



Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Institut für Operations Research (IOR)
Diskrete Optimierung und Logistik
Prof. Dr. Stefan Nickel

Bachelorarbeit

**„Modellierung klinischer Prozesse unter Berücksichtigung von
Operations Research- Methoden am Beispiel der
Akutversorgung des Schlaganfalls“**

von

Dennis Johne
Matr.Nr.: 1393077
Wirtschaftsingenieurwesen

Datum der Abgabe:
21.03.2011

Betreuung:
Dr. Jürgen Schöchlin

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	III
1 Zusammenfassung	1
2 Einleitung	2
2.1 Fremdmotivation	2
2.1.1 Gesetzliche Veränderungen	2
2.1.2 Gesellschaftliche Veränderungen	3
2.2 Eigenmotivation	4
3 Geschäftsprozessmanagement	6
3.1 Grundlagen	6
3.1.1 Konzept und Ziel	6
3.1.2 Einteilung von Geschäftsprozessen	9
3.1.3 Geschäftsprozessmanagement und Informationstechnologie	11
3.1.4 Prozessmodellierung	11
3.2 Klinische Prozesse	17
3.2.1 Einteilung	17
3.2.2 Steuerungsprozesse und unterstützende Prozesse	19
3.2.3 Behandlungsprozesse	21
3.3 Klinisches Business Process Management	25
3.3.1 Einleitung	25
3.3.2 Organisatorische Umsetzung	26

3.3.3	Technologische Umsetzung	29
4	Operations Research	34
4.1	OR-Problemstellungen	34
4.1.1	Kapazitätsplanung	35
4.1.2	Terminplanung	36
4.1.3	Dienstplanerstellung	39
4.2	Operations Research-Methoden	41
4.2.1	Exakte Lösungsverfahren	41
4.2.2	Heuristiken	42
4.2.3	Warteschlangentheorie	44
4.2.4	Simulation	45
5	Praxisbeispiel - Schlaganfallbehandlung im Städtischen Klinikum Karlsruhe	49
5.1	Krankheitsbild Schlaganfall	49
5.2	Schlaganfallbehandlung im Städtischen Klinikum Karlsruhe	51
5.2.1	Städtischen Klinikum Karlsruhe	51
5.2.2	Klinische Behandlung im Überblick	52
5.2.3	Zentrale Notaufnahme (ZNA)	53
5.2.4	Stroke Unit	56
5.3	Potentiale für Geschäftsprozessmanagement und Operations Research-Methoden	65
5.3.1	Geschäftsprozessmanagement	65
5.3.2	OR-Methoden	70
6	Fazit	75
A	Anhang	VII
	Literaturverzeichnis	XXI

Abkürzungsverzeichnis

BPEL	Business Process Execution Language
BPM	Business Process Management
BPMN	Business Process Management Notation
CM(I)	Case Mix (Index)
DES	Discrete Event Simulation
DIN	Deutsches Institut für Industrienormen
DRG	Diagnosis Related Group
EFQM	European Foundation for Quality Management
EPK	Ereignisgesteuerte Prozessketten
GP	Geschäftsprozess
GPM	Geschäftsprozessmanagement
IuK	Informations und Kommunikationstechnologie
KIS	Krankenhausinformationssystem
KTQ	Kooperation für Transparenz und Qualität im Gesundheitswesen
LCC	Lombardi Clinic Centre
MDK	Medizinischer Dienst der Krankenversicherung
OR	Operations Research
PDCA	Plan Do Check Act
QM	Qualitätsmanagement
RD	Rettungsdienst
SD	System Dynamics
SKK	Städtisches Klinikum Karlsruhe

SU Stroke Unit
TIA Transitorische Ischämische Attacke
UML Unified Modeling Language
ZIBID Zentralinstitut für bildgebende Diagnostik
ZNA Zentrale Notaufnahme

