 Zusammenfassung & Ausblick

Es folgen eine Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Arbeit und ein Ausblick auf mögliche Anknüpfungspunkte für weitere Forschungsarbeiten.

7.1 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde die Entwicklung und Umsetzung eines Konzepts zur Modellierung von Qualitätsinformationen in Geschäftsprozessmodellen vorgestellt. Basierend auf einer Literatur- und Werkzeugrecherche wurden existierende Ansätze zur Modellierung von QI in Geschäftsprozessmodellen untersucht und hinsichtlich verschiedener Kriterien, wie der Anzahl darstellbarer QI, der Art der Darstellung und der Granularität der Informationen bewertet. Hierbei wurde festgestellt, dass noch kein Ansatz existiert, mit dem es möglich ist die Qualität eines Geschäftsprozesses umfassend und praktikabel zu modellieren.

Das nun entwickelte eigene Modellierungskonzept ermöglicht die Qualität eines Geschäftsprozesses umfassend zu modellieren, indem es eine Menge von Charakteristiken, Attributen und Maßzahlen vorgibt, die es dem Modellierer erleichtern QI zu erfassen. Gleichzeitig ermöglicht die Art und Weise der grafischen Darstellung eine hohe Anzahl von QI gleichzeitig im Prozessdiagramm anzuzeigen, ohne dass die Übersichtlichkeit des zugrundeliegenden Modells beeinträchtigt wird. Ein weiterer Vorteil ist, dass das Konzept für beliebige grafische Prozessmodellierungssprachen anwendbar ist.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Konzept als Erweiterung der BPMN, einer aktuellen und weit verbreitet Prozessmodellierungssprache, umgesetzt und innerhalb des BPMN-Editors des CASE-Tools UNICASE implementiert. Das erweiterte Werkzeug bietet eine optimale Unterstützung bei der Anwendung des Konzepts und bei der Erfassung der Qualität eines Geschäftsprozesses.

Nach der Evaluierung im Rahmen einer Praxisstudie hat sich gezeigt, dass das entwickelte Konzept seine Anforderungen erfüllt und hervorragend zur Modellierung von QI in einem Geschäftsprozessmodell geeignet ist. Zudem hat sich die Implementierung des Konzepts als Erweiterung des BPMN-Editors von UNICASE als gut bedienbar und äußerst praktikabel herausgestellt.

7.2 Ausblick

Trotz der sorgfältigen Konzeption und Umsetzung des Modellierungskonzepts sind einige Verbesserungen zum weiteren Ausbau der prototypischen Implementierung vorstellbar.

Als Ergänzung der Funktionalität könnte eine aggregierte Sicht auf die QI eines bestimmten Elementes bzw. des gesamten Prozesses nützlich sein. So könnte sich der Modellierer gezielt die Attribute und Maßzahlen mehrerer bestimmter Charakteristiken oder auch aller Charakteristiken eines Elementes bzw. eines Prozesses anzeigen lassen. Momentan muss eine bestimmte Charakteristik ausgewählt werden, um deren Attribute und Maßzahlen anzuzeigen, was es erschwert eine Übersicht verschiedener Charakteristiken zu erhalten. Ebenso könnte

man sich eine aggregierte Sicht auf gleiche Charakteristiken mehrerer verschiedener Prozesselemente vorstellen. So könnte sich der Nutzer beispielsweise für alle Aktivitäten im Prozess die Attribute und Maßzahlen zum Zeitverhalten darstellen lassen. Ferner könnten so auch zusammengesetzte Maßzahlen angezeigt werden, indem z.B. aus der Dauer der einzelnen Aktivitäten die Gesamtdauer des Prozesses oder aus der Fehlerrate einzelner Aktivitäten die Gesamtfehlerquote errechnet wird. Dies würde eine einfache Prozessanalyse ermöglichen und wäre ein erster Schritt in Richtung Optimierung der Geschäftsprozesse. Eine weitere Möglichkeit zur Erweiterung des Editors wäre eine Funktionalität für das einfache Ein- und Ausblenden sämtlicher Symbole der Qualitätscharakteristiken im Prozessmodell. So könnte jederzeit zwischen der herkömmlichen Geschäftsprozessmodellierung und der erweiterten Modellierung von QI umgeschaltet werden und, falls die QI gerade nicht von Interesse sind, der Blick auf das rein funktionale Prozessmodell ermöglicht werden. Abschließend könnte die Verknüpfung der Modellelemente des BPMN-Editors mit den Modellelementen von UNICASE ergänzt werden. Hier fehlt nun noch die Verknüpfung der QI mit den UNICASE-Modellelementen und damit dem Anforderungsermittlungsprozess als Ganzes. UNICASE ermöglicht die Erstellung von nicht-funktionalen Anforderungen, welche sich hier als Verknüpfungspunkt anbieten würden.

Grundsätzlich wäre für die Weiterentwicklung der prototypischen Implementierung auch eine umfangreichere Evaluierung, mit mehreren Testpersonen, hilfreich. Dadurch könnte die Benutzbarkeit weiter gesteigert und die praktische Eignung zusätzlich bestätigt werden. Außerdem könnte die Zuordnung der grafischen Symbole zu den Qualitätscharakteristiken des BPQMM durch Experten geprüft und durch Anwendungstest evaluiert werden, um eine möglichst intuitive Verständlichkeit zu gewährleisten.

Schließlich wäre es auch hilfreich die Benutzbarkeit des zugrundeliegenden BPMN-Editors von UNICASE weiter zu verbessern bzw. den Prototyp bezüglich der Umsetzung der BPMN-Spezifikation vollständig auszubauen. Die Erstellung von BPMN-Diagrammen wird bisher nur rudimentär unterstützt und es ist nicht möglich sämtliche Aspekte der BPMN-Spezifikation bei der Modellierung anzuwenden. Auch hier könnten umfangreichere Nutzungstests hilfreich sein, um Verbesserungspotential aufzudecken.

A. Abkürzungsverzeichnis

ACM	Association for Computing Machinery
BPD	Business Process Diagram
BPEL	Business Process Execution Language
BPMN	Business Process Modeling Notation
BPM	Business Process Management
BPMS	Business Process Management System
BPQMM	Business Process Quality Meta-Model
CASE	Computer Aided Software Engineering
EM	Enterprise Modeling
EMF	Eclipse Modeling Framework
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
GMP	Graphical Modeling Framework
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISO	Internationale Organisation für Normung
QI	Qualitätsinformationen
WS-BPEL	Web Service Business Process Execution Language

B. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Business Process Quality Meta-Model	8
Abbildung 2: BPMN um Prozessziele und Qualitätsinformationen erweitert [Ko08]	12
Abbildung 3: Darstellung von Zeit, Kosten und Zuverlässigkeit nach [SZS10]	12
Abbildung 4: Ergänzung von Aktivitäten um Performance-Informationen nach [Gu07].....	13
Abbildung 5: Annotierung einer Aktivität mit Operating Condition nach [PZ08].....	13
Abbildung 6: Darstellung von Zeitinformationen mit Time-BPMN [GT09].....	14
Abbildung 7: Geschäftsprozess als „Performance-Netz“ nach [Me08]	14
Abbildung 8: Modellierungselemente zur Darstellung von Sicherheitsaspekten nach [JF09]	15
Abbildung 9: BPMN-Diagramm mit Darstellung von Sicherheitsanforderungen nach [RFP07].....	15
Abbildung 10: Modellierung detaillierter Qualitätsinformationen am Beispiel einer Aktivität	27
Abbildung 11: Nutzungsdiagramm des erweiterten BPMN-Editors	32
Abbildung 12: Metamodell der BPMN mit Erweiterung um Qualitätsinformationen.....	35
Abbildung 13: Screenshot des UNICASE BPMN-Editors mit QI-Erweiterung	37
Abbildung 14: Prozess der Arztbrieferstellung mit Qualitätsinformationen	43
Abbildung 15: Prozess der Arztbriefschreibung aus der Praxisstudie	58
Abbildung 16: Subprozess „Arztbrief erstellen“ in Detailansicht	59
Abbildung 17: Subprozess „Arztbrief korrigieren und unterschreiben“ in Detailansicht.....	60

C. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Basis-Modellierungselemente der BPMN [OMG10]	6
Tabelle 2: Suchanfragen bei der Literaturrecherche	11
Tabelle 3: Vergleich von Ansätzen zur Modellierung von Qualitätsinformationen	18
Tabelle 4: Vergleich von Werkzeugen zur Modellierung von Qualitätsinformationen in Geschäftsprozessen	21
Tabelle 5: Vergleich existierender Ansätze hinsichtlich der Anforderungen an das Konzept	25
Tabelle 6: Grafische Symbole zur Darstellung der Qualitätscharakteristika	28
Tabelle 7: Use Case „Qualitätsinformationen anlegen und bearbeiten“	33
Tabelle 8: Vergleich des neu entwickelten Konzepts mit existierenden Ansätzen	38
Tabelle 9: Zuordnung der QI aus der Literaturrecherche zu den Charakteristiken des BPQMM	52
Tabelle 10: Zuordnung der QI aus der Werkzeugrecherche zu den Charakteristiken des BPQMM	53
Tabelle 11: Vollständige Auflistung der untersuchten Werkzeuge	56
Tabelle 12: Interviewleitfaden zur Qualität der Arztbriefschreibung	61
Tabelle 13: Auswertung der Befragung zur Qualität des Prozesses der Arztbriefschreibung	66

D. Quellenverzeichnis

- [ABACUS] Avolution Pty Ltd: ABACUS 3.2, <http://www.avolution.com.au/> (Letzter Zugriff: 24.11.2010)
- [ADONIS] BOC Information Technologies Consulting AG: ADONIS 3.9, <http://www.adonis-community.com/> (Letzter Zugriff: 26.10.2010)
- [ARIS] IDS Scheer AG: ARIS Design Platform 7.1, http://www.ids-scheer.com/en/ARIS_ARIS_Platform/3730.html (Letzter Zugriff: 21.11.2010)
- [BGR05] Bandara, W., Gable, G.G., Rosemann, M.: Factors and measures of business process modelling: model building through a multiple case study. In: European Journal for Information Systems, Vol. 14, Issue 4, pp. 347-360 (2005)
- [BONAPA] BTC Business Technology Consulting AG: BONAPART 5.3, <http://bonapart.btc-ag.com/> (Letzter Zugriff: 21.11.2010)
- [Ca05] Casati, F.: Industry trends in business process management: getting ready for prime time. In: Proceedings of the Sixteenth International Workshop on Database and Expert Systems Applications, pp. 903-907. (2005)
- [Ce10] Cepoi, D.: Konzeption und Implementierung einer Komponente zur Prozessmodellierung in UNICASE. Software Engineering Heidelberg, Masterarbeit (2010)
- [GRADE] INFOLOGISTIK GmbH: GRADE 4.1, <http://www.infologistik.com/grade/> (Letzter Zugriff: 21.11.2010)
- [GT09] Gagne, D., Trudel, A.: Time-BPMN. In: IEEE Conference on Commerce and Enterprise Computing, CEC '09, pp. 361-367. (2009)
- [Gu07] Gulla, J.: Using Models in Enterprise Systems Projects. In: Krogstie, J., Opdahl, A.L., Brinkkemper, S. (eds.) Conceptual Modelling in Information Systems Engineering, pp. 107-122. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2007)
- [He09] Heravizadeh, M.: Quality-aware business process management. PhD thesis, Faculty of Science and Technology, Queensland University of Technology (2009)
- [Horus] Horus software GmbH: Horus Business Modeler 1.2.1, <http://www.horus.biz/> (Letzter Zugriff: 17.12.2010)
- [HP10a] Heinrich, R., Paech, B.: Business Process Quality - A Technical Report. Universität Heidelberg (2010)
- [HP10b] Heinrich, R., Paech, B.: Defining the Quality of Business Processes. In: Modellierung 2010 (MOD'10), Lecture Notes in Informatics Vol. P-161, pp. 133-148. Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), Bonn (2010)
- [iGrafx] iGrafx a division of Corel GmbH: iGrafx Process 2011, <http://www.igrafx.de/> (Letzter Zugriff: 25.11.2010)
- [ISO01] ISO/IEC 9126-1: Software engineering - Product quality - Part 1: Quality model - First edition. (2001)
- [ISO08] ISO/IEC 25012: Software engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Data quality model. (2008)

- [itp] itp commerce ltd.: Process Modeler for Microsoft Visio 5, <http://www.itp-commerce.com/> (Letzter Zugriff: 26.10.2010)
- [JEJ95] Jacobson, I., Ericsson, M., Jacobson, A.: The object advantage: business process reengineering with object technology. Addison-Wesley, Wokingham, England, Bonn [u.a.] (1995)
- [JF09] Jensen, M., Feja, S.: A Security Modeling Approach for Web-Service-Based Business Processes. In: 16th Annual IEEE International Conference and Workshop on the Engineering of Computer Based Systems, ECBS 2009, pp. 340-347. (2009)
- [Kern] Kern AG: Kern Process 2.6, <http://www.kern.ag/> (Letzter Zugriff: 17.12.2010)
- [Ko08] Korherr, B.: Business Process Modelling. VDM Verlag, Saarbrücken, Germany (2008)
- [LK06] List, B., Korherr, B.: An evaluation of conceptual business process modelling languages. Proceedings of the 2006 ACM symposium on Applied computing, pp. 1532-1539. ACM, Dijon, France (2006)
- [Me05] Melenovsky, M.J.: Business Process Management's Success Hinges on Business-Led Initiatives. Gartner Note G00129411. (2005)
- [Me08] Mevius, M.: A novel modeling language for tool-based business process engineering. Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing, pp. 590-591. ACM, Fortaleza, Ceara, Brazil (2008)
- [Me08b] Mendling, J.: Metrics for Process Models: Empirical Foundations of Verification, Error Prediction, and Guidelines for Correctness. Springer Berlin Heidelberg (2008)
- [MEGA] MEGA International GmbH: MEGA Modeling Suite 2009 SP4, <http://www.mega.com/> (Letzter Zugriff: 25.11.2010)
- [MEMO] Prof. Ulrich Frank: MEMOCenterNG build 2010-10-18, <http://www.wi-inf.uni-duisburg-essen.de/FGFrank/index.php?lang=de&&groupId=1&&contentType=Project&&projId=19> (Letzter Zugriff: 19.12.2010)
- [OASIS07] OASIS: Web Services Business Process Execution Language v2.0, 2007, <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/OS/wsbpel-v2.0-OS.html> (Letzter Zugriff: 13.12.2010)
- [OMG10] Object Management Group (OMG): Business Process Modeling Notation (BPMN) v2.0, 2010, <http://www.bpmn.org/> (Letzter Zugriff: 16.03.2010)
- [OR03] Owen, M., Raj, J.: BPMN and business process management - Introduction to the new business process modeling standard. http://www.bpmn.org/Documents/6AD5D16960.BPMN_and_BPM.pdf (2003)
- [PZ08] Pavlovski, C.J., Zou, J.: Non-functional requirements in business process modeling. Proceedings of the fifth Asia-Pacific conference on Conceptual Modelling - Volume 79, pp. 103-112. Australian Computer Society, Inc., Wollongong, NSW, Australia (2008)
- [RFP06] Rodriguez, A., Fernandez-Medina, E., Piattini, M.: Security requirement with a UML 2.0 profile. In: The First International Conference on Availability, Reliability and Security, ARES 2006. (2006)
- [RFP07] Rodríguez, A., Fernández-Medina, E., Piattini, M.: A BPMN Extension for the Modeling of Security Requirements in Business Processes. IEICE - Trans. Inf. Syst., Vol. E90-D, Issue 4, pp. 745-752 (2007)

- [RRI09] Recker, J., Rosemann, M., Indulska, M., Green, P.: Business Process Modeling - A Comparative Analysis. Journal of the Association for Information Systems, Vol. 10, No. 4, pp. 333-363 (2009)
- [Select] Select Business Solutions Inc.: Select Business Modeler 7.1, <http://www.selectbs.com/> (Letzter Zugriff: 17.12.2010)
- [SemTalk] Semtation GmbH: SemTalk 3.1, <http://www.semtalk.com/> (Letzter Zugriff: 19.12.2010)
- [Signavio] Signavio GmbH: Signavio Process Editor 4.6.1, <http://www.signavio.com> (Letzter Zugriff: 03.03.2011)
- [SILVER] Grandite: SILVERRUN BPM Business Process Modeler 2.8.5, <http://www.silverrun.com/> (Letzter Zugriff: 26.11.2010)
- [SZS10] Saeedi, K., Zhao, L., Sampaio, P.R.F.: Extending BPMN for Supporting Customer-Facing Service Quality Requirements. In: 2010 IEEE International Conference on Web Services (ICWS), pp. 616-623. (2010)
- [TopEase] Pulinco Engineering AG: TopEase Designer 6.3, <http://www.pulinco.ch/> (Letzter Zugriff: 21.11.2010)
- [UNI] Technische Universität München - Chair for Applied Software Engineering: UNICASE <http://www.unicase.org> (Letzter Zugriff: 21.03.2010)
- [ViFlow] ViCon GmbH: ViFlow 4.5, <http://www.vicon.biz/> (Letzter Zugriff: 26.11.2010)
- [We07] Weske, M.: Business process management : concepts, languages, architectures. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg (2007)
- [WR09] Wintergreen Research: Worldwide Business Process Management (BPM) Market Opportunities, Strategies, and Forecasts, 2009 to 2015. Wintergreen Research Report WGR1892956. http://217.114.165.229/reportinfo.asp?report_id=1055864 (2009)

