



ulm university universität
uulm

Universität Ulm | 89069 Ulm | Germany

**Fakultät für
Ingenieurwissenschaften
und Informatik**
Institut für Datenbanken und
Informationssysteme

Business Process Intelligence Aktueller Stand und neue innovative An- sätze zur intelligenten Prozessanalyse

Masterarbeit an der Universität Ulm

Vorgelegt von:

Johannes Schobel
johannes.schobel@uni-ulm.de

Gutachter:

Prof. Dr. Manfred Reichert
Prof. Dr. Bela Mutschler

Betreuer:

Jens Kolb

2011

Fassung 18. Oktober 2011

© 2011 Johannes Schobel

Kurzfassung

Eine kontinuierliche Analyse und die anschließende Optimierung von existierenden Geschäftsprozessen wird für Unternehmen in der heutigen Zeit immer wichtiger. Gerade in Bezug auf immer kürzer werdende Entwicklungszyklen, Kosteneinsparungen und höhere Service- oder Produktqualität. Dazu müssen die IT-Systeme des Unternehmens die Daten, welche während dem Betrieb anfallen, miteinander kommunizieren. Diese können anschließend durch ein Business Process Intelligence-System integriert, aufbereitet und verarbeitet werden. Somit lassen sich bereits während der Ausführung die Prozesse analysieren, Kennzahlen zur Leistungsmessung berechnen und mögliche Probleme entdecken. Durch die Heterogenität der unterschiedlichen Systeme in der IT-Landschaft des Unternehmens und den zugehörigen Daten, ergeben sich, vor allem im Bereich der Datenintegration, zahlreiche Herausforderungen, die gelöst werden müssen, um den gewünschten Mehrwert für das Unternehmen zu schaffen.

Die vorliegende Arbeit bietet eine Definition für den Begriff der Business Process Intelligence, und stellt eine grundlegende Methodik beim Einsatz solcher Systeme vor. Anschließend wird diese Methodik auf eine Architektur für BPI-Systeme heruntergebrochen. Im weiteren Verlauf der Arbeit werden die verschiedenen Architekturebenen detaillierter herausgearbeitet, sowie Aufgaben und Kernfunktionalitäten dieser Ebenen näher beschrieben und diskutiert. Der Fokus liegt dabei auf der Ebene der Datenintegration. Hier identifiziert die Arbeit verschiedene Probleme und Schwierigkeiten, die hinsichtlich der Datenintegration von verschiedenen Quellsystemen im Unternehmen auftreten können. Weiter wird ein allgemeines Vorgehen zur Integration entwickelt und vorgestellt, sowie Checklisten mit wichtigen Fragestellungen zur Datenintegration bereitgestellt, welche erneut auf Probleme hinweisen sollen. In den weiteren Kapiteln dieser Arbeit werden verschiedene Funktionen

zur Datenverarbeitung und -analyse beschrieben. Diese sollen es ermöglichen, den Anwender solcher Systeme hinsichtlich der intelligenten Analyse von Prozessdaten im laufenden Betrieb zu unterstützen. Zudem werden verschiedene Möglichkeiten zur Visualisierung der berechneten und analysierten Prozessinformationen vorgestellt. Außerdem sollen in fortgeschrittene Visualisierungskonzepte – die Bildung von unterschiedlichen Sichten auf Prozessgraphen – eingeführt und durch verschiedene Anwendungsfälle motiviert werden.

Nach der Beschreibung der Methodik, Architektur und Funktionalität von BPI-Systemen sollen anschließend in einem praxisorientierten Kapitel bereits aktuelle BPI-Systeme klassifiziert werden. Weiter werden zwei Software-Hersteller und ihre Systeme gegenübergestellt, mögliche Gemeinsamkeiten und Unterschiede diskutiert. Zudem wird ein Fragebogen zum Thema Business Process Intelligence präsentiert, sowie wichtige Fragestellungen, Aussagen und Erkenntnisse aus diesem vorgestellt, interpretiert und diskutiert.

Abgeschlossen wird diese Arbeit mit einer Zusammenfassung der erarbeiteten Aspekte und einem Ausblick auf interessante und neuen Themengebiete im Bereich der Business Process Intelligence.

Danksagung

Meinem Taufpaten *Wolfgang Schneider* für meinen ersten Computer, die Vorbildfunktion als Informatiker, das Zeigen, dass man mit einem Computer mehr als nur spielen kann, und das frühe Wecken meiner Interessen an der Informatik.

Herrn *Herby Tessadri* für die vielen Jahre, die ich bei der crossbase mediasolution GmbH mitarbeiten durfte und so unheimlich viel lernen konnte.

Besonderer Dank gilt Herrn *Prof. Dr. Manfred Reichert*, sowie allen *Mitarbeitern des Instituts für Datenbanken und Informationssysteme (DBIS)* der Universität Ulm für die tatkräftige Unterstützung, angenehme Arbeitsumgebung und das freundliche Aufnehmen im Institut. Besonders hervorheben möchte ich zudem Herrn *Jens Kolb*, der mich sowohl während der Anfertigung dieser Masterarbeit, als auch beim Kooperationsprojekt der Universität Ulm und der Accenture AG betreut hat und mich mit innovativen Ideen und interessanten Vorschlägen unterstützt hat.

Meinen *Freunden* in Ulm für die schöne Studienzeit, die unzähligen gemütlichen Abende und die interessanten Gespräche.

Abschließend möchte ich meinen Eltern, *Birgit und Günter Schobel*, danken, die mir meine bisherige Ausbildung und das Studium, welches ich nun mit dieser Arbeit abschließe, ermöglicht haben.

Danksagung

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	iii
Danksagung	v
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Von Prozessen zur Business Process Intelligence	2
1.3 Ziele der Arbeit	4
1.4 Aufbau der Arbeit	5
2 Grundlagen und Definitionen	9
2.1 Business Process Intelligence	10
2.2 Abgrenzungen	14
2.2.1 Business Intelligence	14
2.2.2 Performance Management	15
2.3 Zusammenfassung	16
3 BPI-Methodik und Systemarchitektur	19
3.1 Methodik zur Einführung und Verwendung von BPI	20
3.1.1 Datenstruktur erstellen & fortlaufender Datenimport	20
3.1.2 Verarbeitung	22
3.1.3 Visualisierung	22
3.1.4 Analyse & Monitoring	22
3.1.5 Process Control	23
3.1.6 Zusammenfassung	23

vii

3.2	BPI-Systemarchitektur zur Unterstützung der BPI-Methodik	24
3.2.1	Integration der Daten	25
3.2.2	Analyse und Verarbeitung der Daten	27
3.2.3	Visualisierung der Daten	28
3.3	Fokus der Arbeit	29
3.4	Zusammenfassung	29
4	Datenintegration	31
4.1	Arten von Quellsystemen	32
4.2	Arten von Daten	33
4.2.1	Eventbasierte Daten	33
4.2.2	Transaktionale Daten	38
4.2.3	Zusammenfassung	39
4.3	Methoden zur Datenextraktion	39
4.3.1	Datenextraktion mit der Push-Methode	40
4.3.2	Datenextraktion mit der einmaliges Pull-Methode	41
4.3.3	Datenextraktion mit der inkrementellen Pull-Methode	42
4.3.4	Zusammenfassung	42
4.4	Vorgehen bei der Datenintegration	43
4.5	Probleme und Herausforderungen	45
4.5.1	Source Data Class der Quellsysteme anheben	45
4.5.2	Zusammenführen fallbezogener Daten über Systemgrenzen	46
4.5.3	Datenstruktur und Granularität der Daten	47
4.5.4	Parallelität erkennen	48
4.5.5	Unvollständige Daten zu Prozessausführungen	49
4.6	Checklisten zur Datenintegration	50
4.7	Zusammenfassung	52
5	Datenverarbeitung	55
5.1	Key Performance Indicators (KPIs)	55
5.2	Data Mining	57
5.3	Process Discovery & Conformance Checking	58
5.4	Reporting	61

5.5	Alerting	61
5.6	Process Control	62
5.7	Weitere Funktionen	63
5.8	Zusammenfassung	63
6	Datenvisualisierung	65
6.1	Dashboards	66
6.2	Graphbezogene Visualisierung	67
6.2.1	Prozessgraphen	67
6.2.2	Social Network-Graphen	69
6.2.3	Netzpläne & GANTT-Diagramme	70
6.2.4	Simulation	71
6.3	Zusammenfassung	73
7	Fortgeschrittene Visualisierungskonzepte	75
7.1	Prozess-Sichten	76
7.2	Anwendungsfälle	77
7.2.1	Anwendungsfall 1: Personenbezogene Sichten	77
7.2.2	Anwendungsfall 2: Quellsystembezogene Sichten	79
7.2.3	Anwendungsfall 3: Anzeigen von KPIs im Prozessgraphen	80
7.2.4	Anwendungsfall 4: Datenbezogene Sichten	81
7.2.5	Anwendungsfall 5: Zusammenfassen von Datenelementen	82
7.2.6	Anwendungsfall 6: Darstellung der ausgeführten Pfade	82
7.2.7	Anwendungsfall 7: Ausblenden von maschinellen Aktivitäten	83
7.2.8	Anwendungsfall 8: Sichten über Unternehmensgrenzen hinweg	83
7.2.9	Anwendungsfall 9: Verlauf & anstehende Aktivitäten	84
7.2.10	Zusammenfassung	85
7.3	Ansätze zur Sichtenbildung	85
7.3.1	Proviado	85
7.3.2	Business Process Illustrator	88
7.4	Zusammenfassung	91
8	Aktuelle Marktsituation von BPI-Systemen	93

Inhaltsverzeichnis

8.1	Klassifikation aktueller Systeme	95
8.2	Hersteller und deren Systeme	97
8.2.1	Software AG (früher IDS Scheer)	97
8.2.2	Futura Process Intelligence	98
8.2.3	Zusammenfassung	99
8.3	Herstellersicht zu Business Process Intelligence	100
8.3.1	Auszug aus dem Fragebogen	101
8.3.2	Interpretation der Ergebnisse des Fragebogens	103
8.4	Zusammenfassung	106
9	Zusammenfassung & Ausblick	107
9.1	Erarbeitete Aspekte	107
9.2	Aktueller Stand und offene Punkte	110
9.3	Ausblick	111
9.4	Persönliche Einschätzung	112
A	Anhang	115
A.1	BPI-Architektur	115
A.2	Fragebogen	118
A.2.1	Fragebogen	118
A.2.2	Auswertung des Fragebogens	121
	Abbildungsverzeichnis	127
	Tabellenverzeichnis	129
	Literaturverzeichnis	131

1

Einleitung

Langfristig ist man nur erfolgreich, wenn
man weiß, warum man erfolgreich ist.

Prof. Dr. Rupert Lay

1.1 Motivation

Unternehmen werden in unserer heutigen, schnelllebigen Zeit immer mehr gezwungen, kostengünstig und effizient zu produzieren, schneller auf neue Marktgegebenheiten und Kundenwünsche zu reagieren, oder die Entwicklungszyklen zu verringern. Deswegen streben immer mehr Unternehmen danach, ihre bereits etablierten Geschäftsprozesse konti-

Der Einsatz von Business Process Intelligence, sowie die dadurch angestrebten Ziele, kann aus verschiedenen Gründen motiviert werden. Einige wichtige Anwendungsfälle werden nachfolgend diskutiert (siehe [BHK⁺10]).

- **Anwendungsfall 1: Prozesstransparenz und -visualisierung:** Da einzelne Aktivitäten des Geschäftsprozesses auf verschiedenen Quellsystemen im Unternehmen ausgeführt werden, ist eine Gesamtsicht auf den Geschäftsprozess oft nicht möglich. BPI-Systeme können hier eingesetzt werden, um die anfallenden Ausführungsinformationen des Prozesses in den entsprechenden Informationssystemen zu sammeln, aufzubereiten und Zusammenhänge zwischen Daten, Quellsystemen und weiteren Ressourcen aufzuzeigen. Durch eine anschließende Visualisierung der Prozessausführung schaffen diese Systeme eine höhere Transparenz im Unternehmen. Das dadurch gewonnene Wissen kann nachträglich zu Dokumentationszwecken oder Weiterbildung der Prozessverantwortlichen und Prozessmitarbeiter verwendet werden.
- **Anwendungsfall 2: Prozessmonitoring:** Das kontinuierliche Auslesen und Auswerten der Daten, die in den unterschiedlichen Quellsystemen während der effektiven Prozessausführung anfallen, ermöglicht es, betriebliche Kennzahlen in Echtzeit zu berechnen und zu visualisieren. Dafür stehen verschiedene Diagrammart (z.B. Linien-, Balken- oder Kreisdiagramme) zur Verfügung, die den zuständigen Prozessverantwortlichen und -mitarbeitern in Dashboards zur übersichtlicheren Darstellung kombiniert und dargestellt werden.
- **Anwendungsfall 3: Prozessoptimierung:** Durch den Einsatz von Business Process Intelligence-Systeme können die betrieblichen Kennzahlen eines Prozesses definiert und berechnet werden. Durch diese unternehmensspezifischen Kennzahlen ist es möglich, Prozessverantwortlichen Vorschläge zur Verbesserung des Geschäftsprozesses zu unterbreiten. Diese Optimierungsvorschläge können durch Simulationen getestet und anschließend in die operativen Quellsysteme des Prozesses eingespielt werden.
- **Anwendungsfall 4: Prozess Konformität:** Existieren bereits Prozessmodelle, die den Soll-Prozess spezifizieren, ist es möglich, diese mit dem tatsächlich ausgeführten Prozessen zu vergleichen. Durch diesen Abgleich lassen sich Abweichungen im

Prozessgraphen – und somit häufig potentielle Optimierungsbereiche – sichtbar machen.