Abbildungsverzeichnis

2.1	Vorgehensweise Bachelorarbeit	5
3.1	GP-Lebenszyklus - eigene Darstellung, vereinfacht nach [65], [30]	8
3.2	Ebenen des Geschäftsprozessmanagements (eigene Darstellung)	10
3.3	Vergleich USE-CASE und Aktivitätsdiagramm (eigene Darstellung)	13
3.4	Petrinetze: Notation und Modellierung von Bedingungen	14
3.5	S/T-Netz eines Dienstreiseantragsprozesses (eigene Darstellung)	15
3.6	Vergleich EPK-BPMN (nach [37])	16
3.7	Vergleich Ishikawadiagramm und Ablaufdiagramm	18
3.8	Darstellung der Sensitivität und Spezifität einer Diagnose	22
3.9	Klassische Klinikorganisation nach [76]	27
3.10	Prozessorientierte Klinikorganisation nach [76]	28
4.1	Lösungsverfahren (nach [77])	44
5.1	Übersicht Schlaganfallbehandlung (eigene Darstellung)	53
5.2	USE-Case Diagramm Informationsschnittstellen Zentrale Notaufnahme (eigene Darstellung)	56
5.3	Übersicht Untersuchungs- & Transportanmeldung (eigene Darstellung)	61
5.4	USE-Case Diagramm Informationsschnittstellen Stroke Unit (eigene Dar- stellung)	63
5.5	Prozessorientierte Schlaganfallbehandlung (eigene Darstellung)	65
5.6	Übersicht Engpässe im Behandlunssprozess (eigene Darstellung)	70

5.7	Patientenfluss Schlaganfall (eigene Darstellung)	71
A.1	Patientenfluss Zentrale Notaufnahme (eigene Darstellung)	XVII
A.2	Patientenfluss Weg zur Stroke Unit/Intensivstation (eigene Darstellung) .	XVII
A.3	Übersicht aller im Prozess verwendeter Dokumente (eigene Darstellung) .	XVIII
A.4	Monitoring Übersichtsblatt	XIX
A.5	Whiteboard zur Übersicht über Aufnahmen und Entlassungen über den Wochenverlauf	XIX
A.6	Stecktafel zur Übersicht über Bettenbelegung	XX

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere hiermit wahrheitsgemäß, die Arbeit selbstständig angefertigt, alle benutzten Hilfsmittel vollständig und genau angegeben und alles kenntlich gemacht zu haben, was aus Arbeiten anderer unverändert oder mit Abänderung entnommen wurde.

(Dennis Johne)

Karlsruhe, 21.03.2011

1 Zusammenfassung

Um dem steigenden Kostendruck durch gesetzliche und gesellschaftliche Veränderungen zu begegnen, bedarf es einer Betrachtung der krankenhausinternen Prozesse bezüglich ihrer Effizienz. Engpässe und Redundanzen im Behandlungsablauf, die zu einer Verlängerung des stationären Aufenthaltes führen, müssen vermieden werden um eine zügige Behandlung und Entlassung des Patienten zu ermöglichen.

Dies erfordert einerseits einen gut organisierten und kontrollierten Ablauf im Krankenhaus und andererseits eine optimale Nutzung aller im Behandlungsverlauf in Anspruch genommenen Ressourcen, wie beispielsweise Untersuchungsgeräte, Materialien sowie Informationen.

Anhand der Akutversorgung von Schlaganfallpatienten im Städtischen Klinikum Karlsruhe wird in dieser Arbeit gezeigt, wie mit Methoden des Geschäftsprozessmanagements (GPM) der klinische Pfad des Patienten durch das Krankenhaus durchgängig unterstützt werden kann und wie die Abläufe und auftretenden logistischen Planungsaufgaben mit Methoden aus dem Operations Research (OR) optimiert werden können. Ein besonderes Interesse liegt dabei auf den Aspekten, in denen sich GPM und OR- Methoden gegenseitig ergänzen, wie beispielsweise der frühzeitigen automatische Anstoßung der Terminplanung auf einzelnen Untersuchungsstationen um das Auftreten spontaner Untersuchungsanmeldungen zu reduzieren.

2 Einleitung

2.1 Fremdmotivation

Das Gesundheitswesen in Deutschland ist in den letzten Jahren von tief greifenden Veränderungen geprägt worden. Alle Beteiligten, insbesondere die Krankenhäuser, sind von diesem Wandel betroffen und müssen ihre bisherigen Strategien und ihr Handeln grundlegend überdenken

Der Wandel wird sowohl durch gesetzliche als auch durch gesellschaftliche Veränderungen vorangetrieben.