E. Anhang

a. Einordnung der Qualitätsinformationen aus der Literatur- und Werkzeugrecherche in das BPQMM

In den folgenden Tabellen sind die Qualitätscharakteristiken aus dem BPQMM und die Zuordnung der einzelnen QI aus der Literatur- und Werkzeugrecherche aufgeführt. Um die Zuordnung nachvollziehbar zu machen, ist dabei jeweils die genaue Maßzahl aus [HP10a] aufgeführt, der die QI entspricht. Handelt sich bei der QI nur um eine Charakteristik oder ein Attribut ist dies auch vermerkt. Ebenso, wenn die QI noch nicht in [HP10a] gelistet ist.

Tabelle 9: Zuordnung der QI aus der Literaturrecherche zu den Charakteristiken des BPQMM

Charakteristik des BPQMM	Qualitätsinformation aus Literatur	Quelle	Entsprechende Maßzahl aus [HP10a]
Aktivität			
Time behavior	Dauer	[SZS10]	Lead time → the period of time between the initiation of any process of production and the completion of that process
	Dauer	[Gu07]	Lead time
	Häufigkeit der Ausführung pro Monat	[Gu07]	Number of activities completed in a given time period (Throughput)
	Durchlaufzeit	[Ko08]	Turnaround time → the time it takes to complete the selected activity in the given traffic with given input data
	Wartezeit	[Ko08]	Wait time → the period of time an activity spends waiting in a queue plus all other delays for an activity, e.g. the time it has to wait in a parallel branch for completion of all other branches, in order to synchronize
	Diverse Ausführungszeiten	[GT09]	Keine konkreten Maßzahlen angegeben
Productivity	Dauer	[SZS10]	Activity time (lead time)
	Dauer	[Gu07]	Activity time (lead time)
	Performance-Indikatoren	[Me08]	Keine konkreten Maßzahlen angegeben
Effectiveness	Häufigkeit der Ausführung pro Monat	[Gu07]	Number of activities completed in a given time period (Throughput)
Maturity	Zuverlässigkeit	[SZS10]	Laut ISO 9126 entspricht Zuverlässigkeit / Reliability den Charakteristiken Maturity, Fault tolerance und Recoverability. Außerdem aus [HP10a]: "The recovery of an activity is covered by the recovery of its resources and information objects, hence, we do not adapt the characteristic recoverability for activities."
Fault tolerance	Zuverlässigkeit	[SZS10]	Laut ISO 9126 entspricht Zuverlässigkeit / Reliability den Charakteristiken Maturity und Fault tolerance
Understandability	Ziele	[Ko08]	Number of documented process goals

Security	Vertraulichkeit beim Nachrichtenaustausch	[JF09]	Number of activities which use encrypted information objects
	Berechtigungskontrolle	[RFP07], [RFP06]	Number of activities which use access-restricted resources
	Angriffs-/Schadenserkenkung	[RFP07], [RFP06]	Attribut
	Nichtabstreitbarkeit	[RFP07], [RFP06]	Attribut
Context satisfaction (clients/customer satisfaction)	Zahl der Beschwerden	[Ko08]	Number of complaints by the customers
Ressource			
Security	Zugriffskontrolle	[JF09]	Number of access controllability requirements implemented correctly as in the specifications
	Angriffs-/Schadenserkenkung	[RFP07], [RFP06]	Attribut
Informationsobjekt			
Confidentiality	Verschlüsselung	[JF09]	Number of database fields encrypted
Accuracy	Digitale Signatur	[JF09]	Number of integer data objects (integrity of data)
	Integrität	[RFP07], [RFP06]	Number of integer data objects (integrity of data)
-	Angriffs-/Schadenserkenkung	[RFP07], [RFP06]	Bisher keine Zuordnung im BPQMM möglich.
Aktor			
-	Angriffs-/Schadenserkenkung	[RFP07], [RFP06]	Bisher keine Zuordnung im BPQMM möglich.
	Vertraulichkeit	[RFP07], [RFP06]	Bisher keine Zuordnung im BPQMM möglich.
	Berechtigungskontrolle	[RFP07], [RFP06]	Bisher keine Zuordnung im BPQMM möglich.

Tabelle 10: Zuordnung der QI aus der Werkzeugrecherche zu den Charakteristiken des BPQMM

Charakteristik des BPQMM	Qualitätsinformation aus Werkzeug	Werkzeugname	Entsprechende Maßzahl aus [HP10a]
Aktivität			
Time behavior	Processing time	ABACUS	Processing time
	Tolerance waiting time (before cancelling)	ADONIS	Ist noch nicht in [HP10a] enthalten.
	Execution time	ADONIS	Execution time
	Waiting time	ADONIS	Wait time
	Resting time	ADONIS	Wait time
	Transport time	ADONIS	Transport time
	Quantity of execution per time unit	ADONIS	Number of activities completed in a given time period (Throughput)
	Processing time	ARIS	Processing time
	Wait time	ARIS	Wait time
	Duration	GRADE	Lead time

	Processing time	Horus	Processing time
	Transport time	Horus	Transport time
	Execution frequency per time unit	Horus	Number of activities completed in a given time period (Throughput)
	Bearbeitungszeit	BONAPART	Processing time
	Liegezeit	BONAPART	Wait time
	Active time	itp	Processing time
	Waiting time	itp	Wait time
	Service-Durchlaufzeit	Kern	Lead time
	Lead time	ARIS	Lead time
	Duration	iGrafx	Lead time
	Duration	MEMO	Lead time
	Service time	Select	Lead time
	Idle time	Select	Wait time
	Frequency per time unit	Select	Number of activities completed in a given time period (Throughput)
	Duration	SemTalk	Lead time
	Ausführungszeit	Signavio	Lead time
	Häufigkeit (pro Jahr)	Signavio	Mean amount of throughput → Number of activities completed in a given time period
	Duration	SILVER	Lead time
	Duration	TopEase	Lead time
	Duration	ViFlow	Lead time
Productivity	Lead time	ARIS	Activity time/ lead time
	Process performance	ARIS	Ist noch nicht in [HP10a] enthalten
	Duration	GRADE	Activity time/ lead time
	Duration	iGrafx	Activity time/ lead time
	Service-Durchlaufzeit	Kern	Activity time/ lead time
	Duration	MEMO	Activity time/ lead time
	Duration	SemTalk	Activity time/ lead time
	Ausführungszeit	Signavio	Activity time/ lead time
	Duration	SILVER	Activity time/ lead time
	Duration	TopEase	Activity time/ lead time
	Duration	ViFlow	Activity time/ lead time
Effectiveness	Quantity of execution per time unit	ADONIS	Number of activities completed in a given time period (Throughput)
	Frequency per time unit	Select	Number of activities completed in a given time period (Throughput)
	Häufigkeit (pro Jahr)	Signavio	Number of activities completed in a given time period (Throughput)
	Execution frequency per time unit	Horus	Number of activities completed in a given time period (Throughput)
Maturity	Reliability	ABACUS	Laut ISO 9126 entspricht Reliability den Charakteristiken Maturity, Fault tolerance und recoverability. Außerdem aus [HP10a]: "The recovery of an activity is covered by the recovery of its resources and information objects, hence, we do not adapt the characteristic recoverability for activities."