- **Anwendungsfall 5: Intelligente Analysen:** Im Bereich der Business Process Intelligence spielt der vorausschauende Aspekt eine sehr zentrale Rolle, deshalb wird versucht, Prognosen für zukünftige, eventuell auftretende Ereignisse zu treffen. Sei es nun beispielsweise über bevorstehende Engpässe in der Materialbeschaffung, verbesserte Betriebsergebnisse durch vorgeschlagene Optimierungen oder zukünftige Marktentwicklungen. Entscheidungsträger können somit flexibler reagieren, um diese potentiellen Probleme vorzubeugen.
- **Anwendungsfall 6: Audit und Compliance:** Unter Compliance versteht man die Überwachung und Einhaltung von externen und internen Normen, Regeln und Richtlinien, die von der Unternehmensführung oder öffentlichen Einrichtungen vorgeschrieben werden.

1.3 Ziele der Arbeit

Mit der vorliegenden Arbeit werden verschiedene Ziele verfolgt. Zum einen wird dem Leser ein grundlegendes Verständnis für den Begriff der Business Process Intelligence, sowie der verschiedenen Ebenen dieser und die thematische Einordnung vermittelt. Da die Definition teilweise sehr ähnlich mit anderen verwandten Wissenszweigen ist, soll die Abgrenzung zu diesen zusätzlich geklärt werden. Durch die Begriffsdefinition soll es ermöglicht werden, das Potential eines solchen BPI-Systems in Hinblick auf Geschäftsprozessdokumentation, -überwachung und -optimierung zu verdeutlichen.

Weiter wird im Zuge dieser Arbeit die Methodik zur Integration und Betrieb eines BPI-Systems in einem Unternehmen erarbeitet. Anhand dieser wird anschließend eine Architektur vorgestellt, die die einzelnen Schritte der Methodik aufgreift und sinnvoll auf Schichten der Systemarchitektur umsetzt. Darüber hinaus wird die generelle Funktionsweise eines BPI-Systems in den einzelnen Architekturschichten erklärt.

Als zusätzliches Ziel kann die Herausarbeitung eines generell gültigen Ansatzes zur Datenintegration genannt werden, da sich diese Phase als besonders kritisch und problemman-

fällig erweist. Dazu wird eine Checkliste erarbeitet, die wichtige Probleme beim Schritt der Datenintegration adressiert und aufzeigt.

Abschließendes Ziel ist es, dem Leser dieser Arbeit das neue Themengebiet und Potential der Business Process Intelligence aus Sicht der Software-Hersteller näher zu bringen. Dazu werden zwei verschiedene Hersteller gegenübergestellt. Zudem wird ein Fragebogen zum Thema Business Process Intelligence vorgestellt, und interessante Aspekte und Ergebnisse daraus besprochen.

1.4 Aufbau der Arbeit

Der Aufbau dieser Arbeit ist wie folgt gegliedert (siehe auch Abbildung 1.2):

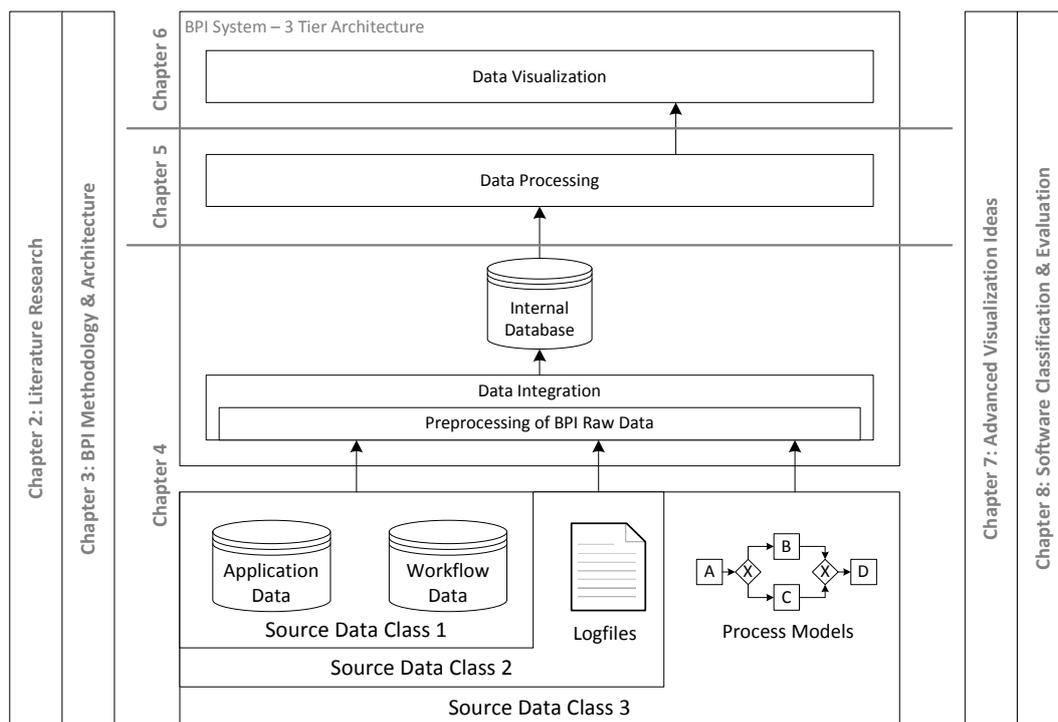


Abbildung 1.2: Aufbau dieser Arbeit

Kapitel 2 stellt Definitionen zur Verfügung, die für das weitere Verständnis der Arbeit von Bedeutung sind. Dabei wird in den Begriff der Business Process Intelligence eingeführt. Zudem werden Definitionen anderer ähnlicher Technologien und Methoden aufgeführt um sowohl Analogien als auch Unterschiede dieser herauszuarbeiten. Dabei wird versucht, den Begriff der Business Process Intelligence von anderen Bereichen abzugrenzen.

Im Kapitel 3 wird die Methodik eines BPI-Systems erarbeitet, die die Grundlage für die anschließend vorgestellte Systemarchitektur bildet.

Das Kapitel 4 widmet sich verschiedener Aspekten der Integration der Daten. Dazu wird erst eine Klassifikation der verschiedenen Typen an Quellsystemen diskutiert, daraufhin werden die zugehörigen Daten aus diesen Systemen in zwei Gruppen eingeteilt. Nachdem verschiedene Extraktionsmethoden der Daten aus den Quellsystemen gegenübergestellt wurden, wird eine allgemeingültige Vorgehensweise zur Datenintegration diskutiert. Zudem erfolgt eine kritische Auseinandersetzung mit Problemen und Herausforderungen in dieser Phase. Abgeschlossen wird dieses Kapitel mit einer Checkliste, die die wichtigsten Fragestellungen im Bereich der Datenintegration aufarbeitet und zusammenfasst.

Im Anschluss daran werden in Kapitel 5 Kernfunktionalitäten eines BPI-Systems zur Verarbeitung der gesammelten Daten vorgestellt. Da dies nicht der Kern der Arbeit bildet, wird hier nur ein Überblick geboten.

Abschnitt 6 widmet sich der grafischen Repräsentation der Daten und stellt dazu einige Visualisierungsformen, sowie grafische Notationen vor, während Kapitel 7 sich mit fortgeschrittenen Visualisierungskonzepten zur Bildung von personalisierten Sichten auf Prozessgraphen beschäftigt.

Nachdem sich die bis dahin abgehandelten Kapitel mit der theoretischen und wissenschaftlichen Sicht befassen, wird im Kapitel 8 die Praxis beleuchtet. Aus diesem Grund wird eine einfache Einordnung von Systemen, die bereits entsprechend im Bereich der Business Process Intelligence platziert sind, vorgestellt. Nach dieser Klassifikation werden zwei Hersteller gegenübergestellt und die verschiedenen Einsatzszenarien ihrer Systeme besprochen. Abgeschlossen wird dieses Kapitel mit einem Fragebogen an die Hersteller und der anschließenden Interpretation ausgewählter Aspekte daraus.

Das Abschlusskapitel 9 fasst die Arbeit sowie die daraus gewonnenen Erkenntnisse zusammen und gibt einen Ausblick auf weitere noch offene Fragenstellungen in diesem Bereich. Zudem soll aufgezeigt werden, was aus Sicht der Wissenschaft und Forschung bereits möglich wäre, und welche dieser Methoden und Technologien schon in derzeit marktreifen BPI-Systemen implementiert wird. Die Arbeit soll mit einer persönlichen Einschätzung über den weiteren Verlauf dieses Hype-Themas abgeschlossen werden.

2

Grundlagen und Definitionen

Kapitel 2 führt elementare Definitionen ein, die für das weitere Verständnis der Arbeit wichtig sind. Dadurch soll ein einheitliches Begriffsverständnis geschaffen werden. Weiter wird auf den Begriff der Business Intelligence eingegangen, diesen von der Business Process Intelligence abgetrennt und Mängel an solchen Anwendungen aufgezeigt und diskutiert werden. Ebenso soll der Themenbereich des Performance Managements kurz angeschnitten und besprochen werden. Zusammenfassend zeigt eine Tabelle die wichtigsten Unterschiede und Gemeinsamkeiten der einzelnen hier aufgeführten Definitionen, Begriffen und Ansätze.

2.1 Business Process Intelligence

Nachfolgend soll die Definition für den *Begriff Business Process Intelligence* eingeführt werden und anschließend verfeinert werden.

Definition 1 (Business Process Intelligence). *Business Process Intelligence (BPI) ermöglicht es einem Unternehmen, bestehende Geschäftsprozesse in Echtzeit zu analysieren und optimieren. BPI stellt dafür Konzepte, Methoden und Werkzeuge zur Datenintegration, Datenanalyse und Datenvisualisierung von Business- und Prozess-Informationen über verschiedene Quellsysteme zur Verfügung. Die realen Informationen der operativen Prozesse müssen dazu in einer intelligenten Art und Weise aufbereitet werden, um betriebliche Entscheidungen genau zu beurteilen, zu vereinfachen und zu beschleunigen.*

In dieser Definition werden die Kernaspekte von Business Process Intelligence herausgearbeitet. Dabei wird besonders darauf geachtet, das gesamte Unternehmen zu berücksichtigen, es sollen somit alle am Prozess beteiligten Personen eingebunden werden. Eine weitere Kernaussage wird im Bereich der Echtzeitanalyse getroffen. Die Daten sollen schon während der Laufzeit eines Geschäftsprozesses, also der Prozessausführung, analysiert und verarbeitet werden. Um dies zu ermöglichen, existieren Methoden zur Datenextraktion (siehe Kapitel 4.3), um die benötigten Daten aus den Quellsystemen in das BPI-System zu importieren. Aufgrund dieser Daten werden anschließend Leistungskennzahlen (KPIs) und Metriken (siehe Kapitel 5.1) berechnet. Der Fokus der Optimierungen liegt dabei in der Zukunft – Prozessbeteiligte sollen prospektiv, also schon im Voraus – über mögliche Probleme informiert werden. Die Visualisierung erfolgt dabei über personenbezogene Dashboards (siehe Kapitel 6.1), die mit individuellen Leistungskennzahlen angereichert werden. Business Process Intelligence kann nun – je nach Zielsetzung oder Zielgruppe – in drei weitere Ebenen, die strategische, taktische und operative Ebene, unterteilt werden. Diese unterscheiden sich in der Granularität der Daten, Darstellungsform, Informationsdichte und den involvierten Personengruppen. Die weiteren Definitionen siedeln sich in den unterschiedlichen Personalebene und deren Fragestellungen im Unternehmen an.

Definition 2 (Strategic BPI). *Das Strategic BPI unterstützt das Management eines Unternehmens durch einfach verständliche und grobgranulare Key Performance Indicators*

(KPIs) des gesamten Unternehmens auf übersichtlichen Dashboards. Folgende Fragestellungen werden dabei aufgegriffen:

- Erreichen wir die von uns gesetzten Ziele?
- Wo befinden wir uns, relativ zu unserem Ziel gesehen?
- Was läuft gut? Was nicht?

Definition 3 (Tactical BPI). *Das Tactical BPI bietet Prozessverantwortlichen intelligente Analysen, die die Leistung und Qualität eines Prozesses bewerten. Dabei müssen detaillierte Informationen zum Geschäftsprozess dargestellt und aufbereitet werden. Für den Prozessverantwortlichen werden folgende Fragestellungen adressiert:*

- Wo können wir eingreifen, um den Prozess zu optimieren?
- Zeigen unsere Maßnahmen die gewünschte Wirkung?
- Welche zusätzlichen Änderungen müssen wir durchführen?

Definition 4 (Operational BPI). *Das Operationale BPI assistiert Prozessbeteiligten durch zusätzliches Wissen über die einzelnen konkreten Ausführungen eines Prozesses, an denen diese mitarbeiten. Beantwortet instanzabhängige Fragen, zum laufenden Prozess, wie:*

- Wie ist der aktuelle Stand der Prozessausführung?
- Was läuft nicht optimal? Welche Maßnahmen sollten ergriffen werden?
- Was sind die nächsten Schritte im Prozess?

Wie anhand der eben vorgestellten Definitionen zu sehen ist, werden alle Personalebene durch Business Process Intelligence bedient und eingebunden – angefangen vom Prozessmitarbeiter, bis hin zur Unternehmensleitung. Lediglich die Granularität der bereitgestellten Informationen unterscheidet sich. Dem Management werden aggregierte Informationen über die komplette Prozesslandschaft des Unternehmens dargestellt, während die Prozessverantwortlichen mehr Einblick in ihre zu verwaltenden Geschäftsprozesse bekommen. Den einzelnen Mitarbeitern, welche den konkreten Prozess direkt ausführen und bearbeiten, bekommen fallbezogene Daten präsentiert und kontextabhängige Aktionen angeboten. Ziel muss es sein, diese unterschiedlichen Interessen aus einem einzigen Datenspeicher, der aus sämtlichen IT-Systemen im Unternehmen befüllt wird, zu bedienen.