2.1.1 Gesetzliche Veränderungen

Die gesetzlichen Veränderungen umfassen das „Gesetz zur Sicherung und Strukturverbesserung der gesetzlichen Krankenversicherung“ (Gesundheitsstrukturgesetzes) 1993, das „Gesetzes zur Stärkung der Solidarität in den gesetzlichen Krankenversicherungen“ 1999, das „Gesetz zur Reform der gesetzlichen Krankenkassen“ (GKVRefG) 2000 sowie das „Fallpauschalengesetz“ (FPG) 2003 [20], [25], [69]. Für Krankenhäuser bedeutete dies strengere Budgetauflagen und eine Anpassung der Behandlungstätigkeiten an eine leistungsgerechte, pauschalisierte Vergütung. Daher ist eine hohe Leistungs- und Kostentransparenz in den Kliniken wichtig. Es ist notwendig, dass die Kliniken erkennen, an welchen Stellen während einer Diagnose und Therapie Kosten entstehen. Wurden früher noch pauschalisierte Pflegesätze pro Behandlungstag gezahlt, wird heute je nach Krankheitsbild ein festgesetzter Betrag gezahlt, mit dem die Klinik die gesamten Kos-

ten der Behandlung einschließlich der so genannten Hotelkosten decken und einen Ertrag erwirtschaften muss [6]. Ein zusätzlicher Behandlungstag erzeugt mittlerweile keine zusätzlichen Erlöse mehr, sondern verringert den Ertrag der DRG-Pauschale und stellt für das Krankenhaus zu vermeidende Kosten dar. Die relevante Zielgröße ist nicht länger die reine Auslastung der Betten, sondern die Anzahl der behandelten Patienten je Bett pro Jahr [59]. Daher ist eine Verkürzung der Behandlungsdauer auf das notwendige Minimum zu beobachten [6], [74]. Um dabei jedoch einen Qualitätsverlust der Diagnose und Therapie zu vermeiden („Blutige Entlassung“), erscheint es sinnvoll notwendige Behandlungsschritte und -abfolgen einer Behandlung innerhalb eines Krankenhauses festzulegen und zu dokumentieren [60]. Neben einer optimalen medizinischer Versorgung steht dabei der effiziente Ressourceneinsatz im Hinblick auf Kosteneinsparungen im Mittelpunkt der Klinikleitung. Bestand bisher vor allem das Ziel in der Versorgung der Patienten, wird nun das Verständnis des Dienstleisters, der in Konkurrenz mit Mitbewerbern seine Dienste anbietet, immer wichtiger. Eine hohe Leistungs- und Kostentransparenz ist notwendig, um sowohl die medizinische Versorgung als auch die kostenintensiven Ressourceneinsätze im Krankenhaus eindeutig bewerten und daraufhin optimieren zu können [74], [59]. Des Weiteren wurden vom Gesetzgeber schrittweise die Anforderungen an die Qualität der Behandlungen erhöht, sodass seit 2005 regelmäßig Qualitätsberichte von den Krankenhäusern veröffentlicht werden müssen. Zudem werden durch den Medizinischen Dienst der Krankenversicherung (MDK) regelmäßig Qualitätsprüfungen in den Krankenhäusern durchgeführt [20], wesshalb die Einführung eines systematischen Qualitätsmanagements in den Krankenhäusern notwendig ist.

2.1.2 Gesellschaftliche Veränderungen

Neben den gesetzlichen Rahmenbedingungen beeinflussen des Weiteren Veränderungen in der Gesellschaft die Entwicklung des Gesundheitswesens. Zum einen führt der demographische Wandel zu einer Veränderung der Krankheitsbilder mit der Folge von Multimorbidität wodurch die Behandlungskosten in Zukunft weiter ansteigen werden. Zum anderen wandelt sich die Einstellung der Patienten vom „ratsuchenden Bittsteller“ zu

einem anspruchsvollen Kunden, der Leistungen vergleichen möchte und Servicequalität beansprucht, wodurch eine stärkere Fokussierung der Krankenhäuser auf Transparenz und Kundenzufriedenheit notwendig wird [6].

Um die Kosten langfristig zu senken, die Behandlungsqualität weiter zu verbessern und zudem die Zufriedenheit der Patienten zu steigern, bedarf es einer umfassenden Neugestaltung des klinischen Alltags. Diese wird sowohl das Krankenhausmanagement beeinflussen, als auch ganz konkret die internen Abläufe und die Zusammenarbeit einzelner Abteilungen miteinander [6].