	Availability	ABACUS	Auszug aus der ISO 9126: „Availability is the capability of the software product to be in a state to perform a required function at a given point in time, under stated conditions of use. Externally, availability can be assessed by the proportion of total time during which the software product is in an up state. Availability is therefore a combination of maturity (which governs the frequency of failure), fault tolerance and recoverability (which governs the length of down time following each failure). For this reason it has not been included as a separate subcharacteristic.“
	Error rate	Horus	Attribut „Error density / Error rate“
Fault tolerance	Reliability	ABACUS	Siehe Maturity
	Availability	ABACUS	Siehe Maturity
Understandability	Goals	GRADE	Number of documented process goals
	Goals	MEGA	Number of documented process goals
Suitability	Detected problems	MEGA	Number of activities in which problems (in comparison to requirements of the context) are detected in evaluation
Context Satisfaction (customer satisfaction)	Customer satisfaction	Kern	Charakteristik
Actor Satisfaction (worker's satisfaction)	Worker's satisfaction	Kern	Charakteristik
-	Competitiveness	Horus	Keine Zuordnung im BPQMM möglich
Resource			
Maturity	Reliability	ABACUS	Laut ISO 9126 entspricht Reliability den Charakteristiken Maturity, Fault tolerance und recoverability.
Fault tolerance	Reliability	ABACUS	Laut ISO 9126 entspricht Reliability den Charakteristiken Maturity, Fault tolerance und recoverability.
Recoverability	Reliability	ABACUS	Laut ISO 9126 entspricht Reliability den Charakteristiken Maturity, Fault tolerance und recoverability.
Resource utilization	Utilization	ABACUS	Charakteristik
Suitability	Business fit	ABACUS	Attribut "Functional completeness, coverage, adequacy"
Actor			
Availability	Availability	ABACUS	Charakteristik
-	Reliability	ABACUS	Keine Zuordnung im BPQMM möglich
Suitability	Qualification	Kern	Attribut "Skills of actors → Qualification, expertise, social competence, team skills, motivation"

b. Vollständige Liste der untersuchten Werkzeuge

In der folgenden Tabelle sind sämtliche Werkzeuge aufgelistet, die im Rahmen der Werkzeugrecherche (siehe Kapitel 3.2) untersucht wurden. Neben dem Namen ist jeweils auch die genaue Versionsnummer aufgeführt, sowie ein Weblink über den das Tool heruntergeladen bzw. erworben werden kann.

Tabelle 11: Vollständige Auflistung der untersuchten Werkzeuge

Werkzeug	Version	Webseite
Edraw Max	5.6	http://www.edrawsoft.com/
MEMOCenterNG	build 2010-10-18	http://www.wi-inf.uni-duisburg-essen.de/FGFrank/index.php?lang=de&&groupId=1&&contentType=Project&&projId=19
ADONIS	3.9	http://www.adonis-community.com/
ARIS Business Architect	7.1	http://www.ids-scheer.com/en/ARIS/ARIS_Platform/ARIS_Business_Architect/3731.html
Signavio	4.6.1	http://www.signavio.de
Oryx	1.12	http://bpt.hpi.uni-potsdam.de/Oryx
Process Modeler	5	http://www.itp-commerce.com/
BizAgi BPM suite	9.1.4	http://www.bizagi.com/
Dia	0.97.1	http://live.gnome.org/Dia/
Innovator for Business Analysts	11.3.1	http://www.mid.de/
yEd Graph Editor	3.6	http://www.yworks.com/en/products_yed_about.html
SemTalk	3.1	http://www.semtalk.com/
BONAPART	5.3	http://bonapart.btc-ag.com/
MO ² GO	2.3a	http://www.moogo.de/
objectiF	7.1	http://www.microtool.de/objectif/
Intalio BPMS Designer	6.0.3	http://www.intalio.com/
AccuProcess Modeler	1.0	http://www.accuprocess.com/
UModel	2011	http://www.altova.com/umodel.html
ABACUS	3.2	http://www.avolution.com.au/
BPMN 2.0 Modeler for Visio	1.4	http://www.businessprocessincubator.com/modeler
Geasy BPMNEditor	1.0 alpha	http://geasybpmn.petalslink.org/
Barium BPMN Modeler	1.9	http://www.bariumlive.com/
AENEIS	5.4	http://www.intellior.ag/
ARCWAY Cockpit	3.3	http://www.arcway.com/
iGrafx Process	2011	http://www.igrafx.de/
Imixs Workflow	2.3	http://www.imixs.org/
MEGA Modeling Suite	2009 SP4	http://www.mega.com/
Metastorm Designer	7.6	http://www.metastorm.com/
ViFlow	4.5	http://www.vicon.biz/

@enterprise	8.0	http://www.groiss.com/
Communigram	4	http://www.cicommunigram.com/
Cubetto Toolset	1.6.4	http://www.semture.de/
imatics ProcessSuite		http://www.processsuite.de/
GRADE Modeler	4.1	http://www.infologistik.com/grade/
PACE	6.0	http://www.ibepace.de/
SILVERRUN BPM Business Process Modeler	2.8.5	http://www.silverrun.com/
TopEase	6.3	http://www.pulinco.ch/
Kern Process	2.6.0	http://www.kern.ag/
OfficeTalk	4.7	http://www.joops.de/
process4.biz		http://www.process4.biz/
Select Business Modeler	7.1	http://www.selectbs.com/
Horus Business Modeler	1.2.1	http://www.horus.biz/

c. Prozess der Arztbriefschreibung aus der Praxisstudie

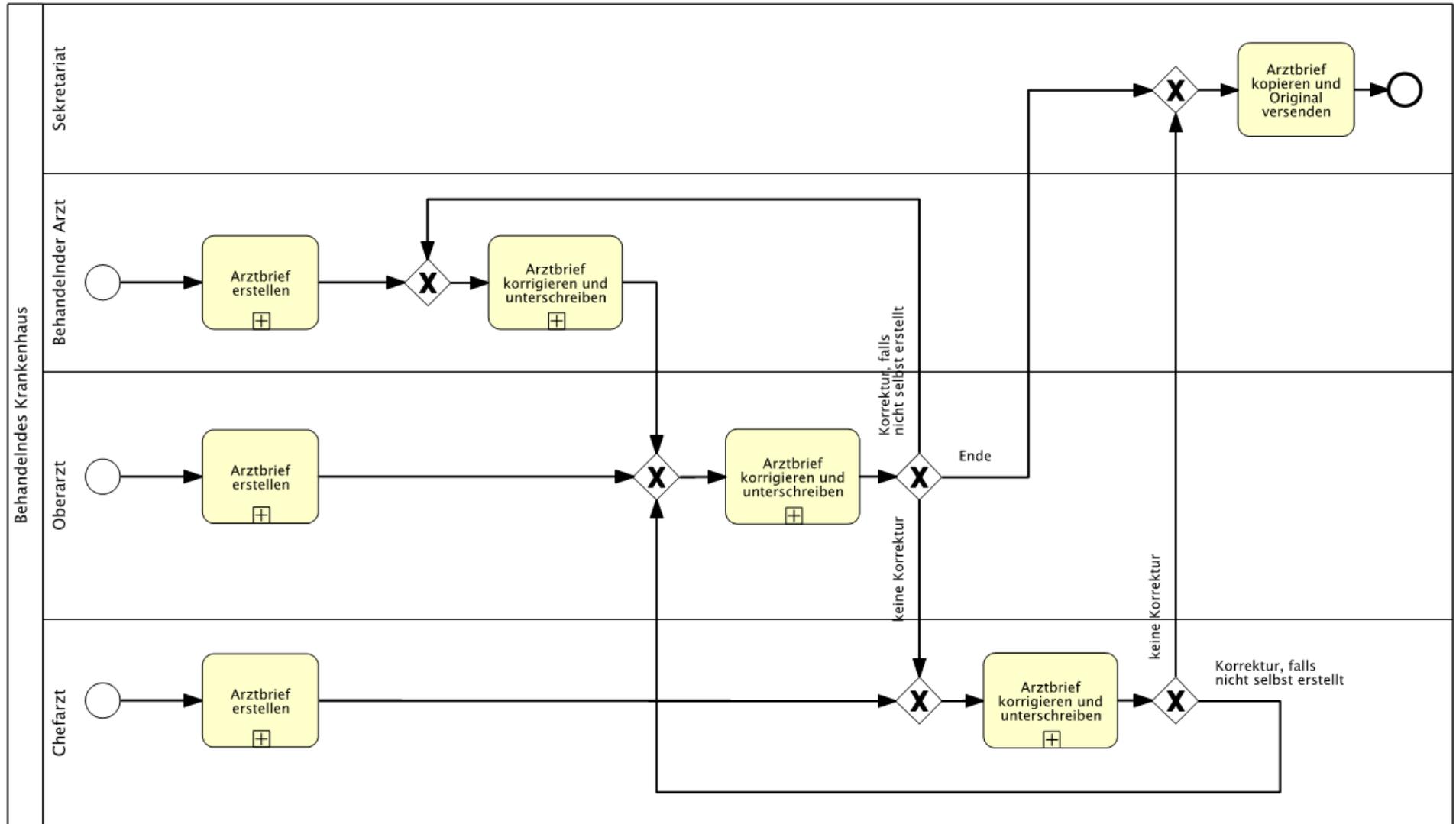


Abbildung 15: Prozess der Arztbriefschreibung aus der Praxisstudie

Subprozesse „Arztbrief erstellen“ und „Arztbrief korrigieren und unterschreiben“ in Detailansicht