Die Abbildung 2.1 soll den eben erklärten Zusammenhang zwischen den einzelnen Ebenen der Business Process Intelligence verdeutlichen.

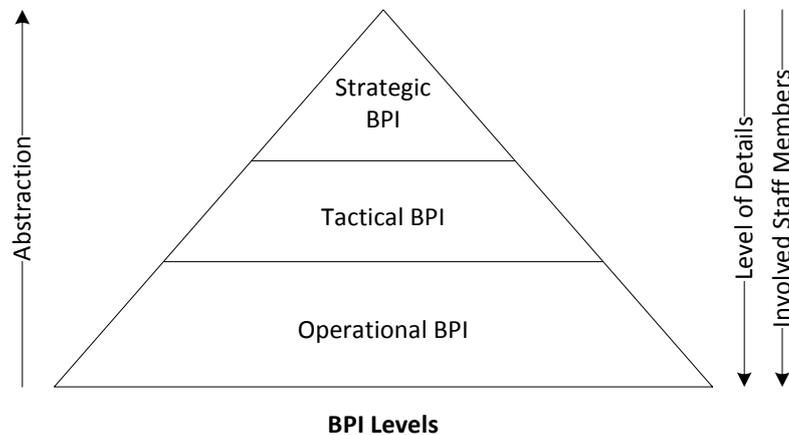


Abbildung 2.1: Unterschiedliche Ebenen von BPI

Auch [BHK⁺10] zeichnet ein recht ähnliches Bild von Business Process Intelligence. Er beschreibt diese als ein unternehmensumfassendes System durch „*everyone involved in a process – including process engineers, managers, operations folks and technical staff*“. Zusätzlich wird besonders Wert auf Daten von „*both historic and real-time results available across your enterprise and even your suppliers and customers*“ gelegt.

In [LFC11] werden weitere Definitionen zum Themenbereich Business Process Intelligence aufgeführt. Unter anderem wird dabei von Business Process Intelligence als eine „*application of business intelligence to business processes to improve different aspects*“, und als „*set of integrated tools that supports business and IT users in managing process execution quality*“ gesprochen. Weiter wird versucht, wichtige Charakteristiken herauszuarbeiten und zu klassifizieren. In dieser Arbeit sollen dabei einige dieser Eigenschaften herausgegriffen werden, und mit [LFC11] kontrovers diskutiert werden.

[LFC11] beschreibt, dass der **Focus** in BPI-Systemen derzeit im Bereich der Prozessmodellierung und -überarbeitung liegt, nicht jedoch in der Steuerung der Prozesse. Die im späteren Verlauf dieser Arbeit entwickelte und vorgestellte Methodik (siehe Kapitel 3.1) umfasst zusätzlich diesen hier fehlenden Bereich des *Process Control* (siehe Kapitel 3.1.5).

Sie erweitert also das derzeitige Verständnis und die momentan genutzte Funktionalität von BPI-Systemen.

Zudem wird weiter aufgeführt, dass derzeitige Systeme häufig nur das strategische und taktische **Management Level** eines Unternehmens betrachten, nicht jedoch die operative Ebene. Da die bereits kennengelernten Definitionen 2-4 jedoch alle Personalebenen eines Unternehmens beschreiben, müssen auch diese, derzeit nicht berücksichtigten Personengruppen, eingebunden werden. Der aktuell gesetzte Schwerpunkt kommt einem Business Intelligence-System gleich und nutzt das mögliche Spektrum nicht vollständig aus. Gleichzeitig wird unter der Charakteristik **Range of Users** aufgeführt, dass derzeit nur wenige Personen im Unternehmen aktiv mit einem BPI-System arbeiten. Diese Erkenntnis lässt sich allerdings leicht mit der bisherigen Einschränkung des Management Levels begründen. Wenn Business Process Intelligence Einzug in alle Unternehmensebenen hält, werden auch automatisch mehr Personen eingebunden.

Abschließend soll auf die Charakteristik der **Time Relevance** eingegangen werden, welche beschreibt, wie die Betrachtungsweise der gesammelten Daten ist. [LFC11] gibt an, diese wäre historisch und nicht wie in Definition 1 real-time. Dies könnte wieder auf die Verwendung in der taktischen und strategischen Unternehmensebene zurückzuführen sein. Häufig werden, gerade in diesen Bereichen, die Unternehmens- und Geschäftsprozessinformationen in einer aggregierten historischen Form betrachtet. Werden Mitarbeiter in der operativen Ebene durch ein solches BPI-System unterstützt, müssen Daten bereits zur Laufzeit verarbeitet und analysiert werden können, um mögliche Probleme frühzeitig zu erkennen. Der Aspekt der zeitlichen Relevanz der Daten würde sich somit automatisch, zumindest für bestimmte Personengruppen, mehr in real-time verschieben.

In diesem Kapitel wurde eine mögliche Definition für den Begriff Business Process Intelligence vorgestellt, der anschließend in weitere Ebenen, abhängig von den jeweiligen Zielgruppen, verfeinert wurde. Zudem wurden Versuche anderer Autoren, diesen Begriff zu definieren, aufgegriffen und diskutiert.

2.2 Abgrenzungen

Im Folgenden sollen zu Business Process Intelligence verwandte Themengebiete benannt und deren Definitionen aufgegriffen werden, um ein zusätzliches Verständnis für die Grenze zwischen den einzelnen Bereichen zu schaffen. Zuerst wird in Kapitel 2.2.1 der Begriff der Business Intelligence erläutert, während anschließend in Kapitel 2.2.2 verschiedene Definitionen unter dem Begriff Performance Management zusammengefasst werden.

2.2.1 Business Intelligence

Der Begriff *Business Intelligence* lässt sich auf die Gartner Group zurückführen. Dieser wurde 1996 erstmals erwähnt, und in [AAS04] als „*Data Analysis, reporting, and query tools can help business users wade through a sea of data to synthesize valuable information from it – today these tools collectively fall into a category called 'Business Intelligence'*“ beschrieben. Für die weitere Verwendung des Begriffs der Business Intelligence wird die folgende Definition verwendet.

Definition 5 (Business Intelligence). *Business Intelligence (BI) ist ein integrierter, unternehmensspezifischer, IT-basierter Gesamtansatz zur betrieblichen Managementunterstützung [KB06].*

BI-Systeme versuchen, Entscheidungen aufgrund von vorliegenden Fakten (beispielsweise erhöhte Rücklaufzeit, wenn Produkte von Lieferant X verbaut wurden) aus bereits vergangenen Ereignissen zu treffen. Allerdings konnte der angekündigte Mehrwert für Unternehmen nicht immer erreicht werden, was, laut [MN08], zu einer sinkenden Akzeptanz der Systeme führte. Nachfolgend werden einige Gründe aufgeführt, welche maßgeblich dafür verantwortlich sind, dass sich der Trend weg von der Business Intelligence und hin zur Business Process Intelligence bewegt (nach [MN08]):

- **Fehlender Prozessgedanke:** In Geschäftsprozessen, bei denen mehrere Abteilungen involviert sind (beispielsweise ein Bestellprozess mit den involvierten Abteilungen Bestellwesen, Lager, Rechnung) treten häufig Brüche bei den verwendeten Systemen auf. Durch die fehlende Prozessorientierung von traditionellen BI-Systemen und dem

Blick auf Abteilungen können solche Zusammenhänge nicht erkannt werden – der Blick für den Gesamtprozess geht dabei verloren.

- **Rückwirkende Betrachtung:** Der Fokus bei BI-Systemen liegt auf der Diagnose und Analyse von bereits abgeschlossenen Prozessausführungen. Vorausschauende Methoden zum frühzeitigen Entdecken und Vermeiden von Fehlern sind nicht integriert.
- **Fehlende Rückkopplung:** Mit BI-Systemen ist es zwar möglich, Entscheidungen im Geschäftsalltag zu unterstützen, allerdings fehlt die Rückkopplung für die getroffenen Maßnahmen. Business Intelligence erlaubt es nicht, aktiv in den Unternehmensablauf einzugreifen und diese Änderungen direkt durchzuführen.
- **Werkzeugbasierter Ansatz:** Die meisten BI-Systeme sind als eine Sammlung von proprietären Funktionen realisiert. Einige agieren komplett isoliert von anderen Komponenten des Systems. Das führt zu Problemen beim Datenaustausch zwischen diesen, was einen ganzheitlichen Unternehmensansatz erschwert und hemmt.

Mit Business Process Intelligence wurde versucht, diese eben erwähnten Mängel, welche im Laufe der Zeit identifiziert werden konnten, zu beseitigen. Dabei wurden die bereits existierenden Business Intelligence-Konzepte, -Komponenten und -Methoden (wie in [Ran09] beschrieben) mit den Geschäftsprozessen verbunden.

2.2.2 Performance Management

Unter dem Oberbegriff *Performance Management* werden weitere Begriffe, wie beispielsweise *Business Activity Monitoring* (BAM), *Process Performance Management* (PPM) oder *Corporate Performance Management* (CPM) zusammengefasst. Meist werden diese Begriffe in der Praxis und Unternehmen auch synonym verwendet, was eine eindeutige Abgrenzung auch im wissenschaftlichen Bereich erschwert. Exemplarisch soll nun der Begriff *Process Performance Management* herausgegriffen und definiert werden.

Definition 6 (Process Performance Management). *Process Performance Management (PPM) schließt den Kreis zwischen Process Design und Business Intelligence, indem ein Vergleich zwischen dem definierten Soll-Prozess und dem ausgeführten Ist-Prozess ermöglicht wird, um Potential für Prozessverbesserungen zu identifizieren (nach [MWK04]).*

Meist werden bei PPM-Systemen bereits einige Aspekte der Business Process Intelligence berücksichtigt. So steht beispielsweise bei [Hes05] die Echtzeit-Sicht auf die Daten für die konkrete Prozessausführung stark im Vordergrund, während [KK99] hingegen, zusätzlich zum strategischen und taktischen Personal, die Prozessbeteiligten der operationale Ebene eines Unternehmens mit einbezieht und mit dem System bedient.

Ungeachtet der Gemeinsamkeiten der Begriffe, die hier in der Kategorie Performance Management zusammengefasst wurden, gibt es auch Unterschiede zwischen diesen. So wird beispielsweise BAM mehr eine einzelne Komponente zur Überwachung von aktuell laufenden Prozessausführungen gesehen, während CPM zusätzlich Methoden und Werkzeuge zur Leistungskennzahlenberechnung und deren Überwachung definiert.

2.3 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde der Begriff der Business Process Intelligence eingeführt und definiert. Dabei wurde eine Beschreibung unterschiedlicher Fragestellungen, die in den einzelnen Unternehmensebenen anfallen, vorgestellt. Zudem wurden weitere Ausführungen aufgeführt und Abweichungen zu der eigentlichen Definition aufgezeigt und erläutert.

Weiter wurden verwandten Themengebieten, die Business Intelligence und das Performance Management, vorgestellt und versucht, eine Abgrenzung dieser Begriffe zu schaffen. Im Zuge dessen wurde allerdings klar, dass diese Bezeichnungen in der Praxis oftmals synonym verwendet werden. Das liegt zum einen am Missverständnis der Anwender dieser Systeme, zum anderen aber auch am Fehlen einer eindeutigen Abgrenzung im wissenschaftlichen Bereich. Unter anderem werden für die genannten Begriff auch Methoden und Konzepte, analytische Prozesse, Werkzeuge sowie Optimierungsansätze verstanden.

Tabelle 2.1 zeigt wichtige Unterschiede und Gemeinsamkeiten der verschiedenen Begriffe, bevor im folgenden Kapitel eine Methodik für BPI-Systeme eingeführt wird.

Kategorie	BPI	BI	PM
Fokus	Zukunft & Gegenwart → real-time	Vergangenheit	Gegenwart (& nahe Zukunft)
Extraktion	Kontinuierlich	Periodisch	Tendenziell kontinuierlich
Daten	Unstrukturiert & strukturiert	Unstrukturiert	Unstrukturiert – strukturiert
Ausrichtung	Prospektiv	Reaktiv	Prospektiv
Maße	KPIs, Metriken	Metriken	KPIs
Analysen	Trends & Erwartungen	Trends	Trends & Erwartungen
Darstellung	umfangreiche Visualisierungsmöglichkeiten	Diagramme	personalisierte Dashboards
Ebenen	Strategisch, Taktisch, Operational	Strategisch, Taktisch	Strategisch, Taktisch (, Operational)
Personen	sämtliche Prozessbeteiligte	Analysten	Analysten bis Prozessbeteiligte
Bereiche	gesamtes Unternehmen	einzelne Abteilungen	gesamtes Unternehmen

Tabelle 2.1: Gegenüberstellung der Begriffe BPI, BI und PM

3

BPI-Methodik und Systemarchitektur

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Methodik zur Einführung und Verwendung von BPI im Unternehmen. Diese wird benötigt, um das Vorgehen zu erklären und die einzelnen Phasen der Methodik funktional abzugrenzen. Aufgrund dieser erarbeiteten und vorgestellten Methodik wird anschließend eine allgemeingültige Architektur eines BPI-Systems und deren Eigenschaften, sowie grundlegende Aufgaben und Funktionsweisen der einzelnen Architektur-Schichten erklärt. Abschließend wird, bevor dieses Kapitels zusammengefasst wird, der Fokus für die weitere Arbeit festgelegt.