2.2 Eigenmotivation

Die genannten Veränderungen im Gesundheitswesen sind der Ausgangspunkt für diese Arbeit, in der zwei Methoden vorgestellt werden, mit denen auf den Wandel und den dadurch entstehenden Herausforderungen reagiert werden kann und die teilweise auch schon eingesetzt werden.

Um dem Wandel zu begegnen werden immer wieder unterschiedliche Konzepte aus anderen Branchen im Gesundheitswesen angewendet und an die Besonderheiten angepasst. Zwei dieser Konzepte sind das Geschäftsprozessmanagement und Methoden aus dem Operations Research, die im Folgenden näher betrachtet werden.

Das Ziel dieser Arbeit ist es Ansätze und Potentiale aufzuzeigen, an denen Methoden und Techniken aus dem Geschäftsprozessmanagement (GPM) und Operations Research (OR) sich gegenseitig ergänzen. Die Betrachtung findet entlang des klinischen Pfades der Schlaganfallbehandlung im Städtischen Klinikum Karlsruhe statt.

Ziele

1. Ansatzpotentiale für GPM- Methoden aufzeigen
2. Einsatzmöglichkeiten für OR- Methoden darlegen
3. Verbindende Aspekte zwischen GPM und OR herausarbeiten

Das Vorgehen zur Erstellung der Arbeit wird in Abbildung 2.1 dargestellt. In dieser Arbeit werden Problemstellungen, Methoden und Modelle aus den drei Themenbereichen Gesundheitswesen, Management-/ IT und Operations Research betrachtet und eingebunden.

Im weiteren Verlauf der Arbeit werden in Kapitel 3 die allgemeinen Grundlagen zum Geschäftsprozessmanagement sowie die Anwendung im Krankenhaus erläutert, in Kapitel 4 werden Problemstellungen und Lösungsmethoden für logistische Fragestellungen im Krankenhaus erläutert. In Kapitel 5 werden die Einsatzpotentiale und bisherigen Umsetzungen der genannten Konzepte an dem Schlaganfallprozess untersucht und Möglichkeiten aufgezeigt, wie sich GPM und OR gegenseitig ergänzen können.