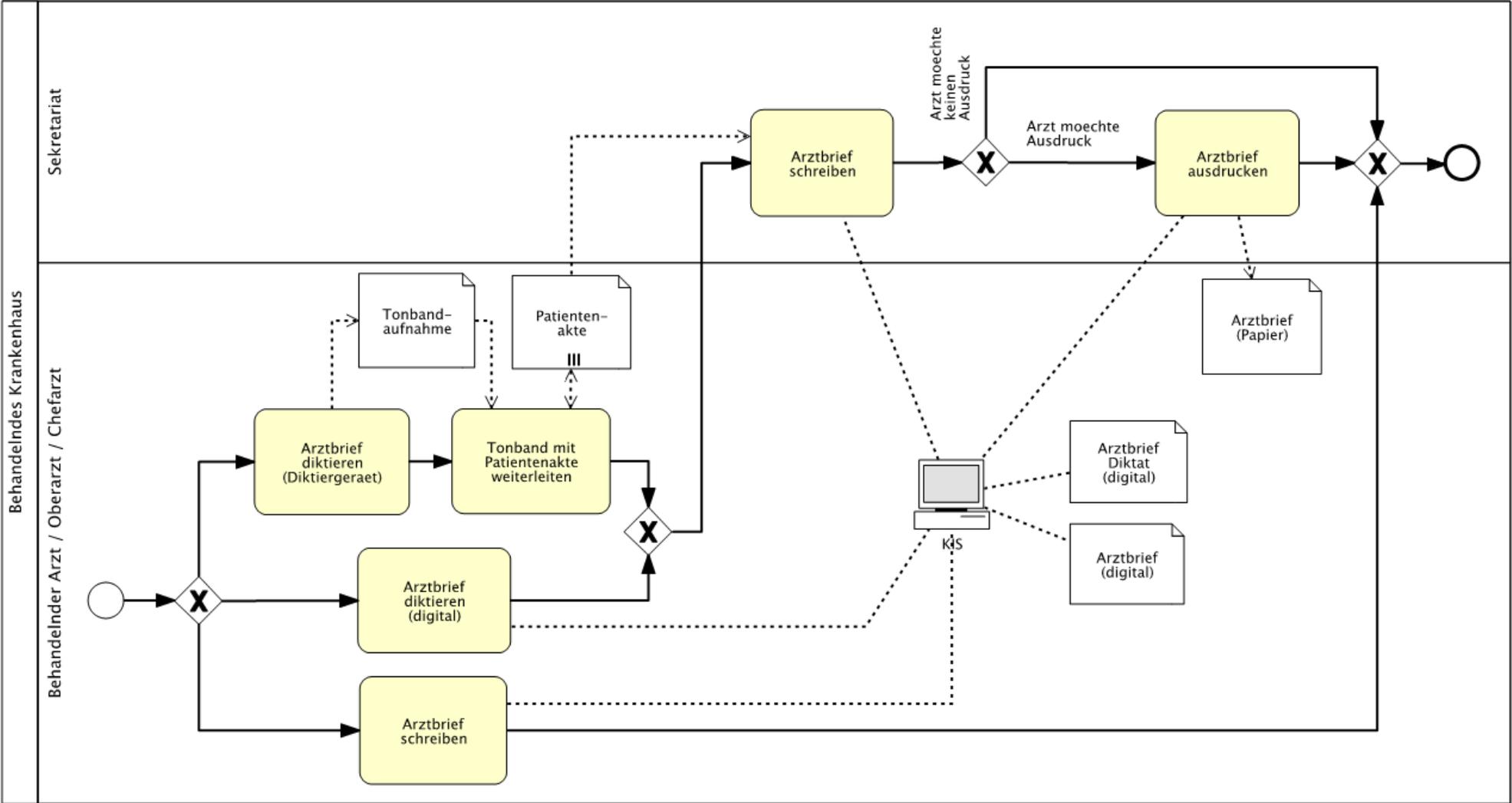


Abbildung 16: Subprozess „Arztbrief erstellen“ in Detailansicht

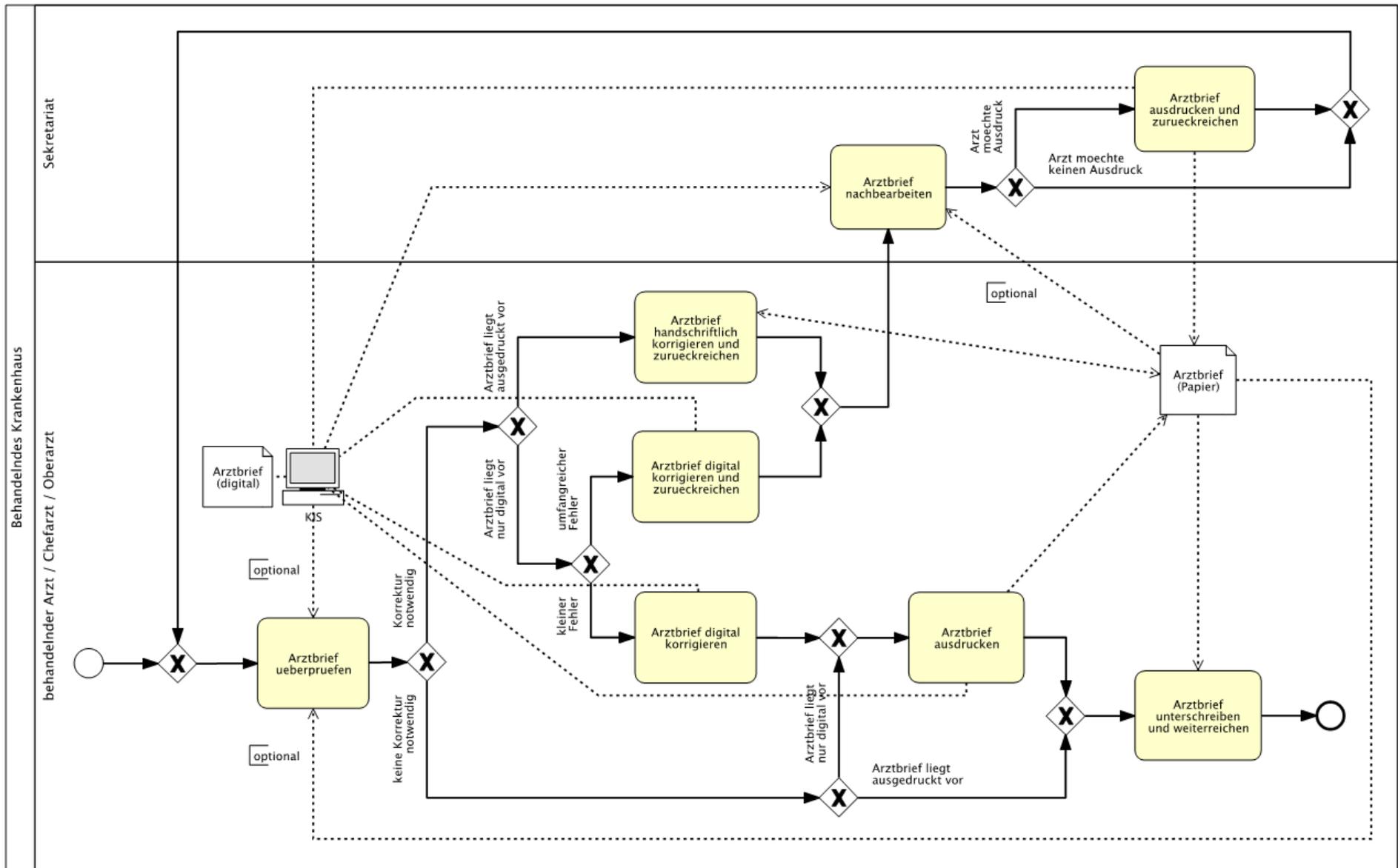


Abbildung 17: Subprozess „Arztbrief korrigieren und unterschreiben“ in Detailansicht

d. Interviewleitfaden und Auswertung

Es folgt der vollständige Interviewleitfaden aus der Praxisstudie (siehe Kapitel 6.2.2) mit den Antworten eines Befragten, die beispielhaft zur Auswertung der QI und Evaluierung des Modellierungskonzepts herangezogen wurden. Im Anschluss folgt eine tabellarische Auswertung der Fragen, die auf QI abzielen. In der Auswertungstabelle werden jeweils die Qualitätscharakteristik, das Attribut und die Maßzahl(en) auf die die Frage abzielt aufgeführt und, anhand der jeweiligen Antwort des Befragten, Werte für die Maßzahlen vergeben.