3.1 Methodik zur Einführung und Verwendung von BPI

Anhand der vorgestellten Definition zu Business Process Intelligence (Definition 1, Kapitel 2.1) wird nun in diesem Abschnitt eine entsprechende Methodik für Business Process Intelligence entwickelt.

Abbildung 3.1 zeigt den schematischen Aufbau der in dieser vorliegenden Arbeit entworfenen Methodik, die der Business Process Intelligence zugrunde liegt. Im ersten Schritt *Create Data Structure* (siehe Kapitel 3.1.1) wird die initiale Datenstruktur für die weitere Verwendung angelegt. Das ist notwendig, um eine einheitliche Ausgangsform der Daten zu schaffen, sowie die Kennzahlen für die spätere Verarbeitung der Daten zu definieren. Basierend auf dieser eben angelegten Datenstruktur, werden nun kontinuierlich Daten importiert (*Continuous Data Import*). Abhängig vom Anwendungszweck kann dies in Echtzeit oder in periodischen Abständen geschehen. Im nächsten Schritt (*Process*), werden die importierten Daten verarbeitet (siehe Kapitel 3.1.2). Dazu werden Leistungskennzahlen von Prozessen aufgrund der definierten Formeln berechnet, zugrundeliegende Prozessgraphen durch Process Mining-Algorithmen generiert oder weitere Analysen ausgeführt. Anschließend werden die berechneten Ergebnisse im *Visualize*-Schritt, je nach Person und benötigter Informationsdichte, dargestellt (siehe Kapitel 3.1.3). Die aufbereiteten Daten werden nun von Mitarbeitern im *Monitor & Analyze*-Schritt analysiert und der aktuelle Stand der Prozessausführung überwacht (siehe Kapitel 3.1.4). Auch hier unterstützt Business Process Intelligence den Mitarbeiter, indem beispielsweise Abweichungen bei Prozessausführungen aufgezeigt werden. Abschließend wird im *Process Control*-Schritt (siehe Kapitel 3.1.5) steuernd in den Geschäftsprozess eingegriffen, um herausgearbeitete Optimierungen durchzuführen.

3.1.1 Datenstruktur erstellen & fortlaufender Datenimport

Im ersten Schritt bei der Einführung von Business Process Intelligence in ein Unternehmen, werden die vorhandenen Daten der verschiedenen Quellsysteme (beispielsweise ERP, CRM) analysiert und für die weitere Verwendung der Business Process Intelligence strukturiert. Zudem werden die für die Betrachtung und Analyse der Geschäftsprozesse

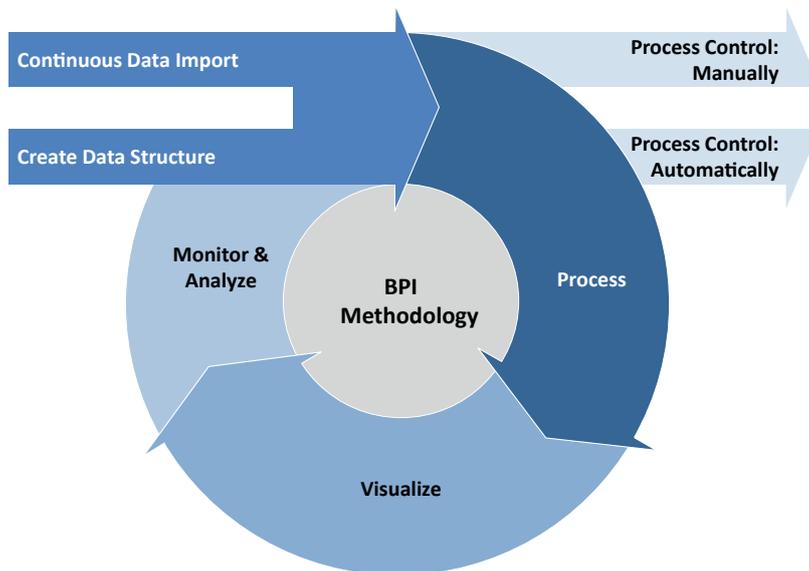


Abbildung 3.1: Methodik der Business Process Intelligence

benötigten Daten (siehe Kapitel 4.2) erfasst. Aufgrund dieser Informationen wird die Datenstruktur erstellt, welche für die Verwendung herangezogen wird. Diese einheitliche Struktur wird benötigt, da viele Quellsysteme unterschiedlicher Software-Hersteller mit ihren eigenen Daten und Strukturen angebunden werden müssen. Somit können sämtliche Daten in dieser einheitlichen Struktur des BPI-Systems zusammengefasst werden. Dies hat den zusätzlichen positiven Nebeneffekt, dass in diesem Zuge sogleich eine Definition der Kennzahlen durchgeführt werden kann, da die benötigten Daten und die Quellsysteme, die diese bereitstellen, bereits festgelegt wurden und vorliegen. Durch verschiedene Methoden zur Datenextraktion (siehe Kapitel 4.3) können nun auf die Daten der unterschiedlichen Quellsysteme im Unternehmen zugegriffen werden, um die Informationen in der eigenen Datenbank zur weiteren Verarbeitung zu speichern. Die Daten der Prozessausführungen befinden sich nun in der Business Process Intelligence-Methodik. Wichtig für diese ist der kontinuierliche Datenimport aus den verschiedenen Quellsystemen. Nur dadurch ist es möglich, eine Überwachung der Daten in Echtzeit und eine stetige Verbesserung der betrachteten Geschäftsprozesse zu gewährleisten.

3.1.2 Verarbeitung

Nachdem die Daten aus den verschiedenen Quellsystemen importiert wurden, werden diese in einem nächsten Schritt aufbereitet und anschließend mittels verschiedener Algorithmen analysiert und verarbeitet. Business Process Intelligence bietet hierbei eine Fülle von Funktionalitäten an (siehe Kapitel 5), um den Anwender bestmöglich zu unterstützen. In dieser Phase werden beispielsweise Key Performance Indicators (KPIs) berechnet, Prozess- oder Social Network-Modelle durch verschiedene Mining-Algorithmen generiert oder Prozessausführungen auf interne und externe Regelverletzungen untersucht.

3.1.3 Visualisierung

Die berechneten und verarbeiteten Informationen werden nun durch unterschiedliche Visualisierungskomponenten (siehe Kapitel 6) der Business Process Intelligence-Methodik grafisch aufbereitet und dargestellt. Wie bereits im Kapitel 2.1 in den Definitionen 2-4 ausgeführt wurde, müssen für die verschiedenen Personengruppen im Unternehmen unterschiedliche Darstellungsformen und Informationsdichten bereitgestellt werden. Ziel dieses Methoden-Schritts ist es, den Personen die richtigen Daten in ausreichender Qualität übersichtlich bereitzustellen.

3.1.4 Analyse & Monitoring

Aufgrund der berechneten Kennzahlen und erstellten Grafiken aus den vorherigen Schritten der Methodik der Business Process Intelligence, beginnt in diesem Schritt die eigentliche Analyse der Prozesse. Es werden automatisch Problemzonen im Geschäftsablauf identifiziert, Benchmarks durch den Vergleich von Ist- mit Soll-Werten durchgeführt und mögliche Trendverläufe der einzelnen Geschäftsprozesse sowie des gesamten Unternehmens dargestellt. Eine weitere Kernaufgabe dieses Schritts ist das kontinuierliche Monitoring (Überwachung) der durch den Continuous Data Import-Schritt laufend neu eingespielten Informationen von Prozessausführungen. Somit ist es möglich, schneller auf Fehler und Probleme, die unter Umständen erst im späteren Verlauf der Ausführung auftreten, zu reagieren und

die zuständigen Prozessmitarbeiter oder -verantwortlichen über verschiedene Kommunikationskanäle, wie E-Mail, SMS oder Desktopbenachrichtigungen, zu informieren. Zudem werden in dieser Phase mögliche Optimierungen für den aktuellen Geschäftsprozess vorgeschlagen.

3.1.5 Process Control

Durch die Process Control-Funktionalität besteht die Möglichkeit, steuernd in die aktuelle Prozessausführung einzugreifen. Für die im Analyse & Monitoring-Schritt entdeckten Probleme (beispielsweise nicht benötigte oder ausgeführte Aktivitäten) können automatisiert Lösungsvorschläge generiert und einem Prozessverantwortlichen vorgelegt werden. Dieser entscheidet, in welcher Form die Optimierungen umgesetzt werden sollen. Die hier vorgestellte Methodik von Business Process Intelligence sieht vor, dass diese Änderungen zur Optimierung des Geschäftsprozesses vollautomatisch (beispielsweise durch ein Workflow-Management-System) oder manuell (durch entsprechend geschulte Mitarbeiter) durchgeführt werden. Durch diese Änderungen am Prozessfluss kann es möglich sein, den initialen Schritt der eben beschriebenen BPI-Methodik – das Erstellen der internen Struktur – erneut zu durchlaufen um diese an die neuen Gegebenheiten (beispielsweise neue Quellsysteme oder Daten) anzupassen. Auch hier kann die Methodik, im Falle einer automatisierten Prozessanpassung, diese Struktur selbstständig neu aufbauen und die bereits gesammelten Daten auf das neue Schema anpassen.

3.1.6 Zusammenfassung

Diese Methodik deckt die komplette Arbeitsweise von Business Process Intelligence, angefangen von der Konfiguration der Quellsysteme samt zugehörigen Daten mit anschließendem Datenimport, über die Verarbeitung, Visualisierung durch Diagramme und Graphen und Analyse der Prozesse, bis hin zu möglichen Optimierungen durch aktives Eingreifen in die Prozessausführungen und die entsprechenden Quellsysteme, ab.

3.2 BPI-Systemarchitektur zur Unterstützung der BPI-Methodik

Nun wird die im Zuge dieser Arbeit entworfene und eben vorgestellte Methodik von Business Process Intelligence in eine Systemarchitektur überführt. Dabei sollen die einzelnen Schritte der Methodik durch Architektur-Schichten geeignet unterstützt werden. Abbildung 3.2 zeigt die schematische Darstellung des drei Schichten-Aufbaus (in Anlehnung an [BHK⁺10, MR08]) der BPI-Systemarchitektur. Eine detaillierte Ansicht der gesamten Architektur findet sich im Anhang in der Abbildung A.1.

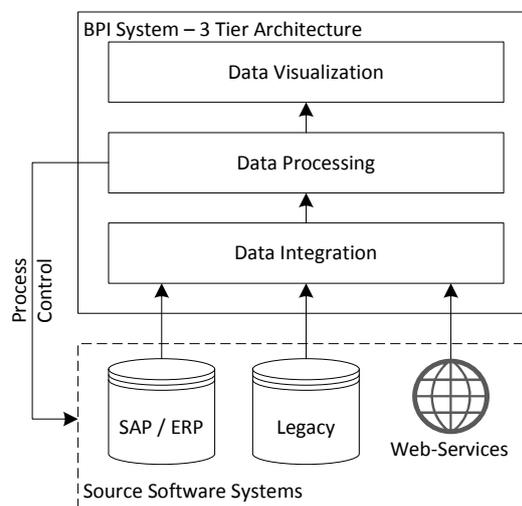


Abbildung 3.2: BPI-Software-Architektur: Gesamtsicht

In der *Datenintegrations-Schicht* (Data Integration, siehe Kapitel 3.2.1) werden Informationen aus den unterschiedlichen Quellsystemen der IT-Landschaft des Unternehmens extrahiert, und auf das intern verwendete Datenformat transformiert. Bei den Quellsystemen handelt es sich beispielsweise um SAP, ERP-Systeme, CRM-Anwendungen oder (externe) Web-Services.

Anschließend werden die gewonnenen Informationen in der *Datenverarbeitungs-Schicht* (Data Processing, siehe Kapitel 3.2.2) analysiert und die definierten Unternehmens- und Leistungskennzahlen (Key Performance Indicators, KPIs) berechnet. Weitergehend werden

auch entsprechende Prozessmodelle erstellt. Diese berechneten Ergebnisse und Prozessmodelle dienen als Grundlage für die weitere Auswertung und Interpretation durch die Prozessbeteiligten.

Die Präsentation der berechneten und analysierten Informationen findet in der obersten Schicht, der *Datenvisualisierungsschicht* (Data Visualization, siehe Kapitel 3.2.3), statt. Hier stehen grafische Objekte, wie verschiedene Diagrammtypen (z.B. Linien-, Balken- oder Tortendiagramme) oder Dashboards zur Verfügung, um Daten und deren Zusammenhänge auf einfach zu erfassende Art und Weise aufzubereiten, zu kombinieren und zu präsentieren.

Die folgenden Kapitel beschäftigen sich mit den einzelnen Architektur-Schichten und sollen einen detaillierteren Einblick in die Arbeitsweise und den Funktionsumfang verschaffen.

3.2.1 Integration der Daten

Um die benötigten Daten sinnvoll in das BPI-System zu integrieren, sind teils umfangreiche Vorarbeiten notwendig. Das dazu verwendete Prinzip von *Extract, Transform, Load* (ETL) ist bereits aus anderen Bereichen, wie „Data Warehousing“ oder „Process Warehousing“ bekannt ([MBR05, SJKC04]). Der komplette ETL-Vorgang unterteilt sich in die drei Teilmodule (siehe Abbildung 3.3):

- **Extract:** Daten aus den Quellsystemen extrahieren
- **Transform:** Umwandeln der Daten auf das benötigte Datenformat
- **Load:** Speichern in die eigene Datenbank für die weitere Verwendung

Im ersten Teil des ETL-Prozesses – der *Extraktion* – werden die verschiedenen Quellsysteme angesprochen, welche die zu analysierenden und auszuwertenden betrieblichen Prozessdaten bereitstellen (siehe Kapitel 4). Je nach Extraktionsmethode handelt es sich hierbei um kontinuierliche Echtzeit-Daten oder Momentaufnahmen, sogenannten Snapshots, der relevanten Systeme im Unternehmen.