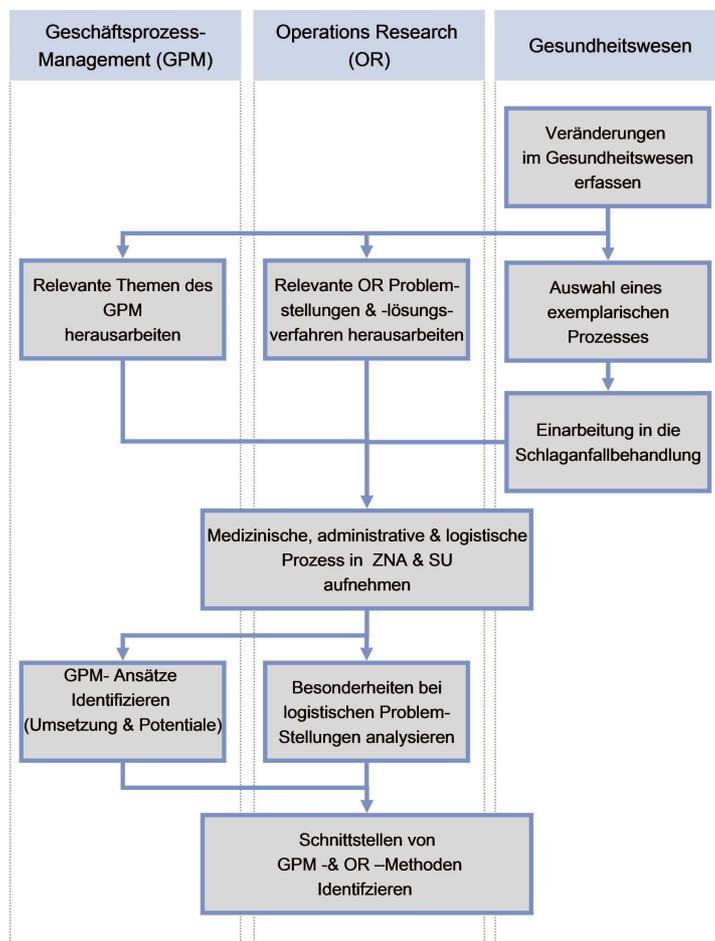


Abbildung 2.1: Vorgehensweise Bachelorarbeit

3 Geschäftsprozessmanagement

3.1 Grundlagen

3.1.1 Konzept und Ziel

Geschäftsprozessmanagement (GPM) oder auch Business Process Management (BPM) ist ein Managementkonzept, welches auf Basis von Geschäftsprozessen ein Unternehmen prozessorientiert leitet. Hauptziel ist es „durch Optimierung der Geschäftsprozesse die Effektivität und Effizienz des Unternehmens zu erhöhen und den Unternehmenswert nachhaltig zu steigern. Nachhaltig bedeutet, die Ziele zu erreichen und langfristig aufrechtzuerhalten“ [65]. Um die Effektivität und Effizienz des Managements messen zu können, werden die zwei zentrale Faktoren „Geschäftsstrategie“ und „Kundenbedürfnisse“ herangezogen und das Geschäftsprozessmanagement daran ausgerichtet. Die Geschäftsstrategie enthält hierbei die langfristigen Ziele und Visionen des Unternehmens. Kundenbedürfnisse umfassen sowohl die Anforderungen der Endkunden, aber auch aller weiteren Stakeholder, beispielsweise Mitarbeiter oder Lieferanten, die an dem Geschäftsprozess beteiligt sind [65].

Das Management von Geschäftsprozessen lässt sich in vier Phasen aufteilen [65]:

1. Prozessführung
2. Prozessorganisation
3. Prozesscontrolling
4. Prozessoptimierung

Dabei gehört zu den Aufgaben der Prozessführung die Festlegung und Kommunikation der Geschäftsprozessziele, die sich aus der Unternehmensstrategie und den Kundenbedürfnissen ableiten.

In einem weiteren Schritt, der Prozessorganisation, werden die Geschäftsprozesse festgelegt und in das Unternehmen integriert. Hierzu zählen die Dokumentation der Prozesse, sowie die Festlegung von Rollen, Verantwortlichkeiten und Befugnissen entlang des Prozesses.

Sind die Prozesse definiert, müssen diese kontinuierlich überprüft werden. Hierbei ist eine klare Zielsetzung und Leistungstransparenz notwendig um die Zielerreichung messen und kontrollieren zu können. Prozesskennzahlen, beispielsweise Durchlauf- und Bearbeitungszeiten, die Ressourcenauslastungen oder Wartezeiten, spielen hierbei eine wichtige Rolle.

Zuletzt schließt sich noch die Phase der Prozessoptimierung an, in welcher Verbesserungspotentiale aufgedeckt und umgesetzt werden um die Effektivität und Effizienz der Geschäftsprozesse zu erhöhen [65].

Eine interessante Variante dieser 4-Phasen wurde von Scheer entwickelt. Er definiert in seinem Modell ebenfalls vier sehr ähnliche Phasen, stellt diese jedoch als Kreislauf dar, der ständig neu durchlaufen wird [30]. Dies hebt den Aspekt der kontinuierlichen Verbesserung deutlich hervor, welcher dem Konzept zu Grunde liegt. Verbindet man die Darstellung von [65] und [30] kann man den Kreislauf vereinfacht wie folgt in Abbildung 3.1 darstellen:

PDCA-Zyklus Der Abbildung 3.1 liegt der PDCA-Zyklus von Deming zu Grunde, auf dem das Konzept der ständigen Verbesserung basiert. Seinen Ursprung hat das Modell in der Qualitätssicherung und dem Werk von Walter A. Shewhardt [68]. Der PDCA-Zyklus besteht aus den vier Phasen **P**lan, **D**o, **C**heck und **A**ct welche nacheinander durchlaufen werden, um Schwachstellen von Geschäftsprozessen systematisch zu identifizieren und zu optimieren [15], [11]. Die Inhalte der einzelnen Phasen sind [11], [57]:

- Plan: Prozesse werden neu geplant und Aktivitäten definiert. Oder es werden Ver-

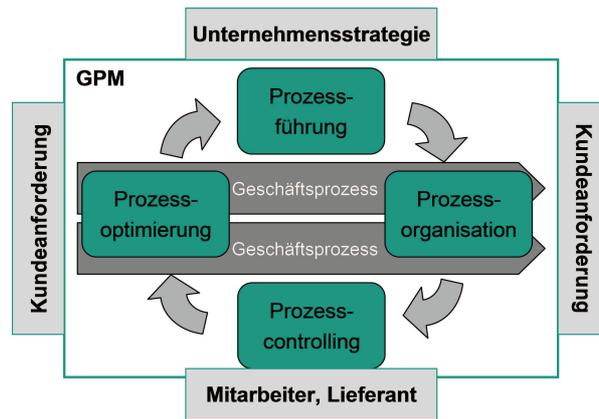


Abbildung 3.1: GP-Lebenszyklus - eigene Darstellung, vereinfacht nach [65], [30]

besserungsmaßnahmen für Probleme bei bestehenden Prozessen erarbeitet.