Tabelle 12: Interviewleitfaden zur Qualität der Arztbriefschreibung

A Angaben zur Person	
1	Name: _____
2	In welcher Klinik / Abteilung arbeiten Sie? Klinik: _____ Abteilung: _____
3	Zu welcher Berufsgruppe gehören Sie? <input checked="" type="checkbox"/> Arzt, in der Rolle <input checked="" type="checkbox"/> Behandelnder Arzt <input type="checkbox"/> Oberarzt <input type="checkbox"/> Chefarzt <input type="checkbox"/> Sekretärin <input type="checkbox"/> Schreibkraft <input type="checkbox"/> Pflegepersonal <input type="checkbox"/> Mitarbeiter aus IT / EDV <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____
4	Für evt. Rückfragen (optional): Telefonnummer: _____ Email-Adresse: _____

B Fragen zur Qualität der Arztbriefschreibung (AB Schreibung)	
B1	Fragen zu den Aktivitäten
Bitte legen Sie jetzt der/dem Befragten das Prozessmodell vor.	
Allgemeine Fragen zu den Aktivitäten	
1	Welche Aktivitäten bearbeiten Sie im Prozess? (Bitte kennzeichnen Sie Ihre Aktivitäten im Prozessmodell) Gibt es Aktivitäten, die Sie bearbeiten, die nicht im Prozessmodell enthalten sind? Wenn ja, bitte Prozessmodell ergänzen. Nein
2	Wie viele Arztbriefe erstellen/korrigieren Sie pro Woche (wie oft führen Sie den Prozess pro Woche aus)? 10 AB pro Woche
Fragen zur Zufriedenheit der Akteure und Attraktivität des Prozesses	
3	Welche Ihrer Aktivitäten im Prozess der AB-Schreibung führen Sie gerne aus, welche

	<p>nicht? Ich führe keine Aktivität gerne aus. (Alles ist gleich unliebsam, aber ich diktiere den Brief lieber als dass ich ihn selber schreibe, da es schneller geht) Was stört Sie an den Aktivitäten, die Sie NICHT gerne ausführen? Es nimmt sehr viel Zeit in Anspruch</p>
4	<p>Welche Aktivitäten finden Sie im positiven Sinne herausfordernd, welche Aktivitäten finden Sie langweilig? Ich fände die Aktivität diktieren (digital) mit Spracherkennung herausfordernd. Es gibt keine Aktivitäten, die ich langweilig finde.</p>
5	<p>Wünschen Sie sich mehr Automatisierung im Prozess? Wenn ja, bei welchen Aktivitäten? Ich wünsche mir eine Spracherkennung beim Diktieren des AB.</p>
6	<p>Fühlen Sie sich bei der Ausführung Ihrer Aktivitäten kontrolliert? Wenn ja bei welchen? Ja, ich fühle mich bei allen Aktivitäten kontrolliert durch den OA oder den CA Ich finde die Kontrolle gut, denn die Kontrolle ist notwendig.</p>
B2 Fragen zu KIS	
<p>Achtung: Die folgenden Fragen zu KIS beziehen sich ausschließlich auf die Funktionen von KIS, die für die AB-Schreibung verwendet werden.</p>	
Allgemeine Fragen zu KIS	
1	<p>Bitte schauen Sie sich das Prozessmodell noch einmal an und identifizieren Sie Funktionen von KIS, die Sie benutzen. AB diktieren, AB schreiben, AB korrigieren, AB ausdrucken, AB weiterleiten</p>
Fragen zur Zufriedenheit der Akteure und Attraktivität von KIS	
2	<p>Gibt es Funktionen von KIS, die schwer zugänglich sind, da sie z.B. in komplizierten Menüs versteckt sind? Wenn ja, welche? Generell ist KIS gewöhnungsbedürftig. Es ist nicht einfach zu bedienen. Die Funktionen sind alle schwer zugänglich (sehr viel Schulungsbedarf).</p> <p>Gibt es Funktionen von KIS, die Sie unterbrechen oder abbrechen wollen, aber nicht ohne Datenverlust können? Wenn ja, welche? Nein.</p>
3	<p>Gibt es Aktivitäten für die Sie KIS für nicht geeignet halten. Z.B. weil die Aktivitäten durch KIS nicht richtig unterstützt werden. Wenn ja, welche? Ja, bei "AB schreiben". Warum? Es gibt eine Trennung zwischen der Briefschreibung in Word und dem KIS. D.h. es gibt keine Schnittstelle. Daten in Word können nicht in KIS verwendet werden. Daten müssen daher von einem Brief in den anderen kopiert werden.</p>
4	<p>Gibt es Aktivitäten oder Funktionen, die Sie bearbeiten, bei denen Sie den Nutzen nicht verstehen? D.h. die Aktivitäten oder Funktionen werden unnötig bearbeitet. Wenn ja, welche? k.A.</p>
B3 Fragen zu Informationsobjekten	

Allgemeine Fragen zu Informationsobjekten	
1	<p>Welche Informationsobjekte benutzen Sie? Bitte kennzeichnen Sie im Prozessmodell wo Sie diese benutzen.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Papierakte <input checked="" type="checkbox"/> Elektronische Patientenakte (alle Infos, die elektronisch im System vorliegen) <input type="checkbox"/> Tonbandaufnahme <input checked="" type="checkbox"/> Digitales Diktat <input checked="" type="checkbox"/> Elektronischer Arztbrief <input checked="" type="checkbox"/> Ausgedruckter Arztbrief <input type="checkbox"/> Sonstige:</p>
2	<p>Machen Sie Änderungen bei der Korrektur des Arztbriefs auf Papier oder digital am System? digital</p>
Fragen zur Bearbeitbarkeit des AB	
3	<p>Kommt es vor, dass sich der AB schwer bearbeiten lässt und Sie dadurch mehr Zeit benötigen? Gibt es z.B. einen Unterschied bzgl. der Bearbeitung des elektronischen und des ausgedruckten AB? Wenn ja, an welchen Stellen im Prozess? Nein, es kommt nicht vor, dass sich der AB schwer bearbeiten lässt. Ich erkenne auch keinen Unterschied zwischen digitalem und Papierbrief. Wie oft kommt das vor? 0 von 10 Arztbriefen</p>
Fragen zum Transport der Objekte	
4	<p>Wie wird der AB zwischen den verschiedenen Akteuren transportiert? (Transportmittel und Transportwege) Es gibt 2 Möglichkeiten den AB zu transportieren, entweder digital durch das Statusnetz über das Netzwerk oder in Papierform in einer Unterschriftenmappe, die in das Fach der entsprechenden Zielperson kommt. Welche der verwendeten Transportmittel/Transportwege schätzen Sie als ungeeignet ein? Warum? Ich schätze den Transport in Papierform als ungeeignet ein, da der Brief dabei verloren gehen kann, damit Zeitverzögerung verbunden ist und die Gefahr besteht den Brief in das falsche Fach einzuordnen.</p> <p>Gibt es unnötig transportierte Informationsobjekte (siehe oben)? D.h. erhalten Sie Informationsobjekte, die Sie nicht verwenden. Wenn ja, welche? Ja, es kann vorkommen, dass ich einen AB bekomme, den ich gar nicht bearbeite (das ist sowohl bei analogen als auch beim digitalen AB möglich). Es ist auch möglich, dass ich eine Patientenakte bekomme, die ich nicht bearbeite. Wie oft kommt das vor? Das kommt sehr selten vor (im Prozentbereich).</p>
Fragen zur Erreichbarkeit/Verfügbarkeit der Objekte	
5	<p>Kommt es vor, dass Sie auf einen AB zugreifen/einen AB bearbeiten wollen, und es nicht können, weil dieser von jemand anderem verwendet wird? Wenn ja, bei welchen Aktivitäten? Ja, während der Korrektur des AB. Konflikte sind sehr häufig bei der Papierform, seltener beim digitalen AB. Generell kann das überall da auftreten wo eine Schnittstelle zu anderen Personen ist. Wie oft kommt das vor? 3 von 10 Arztbriefen</p>
6	<p>Gibt es Informationsobjekte (siehe oben), die NICHT über die gesamte Zeitdauer ihrer Aktivitäten verfügbar sind? D.h. z.B. Objekte auf die zwischenzeitlich nicht zugegriffen</p>