Da jede Datenquelle meist eine eigene Datenstruktur und eigenes Datenformat – von einer einfachen CSV-Datei bis hin zum relationalen Datenbanksystem – anbieten kann, müssen die extrahierten Informationen in einem Vorverarbeitungsschritt auf ein einheitliches

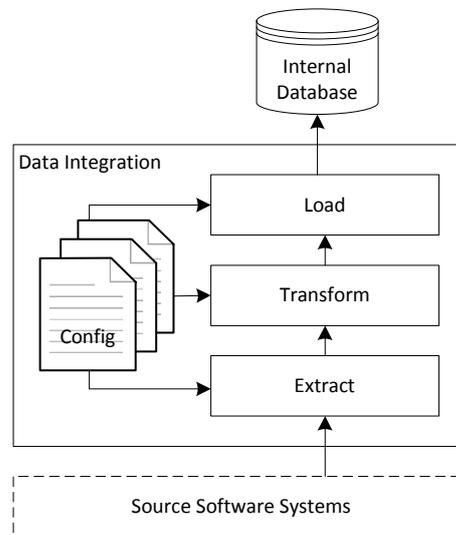


Abbildung 3.3: BPI-Architektur – Integrationsschicht

Format transformiert werden. Dies wird in der *Transformations-Schicht* erledigt. Mögliche Umwandlungen sind beispielsweise:

- **Selektion bestimmter Attribute:** Das Attribut „Gehalt“ der Mitarbeiter darf nicht ausgelesen und analysiert werden.
- **Verbinden von Daten:** Bestellungen mit den zugehörigen Kundeninformationen anreichern.
- **Aggregation von Informationen:** Durchschnittlicher Rechnungsbetrag aller Bestellungen berechnen.
- **Umrechnungen von Einheiten:** Zentimeter in Meter, USD in Euro umrechnen (beispielsweise mit tagesaktuellen Kursen).
- **Anpassungen von Formaten:** Konvertieren von verschiedenen Datumsformaten.

Nachdem diese Transformationen abgeschlossen sind, sollen die Daten im einheitlich definierten Format dem gesamten BPI-System zur Verfügung gestellt werden. Die Load-Schicht interagiert dazu mit einer internen Datenbank um die Änderungen persistent zu halten und für die weitere Arbeitsschritte anzubieten. Sämtliche Anfragen hinsichtlich Da-

tenanalyse und -visualisierung beziehen sich nun auf dieses einheitlich geschaffene Datenmodell und die darin enthaltenen transformierten Informationen.

Moderne BPI-Systeme implementieren diesen Datenspeicher als sogenannte *In Memory-Datenbank* [GMS92]. Dabei werden sämtliche Daten direkt im Hauptspeicher des Servers abgelegt, was einen Geschwindigkeitsvorteil gegenüber herkömmlichen Datenbanksystemen bietet. Gerade in Hinblick auf die bereits erwähnten Real-Time Aspekte in Bezug auf die Verarbeitung, die Analyse und kontinuierliche Überwachung von Informationen, die während der Prozessausführung anfallen, ist ein schneller Zugriff auf die Daten unverzichtbar. Oft wird jedoch eine hybride Mischung gewählt, da In Memory-Datenbanken keine persistente Speicherung ermöglichen, und somit gegen eine der ACID-Eigenschaften von Transaktionen (siehe Kapitel 4.2.2) verstoßen. Dieses Problem kann beispielsweise durch eine Archivierung von Zuständen zu bestimmten Zeitpunkten umgangen werden.

3.2.2 Analyse und Verarbeitung der Daten

Nachdem in der vorangehenden BPI-Architekturschicht die notwendigen Daten aus den darunterliegenden Quellsystemen der IT-Infrastruktur extrahiert und transformiert wurden, können nun die eigentlichen Analysen durchgeführt werden. Hierfür wird auf die bereits erwähnte interne, möglicherweise im Hauptspeicher realisierte, Datenbank zurückgegriffen.

Kernaufgabe dieser Architektur-Schicht (siehe Abbildung 3.4) ist es, Analysen auf den aus den Quellsystemen ausgelesenen Daten, auszuführen. Dazu zählen Funktionen wie:

- **Key Performance Indicators:** Definieren und anschließendes berechnen von prozessbezogenen Leistungskennzahlen, wie beispielsweise der Durchlaufzeit von einzelnen Aktivitäten oder des gesamten Geschäftsfalls oder die von einzelnen Aktivitäten verursachten Kosten.
- **Process Mining:** Erstellen von Prozessmodellen aus den von den Quellsystemen bereitgestellten Informationen zur Prozessausführung.
- **Analysen:** Vielfältige Analysemethoden, wie beispielsweise Ausreißeranalysen, Social Network-Analysen oder Bottleneck-Analysen.

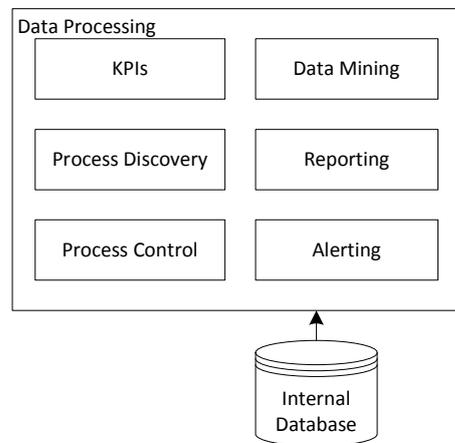


Abbildung 3.4: BPI-Architektur – Verarbeitungsschicht

- **Alerts:** Reagieren auf definierte Ereignisse wie beispielsweise negative Prozessleistung, Fehlerfälle oder Abweichungen vom definierten Geschäftsprozess.

3.2.3 Visualisierung der Daten

Die Datenvisualisierungs-Schicht soll es dem Anwender eines BPI-Systems ermöglichen, die berechneten KPIs oder Prozess-Modelle zu explorieren. Dazu müssen diese grafisch aufbereitet werden. Meist stehen dazu verschiedene Objekte zur Verfügung, die anschließend beliebig in Dashboards (siehe Kapitel 6.1) kombiniert werden können.

Üblicherweise werden die Daten in verschiedenen Granularitätsstufen angeboten, um die Informationen zielgerichtet an die zuständigen Personengruppen auszuliefern. Die Klassifikation in die drei Bereiche des strategischen, taktischen und operationalen BPI, wie in Abbildung 3.5 dargestellt, spiegelt sich auch in den bereits vorgestellten Definitionen 2-4 zu Business Process Intelligence im Kapitel 2.1 wider.

In der Regel ist der Unterschied zwischen den einzelnen Werkzeugen in dieser Schicht recht gering, sodass sich die verschiedenen BPI-Systeme eher in den unteren Architekturschicht unterscheiden – vorwiegend jedoch in der Datenintegration.

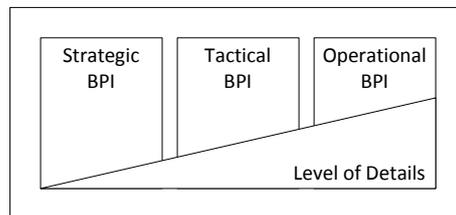


Abbildung 3.5: BPI-Architektur – Visualisierungsschicht

3.3 Fokus der Arbeit

Nachdem im vergangenen Kapitel bereits eine System-Architektur von BPI-Systemen vorgestellt und diese anschließend schrittweise verfeinert wurde, wird nun der Fokus für den weiteren Verlauf der Arbeit gesetzt. Dieser soll im Bereich der Datenintegration liegen. In einer vorangegangenen Studie in Kooperation mit der Accenture AG, hat sich diese Phase als äußerst problematisch und kritisch herausgestellt. Wenn die Darstellung der bereits besprochenen Methodik der Business Process Intelligence in Abbildung 3.1 betrachtet wird, ordnet sich die Datenintegration in der ersten Phase (*Continuous Data Import* und *Create Data Structure*, Kapitel 3.1.1) ein. Auf Architektur-Schicht (Abbildung 3.2) ist diese auf der untersten Schicht angesiedelt und wurde bereits in Kapitel 3.2.1 kurz angerissen.

Die anderen Aspekte eines BPI-Systems, sowie die restlichen Architektur-Schichten mit den zugehörigen Funktionen werden ebenfalls diskutiert, nicht jedoch in dieser Tiefe, wie den eben genannten Schwerpunkt der Arbeit.

3.4 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde eine generelle Methodik erläutert, die einem BPI-System zugrunde liegt. Anschließend wurde diese in die einzelnen Phasen zerlegt um deren Aufgaben und Funktionen genauer zu betrachten.

Ausgehend von dieser Methodik, wurde anschließend die Architektur von BPI-Systemen skizziert und diskutiert. Dieser Aufbau wurde in den darauffolgenden Kapiteln schrittweise

verfeinert um so drei funktionale Architekturschichten herauszuarbeiten, welche anschließend abstrakt betrachtet und beschrieben wurden. Dieser erste Einblick soll für die weiteren Kapitel dieser Arbeit motivieren, die sich tiefer mit den Aspekten, Aufgaben und Funktionalitäten dieser Schichten auseinandersetzen.

Abschließend wurde der Schwerpunkt für den weiteren Verlauf der Arbeit – der Fokus auf die Datenintegration und den damit verbundenen Problemen und Herausforderungen in dieser Phase – vorgestellt und gesetzt.

4

Datenintegration

Dieses Kapitel beschreibt das Vorgehen bei der Datenintegration aus externen Quellsystemen in ein BPI-System. Dazu wird in Kapitel 4.1 eine Klassifikation der Quellsysteme aufgrund der bereitgestellten Daten vorgenommen und die verschiedenen Datenformate, welche auftreten können, in Kapitel 4.2 diskutiert. Weiter werden in Kapitel 4.3 zwei Ansätze zur Datenextraktion behandelt, bevor in Kapitel 4.4 versucht wird, ein generell anwendbares Vorgehen für ein erfolgreiches Datenintegrationsprojekt zu entwickeln. Abschließend werden auf Probleme und Herausforderungen in dieser Architektur-Schicht genauer eingegangen, da dieser Arbeitsschritt eine sehr hohe – wenn nicht sogar erfolgskritische – Relevanz für eine erfolgreiche Integration eines BPI-Systems in die IT-Landschaft des Unternehmens hat [MN08].

4.1 Arten von Quellsystemen

Unter Quellsystemen werden Informationssysteme in der betrieblichen IT-Infrastruktur verstanden, die eine klar definierte Aufgabe in einem Prozess erfüllen. Solche Systeme können einfache Anwendungen, wie beispielsweise ein Textverarbeitungsprogramm, die bestimmte Arbeitsschritte unterstützen, bis hin zu hochkomplexen Workflow-Management-Systeme (WfMS) sein. Die bei der Ausführung anfallenden Daten (beispielsweise Produktinformationen, Rechnungsdokumente oder Kundeninformationen) können für eine weitere Verarbeitung und Analyse bereitgestellt werden. [Mih05] klassifiziert diese Quellsysteme aufgrund der in den Systemen vorliegenden Daten in drei verschiedene Klassen, sogenannte *Source Data Classes* (SDC):

- **Source Data Class 1:** Das Quellsystem stellt nur betriebliche Anwendungsdaten und unmittelbar relevanten Daten für den Prozess zur Verfügung. Daten zum eigentlichen Prozessablauf sind nicht verfügbar.
- **Source Data Class 2:** Das Quellsystem verfügt über eine zusätzliche Protokollierung der ausgeführten Aktionen während des Prozessablaufs und stellt diese über standardisierte Formate zur Verfügung.
- **Source Data Class 3:** Die bereitgestellten Protokoll-Daten werden durch zusätzliche Prozess-Modell-Daten zur Prozessausführung weiter aufgewertet.

Hierbei gilt: $SDC\ 1 \subset SDC\ 2 \subset SDC\ 3$

Abbildung 4.1 (in Anlehnung an [Mih05]) soll den Zusammenhang der verschiedenen Klassen samt der von diesen Quellsystemen bereitgestellten Daten verdeutlichen.

Damit BPI-Systeme einen möglichst großen Mehrwert für das Unternehmen und die Prozessbeteiligten generieren können, müssen die darunterliegenden Quellsysteme möglichst detaillierte und ausführliche Daten zum Prozess anbieten. Das ist wichtig, da beispielsweise Systeme der Source Data Class 2 keine Prozess-Modell-Daten besitzen und diese im späteren Verlauf mühsam durch das BPI-System erzeugt werden müssen. Ebenso ist es möglich, dass Systeme der niedrigsten Stufe nur sehr schwer integrierbar sind, da keinerlei Informationen zur Prozessausführung vorliegen.