- Do: Der Prozess beziehungsweise die Verbesserungsmaßnahmen werden testweise eingeführt und die Anwendung dokumentiert.
- Check: Die Wirkung der Maßnahmen wird anhand von zuvor definierten Kennzahlen und Indikatoren kontrolliert und bewertet. Hier können Methoden des Operations Research eingesetzt werden um die gewonnen Daten zu analysieren.
- Act: Es werden notwendige Anpassungen und Änderungen definiert, die sich aus durchgeführten Analyse ergeben haben. Dieser Schritt dient auch als Basis für einen erneuten Durchlauf des Zyklus.

Grundsätzlich besteht eine enge Beziehung zwischen vielen Managementkonzepten und -methoden wie beispielsweise dem Lean Management, dem Product- Lifecycle- Management und dem strategischen Management, sowie dem Geschäftsprozessmanagement, da diese Konzepte und Methoden dem GMP-Ansatz zu Grunde liegen. Sie stellen jedoch keine vollständige Alternative zum Geschäftsprozessmanagement dar. Der Unterschied liegt in dem ganzheitlichen Ansatz des Geschäftsprozessmanagements, der durch die strategie- und kundenorientierte Ausrichtung der Geschäftsprozesse erreicht wird und in anderen Ansätzen nicht enthalten ist [65]. Nach [29] setzt sich das Geschäftsprozessmanagement aus den Elementen „Geschäftsmanagement“, „Qualitätsmanagement“ und

„Informationstechnologie“ zusammen. Diese drei Elemente haben sich in der Vergangenheit eigenständig entwickelt und daher jeweils ein eigenes Verständnis von Prozessen entwickelt, welche im Geschäftsprozessmanagement zusammengeführt werden.

Um ein einheitliches Verständnis entwickeln zu können, ist zu Beginn eine klare Definition der verwendeten Begriffe notwendig. Diese werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

3.1.2 Einteilung von Geschäftsprozessen

Im Zusammenhang mit dem Geschäftsprozessmanagement ist ein eindeutiges Verständnis der Begriffe Geschäftsprozess, Prozess und Workflow sowie Steuerungs-, Kerngeschäfts- und Unterstützende Prozesse notwendig. Prinzipiell ist der Geschäftsprozess der übergeordnete Begriff den man anhand von zwei Kriterien weiter untergliedern kann. Zum einen nach dem Detaillierungsgrad der Prozessbeschreibung und zum anderen nach der Nähe zum Kerngeschäft [22], [66].

Die Unterteilung nach dem **Detaillierungsgrad** enthält die drei Ebenen Geschäftsprozess, Prozess und Elementarer Teilprozess.

Geschäftsprozess Der Geschäftsprozess beschreibt zeitlich-logische Abfolgen von Tätigkeiten die arbeitsteilig durchgeführt werden [22]. Er besteht aus Aktivitäten die funktions- und organisationsübergreifend eine Wertschöpfung erzielen, wodurch Kundenwünsche und Unternehmensziele erfüllt werden. Ein Geschäftsprozess startet somit mit einem Bedürfnis oder einer Anforderung eines Kunden und endet mit der Bereitstellung der Leistung zur Befriedigung dieses Bedürfnisses. Die Zufriedenstellung von Kundenbedürfnissen steht somit im Zentrum von Geschäftsprozessen [65].

Prozess Ein Prozess ist ein Element eines Geschäftsprozesses, der einen Abschnitt im Gesamtablauf beschreibt. Jeder Prozess ist durch einen Input und einen Output definiert, wobei der Detaillierungsgrad der Beschreibung nicht festgelegt ist [65].

In der dritten Detaillierungsebene der „elementaren Teilprozesse“, werden nun konkrete