	<p>werden kann. Wenn ja, welche? Nein. Wie oft kommt das vor? 0 von 10 Arztbriefen</p>
7	<p>Kommt es vor, dass Informationsobjekte (siehe oben) nicht rechtzeitig verfügbar sind? Wenn ja, welche und an welcher Stelle im Prozess? k.A. Wie oft kommt das vor? -</p>
B4 Fragen zu Fehlern:	
Fragen zu Fehlern der Aktivitäten	
1	<p>Gibt es Aktivitäten in denen Sie manchmal Fehler machen? (z.B. Fehler in der Ausführung der Aktivität, beispielsweise AB zum falschen Patienten angelegt oder AB an falschen Arzt zur Korrektur weitergeleitet). Wenn ja, welche Fehler machen Sie in diesen Aktivitäten? Ja, beim AB selbst schreiben, AB diktieren und AB selbst korrigieren (digital).</p> <p>Wie oft machen Sie in den einzelnen Aktivitäten Fehler? Fehler bei AB schreiben/diktieren: überschriebener Bereich im Brief (1 FpW, fällt sofort auf), falschen Bereich in den Brief kopiert (1 FpW, fällt sofort auf), veralteter Befund in den Brief kopiert (1 FpW, fällt sofort auf), vergessen zu speichern (<1FpW, fällt sofort auf), falsches Tonband weitergeleitet (<1FpW, fällt Sekretärin auf), AB (Tonband) an falsche Sekretärin weitergeleitet (<1FpW, fällt Sekretärin auf). Fehler bei AB korrigieren: Alter AB geöffnet (1 FpW, fällt sofort auf).</p>
2	<p>Kommt es bei Medienbrüchen zu Fehlern? Medienbruch bedeutet, dass Informationen von einem Medium (z.B. Papier) auf ein anderes Medium (z.B. System) überführt werden. Z.B. wenn Sie Informationen aus einer Papierakte in den digitalen AB übernehmen. Wenn ja, welche Fehler treten wo auf? Ja, bei Medienbrüchen kommt es dazu, dass Informationen verloren gehen oder verfälscht werden (z.B. Zahlendreher). AB diktieren: falsche Infos, fehlende Info. AB korrigieren: bei der Korrektur nicht das Problem, weil ich direkt auf die Infos zugreifen kann (System oder Paper). Wie oft treten Medienbrüche durchschnittlich auf? k.A.</p>
3	<p>Gibt es Aktivitäten bei denen Sie jemanden fragen müssen, um mit der Bearbeitung fortfahren zu können? Beispielsweise weil Ihnen in der Aktivität etwas unklar ist oder weil ein Objekt unklar ist, z.B. beim Abtippen des Diktats können Sie etwas akustisch nicht verstehen. Wenn ja, welche? Ja, bei unvollständigen Informationen. Das Problem tritt eher beim Schreiben des AB auf, weniger beim Korrigieren Wie oft treten Rückfragen auf? 2 Rückfragen pro Woche</p>
Fragen zu Fehlern vom KIS	
4	<p>Gibt es Funktionen bei denen Sie manchmal Bedienungsfehler machen? Wenn ja, welche Fehler machen Sie bei diesen Funktionen? Bei KIS macht man dauernd Bedienungsfehler, wegen der Komplexität des Systems. Man verliert sich oft im System, man drückt oft die falschen Knöpfe, man macht Fehler</p>

	<p>in der Navigation, weil die Menüführung nicht einheitlich ist.</p> <p>Wie oft machen Sie Bedienungsfehler? AB diktieren: 2 Fehler pro Woche, AB schreiben: 3 Fehler pro Woche, AB korrigieren: 1 Fehler pro Woche, Ab ausdrucken, AB weiterleiten: 0 Fehler pro Woche</p>
5	<p>Kommt es vor, dass das KIS beim Bearbeiten Ihrer Aktivitäten nicht erreichbar ist? Wenn ja, bei welchen Aktivitäten bzw. Funktionen? Nein. Wie oft ist das KIS nicht erreichbar? 0 erfolglose Versuche pro Woche</p>
6	<p>Bitte nennen Sie weitere Fehler, die in den einzelnen Funktionen von KIS auftreten können? Wie oft treten diese Fehler auf? AB diktieren: Diktat geht verloren, System hängt sich auf (2 Fehler pro Monat). AB schreiben (selbst): Briefvorlage geht nicht auf, Vorlage kann nicht richtig gefüllt werden (1 Fehler pro Monat).</p>
Fragen zu Fehlern im Arztbrief	
7	<p>(Nur für Ärzte) Kommt es vor, dass der AB veraltete Informationen enthält? Wenn ja, an welcher Stelle im Prozess? Ja, das fällt mir entweder selbst beim Schreiben oder durch die Korrektur vom OA auf. Wie oft kommt das vor? 0,5 von 10 Arztbriefen</p>
8	<p>(Nur für Ärzte) Gibt es Vorgaben bezüglich Länge, Inhalt, Struktur des AB in ihrer Organisation? Wenn ja, welche? Ja, es gibt Vorgaben bzgl. der Struktur und ggf. der Länge. Manchmal sind auch Textbausteine für den Inhalt vorgegeben.</p> <p>Kommt es vor, dass der AB nicht konform zu den Vorgaben bezüglich Länge, Inhalt, Struktur ist? Wenn ja, an welcher Stelle im Prozess? Es kommt sehr selten, eigentlich gar nicht vor, dass der AB nicht konform ist.</p> <p>Wie oft kommt das vor? 0 von 10 Arztbriefen</p>
9	<p>(Nur für Ärzte) Bitte nennen Sie weitere Fehler, die im AB vorkommen können, wenn sie diesen erhalten. Gibt es noch etwas, das Sie stört? Nein.</p> <p>Wie oft kommen weitere Fehler vor? -</p>
B5 Fragen zum Zeitverhalten	
1	<p>Gibt es Aktivitäten für die Sie überdurchschnittlich viel Zeit benötigen? Wenn ja, was ist das Problem und welche Aktivitäten sind das? Ja, alle Aktivitäten. Weil unbeliebt und Zeitmangel. Das ist ein organisatorisches Problem, die Beteiligten haben keine Zeit. Bitte gewichten Sie die Verzögerungen der jeweiligen Aktivitäten von 1 bis 6? Wechselt sehr stark, nur Ausreißer fallen auf.</p>
2	<p>Finden Sie, dass der Prozess der AB-Schreibung insgesamt zu lange dauert? Ja</p>

Auswertung des Interviews zur Qualität der Arztbriefschreibung

Anzahl Prozessausführungen: 10 Mal pro Woche

Anzahl Aktivitäten im Prozess (die der/die Interviewte ausführt): 10

Anzahl identifizierter Funktionen des Informationssystems (KIS): 5

Tabelle 13: Auswertung der Befragung zur Qualität des Prozesses der Arztbriefschreibung

Frage Nr.	Charakteristik / Attribut	Antwort	Maßzahl	Bewertung	Kommentare
Fragen zur Zufriedenheit der Akteure und Attraktivität des Prozesses					
B1.3	Attractiveness (Activity) / Attractiveness	Ich führe keine Aktivität gerne aus. (Alles ist gleich unliebsam, ich diktiere den Brief lieber als dass ich ihn selber schreibe, da es schneller geht)	Number of activities which are considered as attractive by the actors; Total number of activities	0/10	
B1.4	Actor Satisfaction (Activity) / Work felt to be challenging	Ich finde die Aktivität diktieren (digital) mit Spracherkennung herausfordernd. Es gibt keine Aktivitäten, die ich langweilig finde.	Number of activities which felt to be challenging; Total number of activities	-	Diese Aktivität gibt es im Modell nicht. Bei der Aktivität diktieren (digital) wird nur die Stimme aufgenommen und die Sekretärin muss den AB dennoch abtippen.
B1.6	Actor Satisfaction (Activity) / Problems of the actors	Ja, ich fühle mich bei allen Aktivitäten kontrolliert durch den OA oder den CA. Ich finde die Kontrolle gut, denn die Kontrolle ist notwendig.	Number of activities which are performed in control; Total number of activities	-	Wenn der Akteur die Kontrolle gut findet, ist es kein Problem. → Wenn es jemand nicht gut finden würde, wäre ein Problem identifiziert.