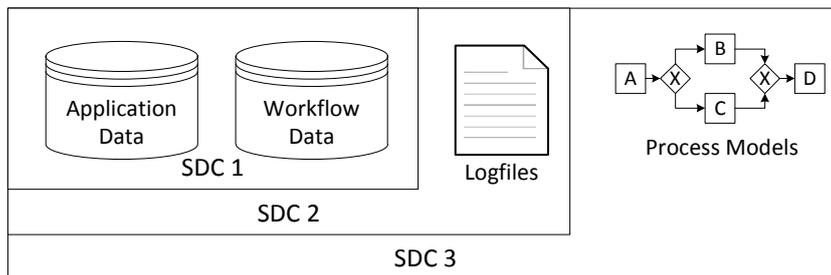


Abbildung 4.1: Klassenübersicht mit zugehörigen Daten

4.2 Arten von Daten

Wie bereits erwähnt und auch in Abbildung 4.1 zu sehen ist, stellen die unterschiedlichen Quellsysteme, je nach zugehöriger SDC, verschiedene Daten zur Verfügung. Diese können sich sowohl im Datenformat, der Struktur, der Zeichenkodierung (Zeichensatz) oder in ihrer schlussendlichen Verwendung unterscheiden. Nachfolgend wird eine abstrakte Klassifizierung, abseits dieser eben genannten Unterschiede, vorgenommen. Dafür werden die Daten in die zwei Kategorien *Eventbasierte Daten* und *Transaktionale Daten* eingeteilt, die in den nächsten Absätzen vorgestellt und diskutiert werden.

4.2.1 Eventbasierte Daten

Unter eventbasierten Daten versteht man Informationen (beispielsweise der Zeitpunkt), die zu oder während einem bestimmten Event (beispielsweise ein Rechnungseingang) auftreten. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden die zwei Kategorien *Protokoll-Dateien* und *Messages* vorgestellt, der zugehörige Aufbau erklärt und mit den bereits in Kapitel 4.1 vorgestellten Quellsystemen in Verbindung gesetzt.

Protokoll-Dateien

Eine *Protokoll-Datei* (oder auch Log-Datei) ist die wohl einfachste Form der Protokollierung von eventbasierten Daten in einem Softwaresystem. Dabei werden die Aktivitäten, die be-

arbeitet wurden, fortlaufend in einer Datei oder einer Datenbank zusammengefasst. Welche Informationen dabei protokolliert werden, wurde entweder von den Entwicklern festgelegt, oder kann von den Anwendern beliebig konfiguriert werden. Somit können allerdings große Unterschiede sowohl bei den aufgezeichneten Attributen (siehe Tabelle 4.1, Datenfeld) als auch in der erfassten Granularität auftreten. Häufig werden Daten einer Aktivität wie beispielsweise der Zeitpunkt der Ausführung, die durchgeführte Aktivität und der ausführende Benutzer gespeichert. Protokoll-Dateien werden meist von Systemen der Source Data Class 2 angeboten. Um im weiteren Verlauf diese Protokoll-Dateien in BPI-Systemen zu analysieren, sind bestimmte minimale Informationen (siehe Tabelle 4.1, erster Teil) notwendig. Diese minimalen Informationen setzen sich aus denen der zugrundeliegenden Struktur des Prozesses zusammen und sind notwendig, um überhaupt den effektiven Prozess durch entsprechende Process Mining-Algorithmen darzustellen. Für Untersuchungen, die darüber hinaus gehen (wie beispielsweise Social Network- oder Bottleneck-Analysen), werden zusätzliche Daten (siehe Tabelle 4.1, zweiter Teil) benötigt.

Datenfeld	Beschreibung
ProcessID	Zu welchem Prozess gehört dieser Protokoll-Eintrag?
CaseID	Welcher Prozessausführung gehört dieser Protokoll-Eintrag?
ActivityID	Welche Aktivität wurde ausgeführt?
UserName	Welcher Benutzer hat die Aktivität ausgeführt?
DateTimeStart	Zu welchem Zeitpunkt wurde die Aktivität gestartet?
DateTimeEnd	Zu welchem Zeitpunkt wurde die Aktivität beendet?
Input	Welche Eingaben gab es zu dieser Aktivität?
Output	Welcher Output wurde durch die Aktivität generiert?

Tabelle 4.1: Minimale und optionale Informationen einer Protokoll-Datei

Wie unterschiedlich und in welcher Granularität die protokollierten Informationen ausfallen, ist durch einen Vergleich der BPM-Suite „AristaFlow“ [RD09] mit „TIBCO Staffware“ [Sta00] zu sehen. Die Tabelle 4.2 zeigt die jeweilige Struktur der internen Datenbanktabelle zur Protokollierung der Daten, die in den Systemen „AristaFlow“ (Tabelle 4.2, erster Teil) und „TIBCO Staffware“ (Tabelle 4.2, zweiter Teil) dokumentiert werden.

Abbildung 4.2 zeigt den Ausschnitt einer stark vereinfachten schematischen Protokoll-Datei anhand eines Bestellprozesses, bestehend aus den drei Aktivitäten *Order*, *Inbox* und *Pay-*

	Datenfeld	Beschreibung
AristaFlow	<u>ID</u>	Primärschlüssel (fortlaufend)
	Timestamp	Zeitpunkt der Aktivität
	InstanceLogID	Prozessinstanz des Eintrages
	NodeID	ID der durchgeführten Aktivität
	Iteration	Schleifendurchlaufzähler der Aktivität
	StateChange	Status der Aktivität nach Ausführung
	AgentID	Ausführender Benutzer
	AgentOrgPositionID	Organisationsgruppe des Benutzers
	ClientTimestamp	Zeitpunkt des Clients
	NodeName	Name der durchgeführten Aktivität
	InstanceName	Name der ausgeführten Prozessinstanz
	TemplateName	Name des Prozesstemplates
	SupportsViewOnly	Reproduzierbarkeit der Ausführung
	ExecutionManagerURLs	Ergänzung zur InstanceLogID
Staffware	<u>Case Number</u>	Primärschlüssel (fortlaufend)
	Case Description	Kurze Beschreibung der Instanz
	Case Reference	Verweis auf das Schema
	Started By	Ausführender Benutzer
	Date/Time	Zeitpunkt der Aktion
	Action	Name der durchgeführten Aktivität

Tabelle 4.2: Protokolierte Informationen in AristaFlow und Staffware

ment. Aufgrund der darin enthaltenen Informationen könnten bereits erste Analysen durchgeführt oder Kennzahlen (beispielsweise die Durchlaufzeit von Case #01 beträgt 10 Tage) berechnet werden.

```
ID;Case;Activity;User;Date;Status
01;0001;Order;John;20110322;START
02;0001;Order;John;20110322;END
03;0001;Inbox;Peter;20110325;START
04;0001;Inbox;Peter;20110326;END
05;0001;Payment;Carol;20110401;START
06;0001;Payment;Carol;20110401;END
07;0002;Order;Mike;20110401;START
08;0002;Order;Mike;20110401;END
.. .. . . . . . . . .
```

Abbildung 4.2: Beispiel einer Protokoll-Datei

Wegen der großen Heterogenität in den dokumentierten Informationen und den unterschiedlichen Formaten (beispielsweise CSV- oder Text-Dateien), wird mit dem *Extensible Event Stream (XES)*-Standard [Gue09, XES] versucht, ein einheitliches und generisches Format für Protokoll-Dateien auf Basis von XML zu definieren. Dies soll die anschließende Datenintegration in entsprechende Analysesysteme vereinfachen. Dabei wird der Fokus auf die Flexibilität, Erweiterbarkeit und Ausdrucksmächtigkeit des Formates gelegt. Mit OpenXES, existiert bereits eine entsprechende Open-Source Referenz-Implementierung des Standards, welche ebenfalls unter [XES] einsehbar ist.

Messages

Ein weiteres Beispiel für eventbasierte Daten sind *Nachrichten* (oder auch Messages), welche direkt über einen *Enterprise Service Bus (ESB)* verschickt werden. Hauptbestandteil eines ESB ist ein gemeinsam genutzter Kommunikationskanal, der sogenannte Kommunikationsbus. Teilnehmer (Softwaresysteme) werden durch individuell zugeschnittene Kommunikationsschnittstellen mit diesem Bus verbunden (siehe Abbildung 4.3). Dabei wird ein festes Nachrichtenformat für den Informationsaustausch festgelegt. Die Kommunikation zwischen den teilnehmenden Systemen läuft fortan über diese einheitlich vereinbarte Kommunikationsstruktur. Dabei versenden die beteiligten Systeme Nachrichten im spezifizierten Format, der Enterprise Service Bus leitet diese anschließend an die Empfänger-

Systeme weiter. [Hie07] gibt in seiner Arbeit verschiedene Definitionen zum Begriff des Enterprise Service Bus und stellt diese einander gegenüber.

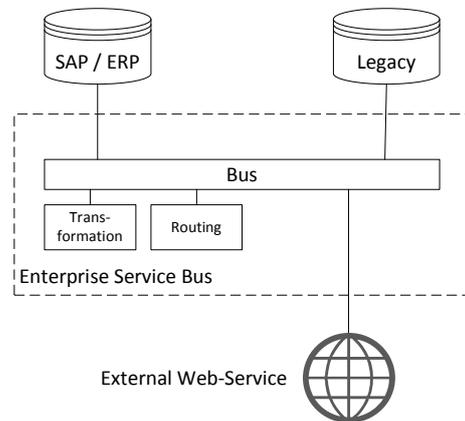


Abbildung 4.3: Schematischer Aufbau eines ESB

Durch den Umstand, dass alle Nachrichten über eine zentrale Stelle, nämlich den Enterprise Service Bus, verschickt werden, bietet es sich an, hier ein zentrales Modul zur Protokollierung für die anschließende Analyse einzurichten. Eine spezielles Modul im Enterprise Service Bus stellt dies sicher. Durch das betriebliche IT-Umfeld, in dem ein ESB eingesetzt wird, stehen zudem weitere Informationen zu den ausgetauschten Nachrichten der teilnehmenden Systeme zur Verfügung. So kann beispielsweise erfasst werden, welches System zu welchem Zeitpunkt versucht hat eine Kommunikation aufzubauen und wann die zugehörigen Ergebnisse übertragen wurden. Allerdings kann das Problem auftreten, dass nicht die Daten der Prozessausführung, die für eine anschließende Analyse benötigt werden, über den ESB kommuniziert werden (beispielsweise interne Abläufe eines Systems). Diese müssen in diesem Falle meist aufwändig aus den Quellsystemen extrahiert und aufbereitet werden. Positiv hervorzuheben ist bei der Nachrichtenübermittlung mittels ESB jedoch die Möglichkeit der Echtzeitanalyse, da hier die Möglichkeit besteht, die Daten schon direkt bei der Kommunikation abzugreifen. Weiter können, sofern sämtliche Quellsysteme am ESB angebunden sind, zugrundeliegende Prozessmodelle miterstellt werden. Sie sind deswegen häufig bei Systemen der SDC 3 anzutreffen.

4.2.2 Transaktionale Daten

Transaktionale Daten finden sich häufig in Verbindung mit Datenbanksystemen. Diese Daten stellen dabei die betrieblichen Daten der Systeme dar – es sind im Vergleich zu den eben vorgestellten eventbasierten Daten, keine Protokolldaten, die zusätzlich miterfasst werden. Somit treten transaktionale Daten hauptsächlich bei Quellsystemen der Source Data Class 1 auf. Eine Transaktion ist dabei eine Folge von Operationen, die als zusammengehörige, logische Einheit angesehen wird. Folgendes Beispiel zeigt die Transaktion einer Überweisung aus dem Finanzbereich:

- Buche € 100,00 vom Konto des Kunden X ab.
- Buche € 100,00 auf das Konto von Kunden Y.

Diese Transaktion besteht aus zwei unabhängigen Operationen, die nur zusammen ausgeführt einen gültigen Zustand ergeben. Um dies zu gewährleisten, müssen Transaktionen das bekannte ACID-Paradigma befolgen [OV91].

Im Unterschied zu den eventbasierten Daten (Kapitel 4.2.1), die als eine Art „Abfallprodukt“ der Systeme anfallen, müssen transaktionale Daten explizit für die weitere Verwendung in der Analyse extrahiert und aufbereitet werden. So speichert ein ERP-System beispielsweise die Daten, die in einem Bestellprozess anfallen, in unterschiedlichen Datenbanktabellen (konkret in den Tabellen für die Bestellpositionen, Rechnungsinformationen und Materialeingänge). Die dabei verwendeten Tabellen können sich, je nach dem aktuell ausgeführten Prozess, unterscheiden. Da es keine zentrale Komponente des Systems gibt, die für die Protokollierung verantwortlich ist, müssen diese Daten aufwändig zusammengefasst und intelligent aufbereitet werden. Dazu muss erst bestimmt werden, welche Tabellen zu der konkreten Prozessausführung benötigte Informationen bereitstellt und wie diese miteinander in Verbindung stehen. Um den eben erwähnten Bestellprozess abzubilden, müssen sämtliche Datenbanktabellen, die Daten zum Prozess beinhalten, verknüpft werden. Dies kann sich, je nach Größe und Umfang des Prozesses, als sehr kompliziert herausstellen, da mitunter sehr viele Datenbanktabellen daran beteiligt sind.

Bevor mit diesen transaktionalen Daten sinnvoll in einem BPI-System gearbeitet werden kann, müssen diese in eventbasierte Daten umgewandelt werden. Dazu wird in einem aufwändigen Verfahren, meist manuell, eine Protokoll-Datei nachgebaut, welche sämtliche für

die spätere Analyse benötigte Daten beinhaltet. Durch den Umstand, dass Datenbanksysteme lediglich den Zeitpunkt erfassen können, zu dem die Daten tatsächlich abgespeichert wurden, ist es oftmals schwierig, bei transaktionalen Daten den effektiven Anfangszeitpunkt einer Aktivität zu bestimmen. Dadurch gestaltet es sich problematisch, die Dauer einer Aktivität zu berechnen, häufig müssen an dieser Stelle Kompromisse eingegangen werden, beispielsweise werden Start- und Endzeitpunkt einer Aktivität gleichgesetzt (sofern diese beim ESB vorliegen), was in einer anschließenden Analyse in einer Bearbeitungsdauer von 0 Zeiteinheiten resultiert. Eine Alternative ist es, den Startzeitpunkt mit dem Endzeitpunkt der vorherigen Aktivität gleichzusetzen. Doch auch das ist eine nicht zufriedenstellende Lösung, da auch hier nicht die reale Bearbeitungszeit einer Aktivität gemessen wird, sondern die Start-Start bzw. Ende-Ende-Beziehung zweier Transaktionen. Welche Variante gewählt wird, ist stark von der Problemstellung und dem Nutzen, den man sich durch die spätere Auswertung der Daten erhofft, abhängig.

4.2.3 Zusammenfassung

Abschließend sollen in diesem Abschnitt die vorgestellten Datenkategorien gegenübergestellt werden. Die vorliegende Form der Daten ist stark von den darunterliegenden Quellsystemen abhängig. Aus Sicht von BPI-Systemen ist es wünschenswert, möglichst viele Daten zu einer Prozessausführung sehr zeitnah zur Analyse und Weiterverarbeitung zu erhalten. Die besten Ergebnisse hinsichtlich der Analyse in Echtzeit und einer einfachen Datenintegration können sicherlich mit eventbasierten Daten aus einem Workflow-Management-System erzielt werden. Ein Einsatz solcher Systeme ist allerdings in der IT-Infrastruktur von Unternehmen noch nicht weit verbreitet und durch den Einsatz von schwerfälligen Legacy-Systeme häufig nicht so einfach möglich. Somit sind aktuelle Daten zu gerade laufenden Prozessausführung nur schwer oder kaum integrierbar.

4.3 Methoden zur Datenextraktion

In den vorangehenden Abschnitten wurden Quellsysteme und die zugehörigen Daten vorgestellt. Nun müssen Methoden bereitgestellt werden, um die benötigten Daten aus den

entsprechenden Quellsystemen zu extrahieren und in das BPI-System zu übertragen. Bereits bekannte Verfahren dafür sind die *Push*- und *Pull*-Methoden, welche beispielsweise auch bei normalen HTTP-Kommunikationen im Internet, E-Mail-Systemen oder verschiedenen Client-Server-Modellen eingesetzt werden.

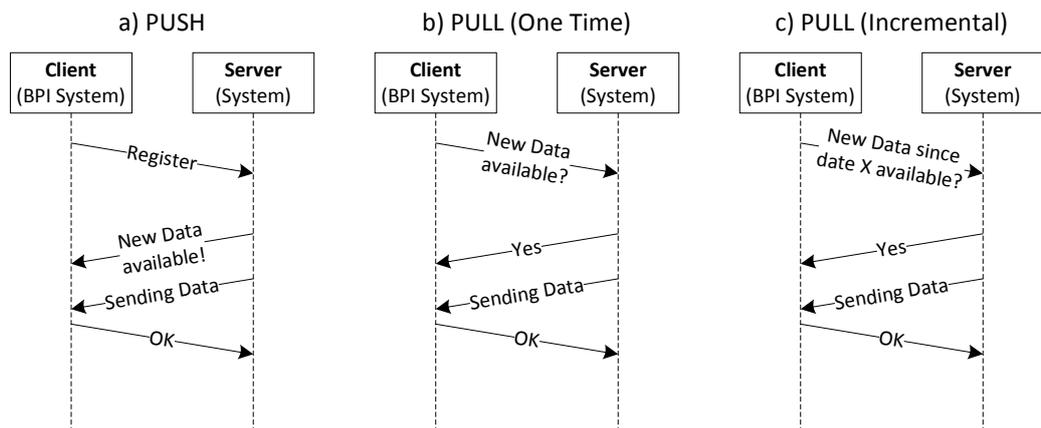


Abbildung 4.4: Push- & Pull-Methoden

In den folgenden Abschnitten dieser Arbeit werden die beiden unterschiedlichen Methoden vorgestellt, sowie Vor- und Nachteile dieser Verfahren diskutiert. Dabei soll erarbeitet werden, für welche Einsatzzwecke sich welche Methode besser eignet.

4.3.1 Datenextraktion mit der Push-Methode

Bei einer Push-Methode (Abbildung 4.4, a)) meldet sich das BPI-System bei den einzelnen Quellsystemen, von denen es über Änderungen informiert werden möchte, an. Diese Quellsysteme benachrichtigen das BPI-System nun immer dann, wenn neue Daten bereitliegen und senden diese anschließend. Das Quellsystem „drückt“ die Daten also zum BPI-System, welches abschließend den Empfang bestätigt. Daraufhin wird der Kommunikationskanal zwischen den Systemen wieder abgebaut.

Da bei einer Datenextraktion mit dem Push-Verfahren mitunter ständig neue Kommunikationskanäle aufgebaut werden müssen, um die neu angefallenen Daten der Prozessausführung weiterzuleiten, bietet es sich an, sämtliche Daten über einen gewissen Zeitraum vom

Quellsystem aufzuzeichnen und anschließend gesammelt an das BPI-System zu übertragen.

Vor- und Nachteile der Push-Methode	
Vorteile:	Aktuelle Daten durch die Benachrichtigung der einzelnen Quellsysteme Real-Time Aktualisierungen möglich Schnelles Reagieren auf mögliche Probleme im Prozess durch zeitnahe Analyse
Nachteile:	Höherer Datentransfer, durch viele Kommunikationskanäle Ständige Berechnung von Leistungskennzahlen Unvollständige Prozessausführungen können möglicherweise nicht verarbeitet werden

Tabelle 4.3: Vor- und Nachteile der Push-Methode

4.3.2 Datenextraktion mit der einmaliges Pull-Methode

Bei der einmaligen Pull-Methode (Abbildung 4.4, b)) fordert das BPI-System alle Daten von einem Quellsystem an. Dieses schickt daraufhin die entsprechenden Daten zurück. Das BPI-System „zieht“ die Daten also heraus. Der Vorgang wird durch eine Empfangsbestätigung des BPI-Systems und anschließendem Verbindungsabbau abgeschlossen.

Vor- und Nachteile der einmaligen Pull-Methode	
Vorteile:	Daten werden erst bei Bedarf angefordert Niedrige Kommunikationslast
Nachteile:	Hoher Rechenaufwand durch große Datenpakete Unvollständige Prozessausführungen können möglicherweise nicht verarbeitet werden

Tabelle 4.4: Vor- und Nachteile der einmaligen Pull-Methode

4.3.3 Datenextraktion mit der inkrementellen Pull-Methode

Bei der inkrementellen Pull-Methode (Abbildung 4.4, c)), fordert das BPI-System – im Vergleich zur gerade eben vorgestellten einmaligen Pull-Methode – nur Daten ab einem gewissen Zeitpunkt an. Der weitere Verlauf der Kommunikation ist identisch zur einmaligen Pull-Methode (siehe Kapitel 4.3.2). Durch das Wählen von kleinen Aktualisierungsintervallen ist es möglich, schrittweise an eine Echtzeit-Überwachung heranzukommen.

Vor- und Nachteile der inkrementellen Pull-Methode	
Vorteile:	Event- oder zeitbasiertes Einlesen der Daten Kleine Aktualisierungsintervalle möglich
Nachteile:	Keine tatsächlichen Echtzeit-Daten

Tabelle 4.5: Vor- und Nachteile der inkrementellen Pull-Methode

4.3.4 Zusammenfassung

Aus Sicht der Echtzeitverarbeitung und -überwachung der Prozessdaten aus den unterschiedlichen Quellsystemen des Unternehmens, ist es wünschenswert, möglichst viele dieser Systeme mit der Push-Methode anzubinden. Dies garantiert, dass fortlaufend neue Daten der einzelnen Prozessausführungen in das BPI-System eingespielt und verarbeitet werden.

Allerdings unterstützen vor allem ältere Systeme meist keine Push-Benachrichtigungen, hier muss das BPI-System explizit die benötigten Daten mit einer Pull-Methode anfordern und extrahieren. Dadurch ergeben sich möglicherweise Lücken in der kontinuierlichen Überwachung der Prozessausführungen. Durch eine Datenextraktion mit einer inkrementellen Pull-Methode ist es möglich, die Perioden zwischen den einzelnen Extraktionszyklen schrittweise weiter zu verkleinern, da nicht sämtliche Daten neu übertragen werden müssen, sondern nur diejenigen, die seit der letzten Übertragung neu angefallen sind. Durch beliebiges Verkleinern dieser Extraktionsperioden lässt sich nahezu eine Echtzeitüberwachung realisieren.

4.4 Vorgehen bei der Datenintegration

Nachdem in den bisherigen Abschnitten dieses Kapitels wichtige Grundlagen und Methoden zur Integration von Daten aus Informationssystemen beschrieben wurden, soll nun aufgrund dieser gewonnenen Informationen ein Vorgehen definiert werden, wie eine sinnvolle Datenintegration durchgeführt werden kann. Abbildung 4.5 soll den prinzipiellen Ablauf illustrieren und einen Überblick für den Zusammenhang der bisher diskutierten Aspekte verschaffen. Zudem soll die Verbindung zur Architektur eines BPI-Systems, welches bereits im Kapitel 3.2 besprochen wurde, hergestellt werden.

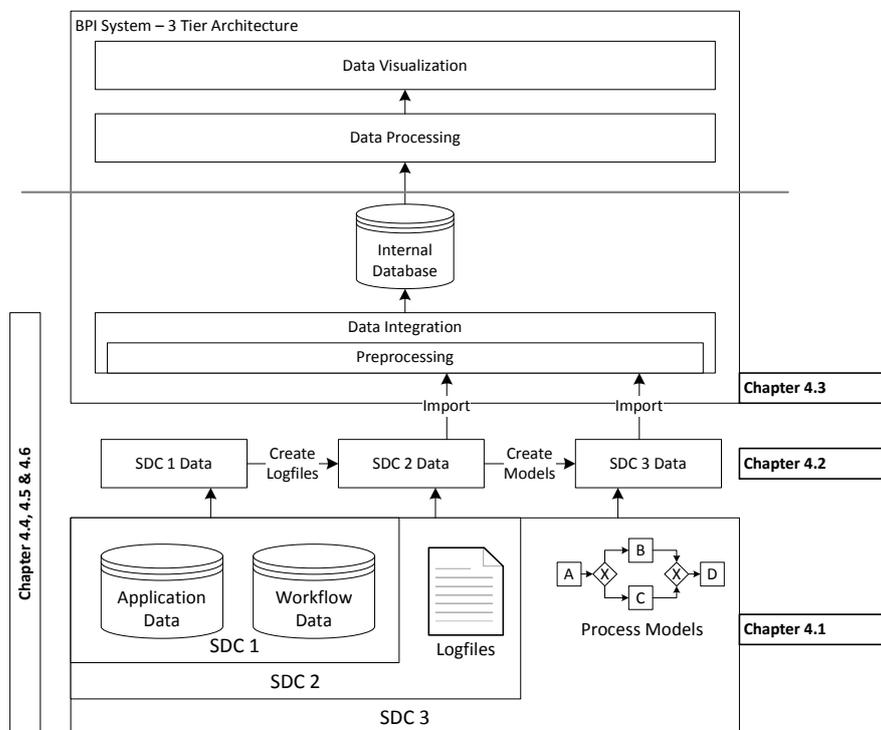


Abbildung 4.5: Vorgehen bei der Datenintegration

Im ersten Schritt der Datenintegration muss geklärt werden, in welchen Source Data Classes die Quellsysteme (siehe Kapitel 4.1) des Unternehmens vorliegen. Dabei ist zu beachten, dass mit SDC 1-Systemen (Softwaresysteme, die lediglich Anwendungs- und Work-

flowrelevante Daten bereitstellen) vorerst nicht weiter gearbeitet werden kann. Diese Systeme müssen für die Integration und der anschließenden Verarbeitung der relevanten Daten auf die nächsthöhere Source Data Class angehoben werden. Diese Aufwertung ist notwendig, da SDC 1-Systeme keinerlei Informationen zur Prozessausführung protokollieren. Aus den reinen Anwendungsdaten, die in solchen Systemen anfallen, können weder Rückschlüsse auf den tatsächlichen Prozess gezogen, noch Analysen ausgeführt werden. Um die Aufwertung der Systeme vorzunehmen, müssen die minimal geforderten Informationen (Tabelle 4.1, erster Teil) in Protokoll-Dateien erfasst werden. Sollte ein direktes Abgreifen dieser Daten aus den Quellsystemen nicht möglich sein, muss dies gegebenenfalls über zusätzliche, oftmals selbstprogrammierte, Wrapper-Systeme oder Event-Listener sichergestellt werden. Dabei wird angenommen, dass diese selbstprogrammierten Systeme bereits sämtliche notwendigen Transformationen der Daten (siehe Kapitel 3.2.1) vornehmen. Nach der erfolgreichen Protokollierung der angefallenen Daten befinden sich die Daten aus dem System nun in der SDC 2. Auch [Mih05] beschreibt in seiner Arbeit, wie eine Aufwertung der Systeme vorgenommen werden kann.

Befindet sich das Quellsystem bereits in der SDC 2, sprich zusätzliche Protokolldateien werden bereitgestellt, können die Daten über die schon vorgestellten Push- oder Pull-Methoden (siehe Kapitel 4.3) extrahiert werden. Entscheidet man sich dafür, die Daten von einem SDC 2-System in das entsprechende BPI-System zu integrieren, steht natürlich nur ein begrenzter Funktionsumfang zur Verfügung. Das kommt daher, dass dem System wichtige Informationen über die zugrundeliegenden Prozessmodelle der Ausführungen fehlen. Die zur Verfügung stehende Funktionalität ist vergleichbar mit der eines regulären BI-Systems. Um ein SDC 2-System aufzuwerten, müssen diese bereits erwähnten, fehlenden Modelldaten bereitgestellt werden. Dies kann entweder durch eine manuelle Modellierung oder systemgestützt durch verschiedene Process Mining- oder Discovery-Algorithmen (siehe Kapitel 5.3) geschehen.