Allgemeine Fragen zum KIS					Zur aktiven Zeit des Befragten gab es noch kein KIS zur AB Schreibung.
B2.2	Attractiveness (Ressource) / Ergonomics of resources	Generell ist KIS gewöhnungsbedürftig. Es ist nicht einfach zu bedienen. Die Funktionen sind generell schwer zugänglich (sehr viel Schulungsbedarf).	Number of functionality which is hard to reach; Total number of functionality	5/5	
B2.3	Resource Utilization (Ressource) / Adequate resource usage	Ja, bei "AB schreiben". Es gibt eine Trennung zwischen der Briefschreibung in Word und dem KIS. D.h. es gibt keine Schnittstelle. Daten in Word können nicht in KIS verwendet werden. Daten müssen daher von einem Brief in den anderen kopiert werden.	Number of cases in which a resource is used inadequately; Number of cases in which a resource is used	-	Das Attribut bzw. die Maßzahl passt hier nicht zur Frage. Daher ist keine korrekte Auswertung möglich.
B2.4	Suitability (Activity) / Activity Significance Understandability (Activity) / Understandable Purpose	k.A.	Number of unnecessary activities; Total number of activities. Number of activities where the purpose is understood by the actor; Total number of activities	-	

Fragen zur Bearbeitbarkeit des AB					
B3.3	Operability (Information Object) / Ease of manipulation	Nein, es kommt nicht vor, dass sich der AB schwer bearbeiten lässt. Ich erkenne auch keinen Unterschied zwischen digitalem und Papierbrief.	Number of information objects which are easy to manipulate, Total number of information objects.	10/10	Die Antwort hier nicht auf die Typen von Informationsobjekte beziehen, sondern in Bezug zu den 10 AB.
	Time behavior (Activity) / Processing/Transport time efficiency		Number of objects with complex handling; Total number of objects.	0/10	
Fragen zum Transport der Objekte					
B3.4	Time behavior (Activity) / Transport time efficiency	Es gibt 2 Möglichkeiten den AB zu transportieren, entweder digital durch das Statusnetz über das Netzwerk oder in Papierform in einer Unterschriftenmappe, die in das Fach der entsprechenden Zielperson kommt. Ich schätze den Transport in Papierform als ungeeignet ein, da der Brief dabei verloren gehen kann, damit Zeitverzögerung verbunden ist und die Gefahr besteht den Brief in das falsche Fach einzuordnen.	Number of inappropriate means/routes of transportation; Total number of means/routes of transportation	1/2	
	Time behavior (Activity) /	Ja, es kann vorkommen,	Number of unnecessarily	<<1/10	

	Transport time efficiency Suitability (Information Object) / Relevancy	dass ich einen AB bekomme, den ich gar nicht bearbeite (das ist sowohl bei analogen als auch beim digitalen AB möglich). Es ist auch möglich, dass ich eine Patientenakte bekomme, die ich nicht bearbeite. Das kommt sehr selten vor (im Prozentbereich).	transported objects; Total number of transported objects. Number of information objects which are not relevant; Total number of information objects.	<<1/10	
Fragen zur Erreichbarkeit/Verfügbarkeit der Objekte					
B3.5	Interoperability (Resource) / Freedom of collision	Ja, während der Korrektur des AB. Konflikte sind sehr häufig bei der Papierform, seltener beim digitalen AB. Generell kann das überall da auftreten wo eine Schnittstelle zu anderen Personen ist.	Number of collisions of resources; Total number of resources which are used concurrently.	1/1	
B3.6	Availability (Information Object) / Data object availability	Nein. Sind immer verfügbar.	Number of data objects which are capable to be available for a specific period of time; Total number of data objects	0/10	
B3.7	Availability (Information Object) / Data object availability	k.A.	Number of information objects which are not available in due time; Total number of information objects	-	

Fragen zu Fehlern der Aktivitäten				
B4.1	Maturity (Activity) / Error density	<p>Ja, beim AB selbst schreiben, AB diktieren und AB selbst korrigieren (digital).</p> <p>Fehler bei AB schreiben/diktieren: überschriebener Bereich im Brief (1 FpW, fällt sofort auf), falschen Bereich in den Brief kopiert (1 FpW, fällt sofort auf), veralteter Befund in den Brief kopiert (1 FpW, fällt sofort auf), vergessen zu speichern (<1FpW, fällt sofort auf), falsches Tonband weitergeleitet (<1FpW, fällt Sekretärin auf), AB (Tonband) an falsche Sekretärin weitergeleitet (<1FpW, fällt Sekretärin auf).</p> <p>Fehler bei AB korrigieren: Alter AB geöffnet (1 FpW, fällt sofort auf).</p>	Number of error per day, week, month, year	<p>AB schreiben: 4 Fehler/1Woche</p> <p>AB diktieren: 6 Fehler/1Woche</p> <p>AB korrigieren: 1 Fehler/1Woche</p> <p>Superaktivitäten: AB erstellen: 10 Fehler/1Woche</p> <p>AB korrigieren und unterschreiben: 1 Fehler/1Woche</p>
B4.2	Safety (Activity) / Safety problems	Ja, bei Medienbrüchen kommt es dazu, dass Informationen verloren gehen oder verfälscht werden (z.B. Zahlendreher)	Number of media disruptions within an activity; Activity size	k.A.

		<p>AB diktieren: falsche Informationen, fehlende Informationen.</p> <p>AB korrigieren: bei der Korrektur nicht das Problem, weil ich direkt auf die Informationen zugreifen kann (System oder Papier).</p>			
B4.3	Maturity (Activity) / Callbacks	<p>Ja, bei unvollständigen Infos. Das Problem tritt eher beim Schreiben des AB auf, weniger beim Korrigieren</p>	<p>Number of Callbacks; Time unit</p>	<p>2/1 Woche</p>	
Fragen zu Fehlern vom KIS					
B4.4	Learnability (Resource) / Correct execution	<p>Bei KIS macht man dauernd Bedienungsfehler, wegen der Komplexität des Systems. Man verliert sich oft im System, man drückt oft die falschen Knöpfe, man macht Fehler in der Navigation, weil die Menüführung nicht einheitlich ist.</p> <p>AB diktieren: 2 Fehler pro Woche, AB schreiben: 3 Fehler pro Woche, AB korrigieren: 1 Fehler pro Woche, Ab ausdrucken, AB</p>	<p>Number of functions that the actor executes correctly; Total number of activities</p>	<p>3/5</p>	

		weiterleiten: 0 Fehler pro Woche			
B4.5	Resource Utilization (Activity) / Limited (computing) resources	Nein.	Number of cases in which a resource is not available; Number of cases in which a resource is required	0/10	
B4.6	Maturity (Activity) / Error density	AB diktieren: Diktat geht verloren, System hängt sich auf (2 Fehler pro Monat). AB schreiben (selbst): Briefvorlage geht nicht auf, Vorlage kann nicht richtig gefüllt werden (1 Fehler pro Monat).	Number of error per day, week, month, year	AB diktieren: 2/1 Woche AB schreiben: 1/1 Woche	
Fragen zu Fehlern im Arztbrief					
B4.7	Currentness (Information Object) / Up-to-dateness	Ja, das fällt mir entweder selbst beim Schreiben oder durch die Korrektur vom OA auf.	Number of information objects which are of the right age; Total number of information objects	9,5/10	
B4.8	Compliance (Information Object) / Conformity	Ja, es gibt Vorgaben bzgl. der Struktur und ggf. der Länge. Manchmal sind auch Textbausteine für den Inhalt vorgegeben. Es kommt sehr selten, eigentlich gar nicht vor, dass der AB nicht konform ist.	Number of output information objects that do not conform to objectives for length, content and structure; Total number of output information objects	0/10	

Erklärung

Hiermit versichere ich, Alexander Kappe, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und erlaubten Hilfsmittel verwendet habe.

Heidelberg, den 04.04.2011