Bei Systemen der SDC 3, welche zusätzliche Modelldaten zu den Prozessen bereitstellen, kann, nach einem erfolgreichen Import in das entsprechende BPI-System, der volle Funktionsumfang genutzt werden. Dies ist durch die existierenden Prozessmodelle möglich. Zudem ist es möglich, Daten aus einem BI-System durch entsprechende Process Mining-Algorithmen (siehe Kapitel 5.3, und [VW04, VRWV07, VVH⁺03, WV01]) mit zu-

grundlegenden Prozessmodellen anzureichern und somit in der Funktionalität aufzuwerten. Es existieren allerdings auch Probleme, beispielsweise das Erkennen von Schleifen und Wiederholungen, die durch Process Mining-Algorithmen nicht zufriedenstellend gelöst werden können [Web07].

Ist der Import abgeschlossen, befinden sich die Daten zu den einzelnen Prozessausführungen in der internen Datenbank des BPI-Systems. Nun stehen Analysen wie beispielsweise das Entdecken von Abweichung in Prozessausführungen auf Modellebene (Conformance Checking), umfangreiche Prozessanalysen oder systemgestützte Prozessoptimierungen zur Verfügung (siehe Kapitel 5). Dabei durchlaufen die Daten das BPI-System durch die verschiedenen Architektur-Schichten, bis sie schlussendlich in aufbereiteter Form auf den Dashboards der verschiedenen Mitarbeiter publiziert werden (siehe Kapitel 6).

4.5 Probleme und Herausforderungen

In diesem Abschnitt sollen datenintegrationsbezogene Probleme und Herausforderungen aufgegriffen, beschrieben und diskutiert werden, die sich bei der Arbeit mit BPI-Systemen herauskristallisiert haben.

4.5.1 Source Data Class der Quellsysteme anheben

Eine der zentralen Herausforderung ist es, die Quellsysteme, welche Daten über den ausgeführten Geschäftsprozess bereitstellen, auf die erforderliche Source Data Class anzuheben. Im Kapitel 4.4 und [Mih05] wird ausführlich beschrieben, wie dabei vorgegangen werden kann und welche Probleme sich bei den einzelnen Anhebungen der Source Data Classes ergeben.

Die Anhebung von SDC 2 auf SDC 3 wird mittlerweile sowohl wissenschaftlich als auch durch verschiedenste Softwaresysteme (beispielsweise ProM) gut unterstützt. Dennoch gibt es einige Probleme (beispielsweise Zyklen oder Aktivitäten mit gleichen Namen) die von Process Mining-Algorithmen nicht zufriedenstellend gelöst werden können. Kapitel 5.3 geht näher auf diese Thematik ein. Die Hauptproblematik liegt jedoch nach wie vor bei der

Aufwertung von Systemen der Source Data Class 1, da hier meist individuelle Wrapper-Systeme erstellt werden müssen. Dieser Aufwand kann, je nach Anzahl und Komplexität dieser Systeme, extrem hoch sein.

4.5.2 Zusammenführen fallbezogener Daten über Systemgrenzen

Durch die immer komplexer werdenden und die Fülle an verschiedenen, teils individuellen, Softwaresystemen, die miteinander kommunizieren und Daten austauschen, ergibt sich das Problem der „Nachvollziehbarkeit der Daten über Systemgrenzen“ hinweg (siehe Abbildung 4.6). Die Schwierigkeit hierbei ist es, Daten aus System A und aus System B miteinander in Verbindung zu setzen, beziehungsweise diese Verbindung, wenn sie bereits gegeben ist, bei einer nachfolgenden Analyse nicht zu verlieren. Dies kann entweder über eine Erweiterung des lokalen Schlüssels (beispielsweise der zentralen Mitarbeiternummer) erreicht werden, oder durch die Implementierung eines neuen global eindeutigen Schlüssels. Letzteres muss über einen zentralen Katalog realisiert werden, der lokale in globale Schlüssel umsetzt. Eine analoge Problematik findet man unter anderem auch im Bereich der föderierten Datenbanksysteme, wie [Dad96] erläutert.

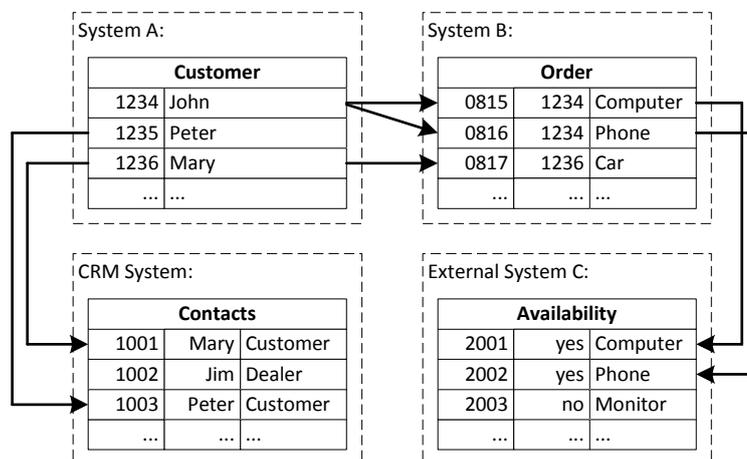


Abbildung 4.6: Nachvollziehbarkeit der Daten über Systemgrenzen hinweg

4.5.3 Datenstruktur und Granularität der Daten

Weitere Probleme, die ebenfalls eng mit den Quellsystemen und den zugehörigen Daten in Verbindung stehen, liegen in der Struktur und der Granularität der bereitgestellten Ausführungsdaten der Prozesse. Meist werden diese nicht in der vom BPI-System erforderten Struktur geliefert – manche Angaben fehlen, oder sind zu grobgranular für eine weitere Verwendung protokolliert (beispielsweise nur den Gesamtwarenwert der Bestellung, nicht jedoch die der einzelnen Bestellpositionen). Probleme, die den Aufbau der Daten betreffen, können nur durch, oftmals sehr aufwändige und umfangreiche, Transformationen behoben werden.

Durch die unterschiedlichen Informationsdichten, die von den einzelnen Quellsystemen bereitgestellt werden, und die nachträgliche Interpretation dieser Daten kann sich auch der im Methodenschritt der Visualisierung (siehe Kapitel 3.1.3) dargestellte Prozessgraph und auch die Möglichkeiten zur Analyse unterscheiden. Abbildung 4.7 soll dieses Problem anhand eines Ausschnittes des „Order-To-Cash“-Prozesses veranschaulichen.

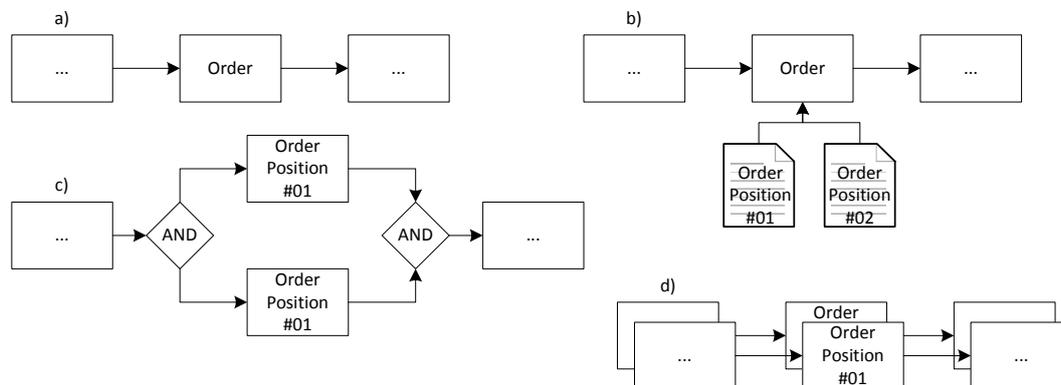


Abbildung 4.7: Problem der Datengranularität

Abbildung 4.7, a) zeigt die Aktivität „Order“ in einer sehr groben Granularitätsstufe. Dabei ist nicht ersichtlich, welche Bestellpositionen oder Einzelartikel dieser Bestellung zugeordnet sind. Meist sind nur aggregierte Informationen, wie beispielsweise der Gesamtwarenwert der Bestellung, zu dieser Aktivität hinterlegt.

Abbildung 4.7, b) interpretiert die zugehörigen Bestellpositionen als Attribute, welche logisch der Aktivität „Order“ zugeordnet sind und direkt ausgelesen werden können. Die Daten liegen, im Vergleich zu Abbildung 4.7 a), feingranularer vor, aggregierte Informationen, wie der Gesamtwarenwert, lassen sich jedoch nach wie vor berechnen, indem diese aus den einzelnen hinterlegten Attributen abgeleitet werden.

Der Prozessgraph in Abbildung 4.7 c) illustriert die Interpretation der einzelnen Bestellpositionen als einzelne, unabhängige Aktivitäten im Geschäftsprozess. Diese werden parallel ausgeführt, da sie, logisch gesehen, eigentlich eine einzelne Aktivität darstellen. Die Informationsdichte ist hierbei gleich wie in Abbildung 4.7 b).

Abbildung 4.7 d) zeigt eine weitere alternative Darstellung des gleichen Sachverhaltes. Hier wird jedoch für jede Bestellposition eine eigene Prozessausführung erstellt. Dabei muss allerdings zusätzlich sichergestellt werden, dass diese logisch zusammengefasst werden können (beispielsweise durch ein zusätzliches Attribut, welches diese Gruppierung und Zugehörigkeit kennzeichnet) um den Zusammenhang der einzelnen Ausführungen nicht zu verlieren. Aggregierte Informationen, wie beispielsweise der Gesamtwarenwert der Bestellung, müssen nun jedoch über mehrere Ausführungen des Prozesses berechnet werden.

Welche Granularität der Darstellung im endgültigen Prozessgraphen gewählt wird, ist stark zielgruppen- und anwendungsabhängig. Ein Sachbearbeiter benötigt möglicherweise wesentlich mehr Einblick in die Prozessausführung und folglich feingranulärere Daten, als ein Manager, der nur über den Gesamtumsatz oder die Anzahl der Reklamationen informiert werden möchte.

4.5.4 Parallelität erkennen

Eine weitere Problematik ist die Parallelität in Geschäftsprozessen, häufig werden bestimmte Aktivitäten in einem Prozess parallel ausgeführt.

Hier gibt es unterschiedliche Ansätze zur Definition von Parallelität. [VW04] definiert Parallelität als „*two tasks are in parallel if they appear in any other*“, also als zwei Aktivitäten die in beiden Ausführungsreihenfolgen in einer Protokoll-Datei auftauchen. Die vereinfachte Tabelle 4.6 und der zugehörige Prozessgraph in Abbildung 4.8 soll diesen Sachverhalt näher erläutern.

Case	Task
Case #1	A
Case #1	B
Case #1	C
Case #1	D
Case #2	A
Case #2	C
Case #2	B
Case #2	D

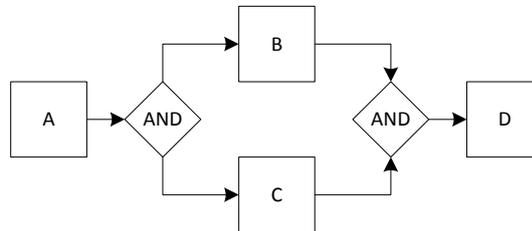


Tabelle 4.6: Protokoll-Datei

Abbildung 4.8: Zugehöriger Prozessgraph

Möglicherweise können durch diese eben vorgestellte Definition allerdings nicht alle Parallelitäten in Prozessen entdeckt werden. Es lässt sich leicht ein Beispiel einer Protokoll-Datei finden, in der Aktivität B immer vor Aktivität C ausgeführt wird (beispielsweise weil diese in der Arbeitsliste der Bearbeiter weiter oben gelistet ist), obwohl beide gleichzeitig starten könnten. Somit würde ein Process Mining-Algorithmus hier keine Parallelität entdecken, sondern einen sequentiell ablaufenden Prozess modellieren. Diese Darstellung wäre in diesem Falle zwar nicht falsch, sie repräsentiert allerdings nicht das eigentlich zugrundeliegende Modell des Geschäftsprozesses.

Ein anderer Ansatz zur Definition von Parallelität ist die Bestimmung der Ausführungsreihenfolge anhand eines Zeitpunktes. Wenn Aktivität B und C zur gleichen Zeit nach der Vorgängeraktivität A starten können, handelt es sich um eine parallele Ausführung. Dass dieser Ansatz nicht zwangsweise zum richtigen Ergebnis führt, lässt sich ebenfalls leicht nachprüfen. Wenn wir die Problematik von transaktionalen Daten (nur der Endzeitpunkt der Transaktion ist bekannt) mitberücksichtigen, führt letztere Definition der Parallelität zu falschen Ergebnissen im Prozessgraphen und somit möglicherweise zu falschen Interpretationen, Entscheidungen und Optimierungen.

4.5.5 Unvollständige Daten zu Prozessausführungen

Durch das kontinuierliche Einspielen von neuen Daten aus den verschiedenen Quellsystemen, ergibt sich eine neue, zusätzliche Herausforderung: Die Problematik von Prozessda-

ten aus (noch) unvollständigen Prozessausführungen. Es muss nicht immer gegeben sein, dass ein Prozess bereits komplett ausgeführt und abgearbeitet ist, wenn die zugehörigen Prozessdaten in das BPI-System importiert werden. Somit ergibt sich, aufgrund der Daten, ein aktueller Ausführungsstand des Prozesses. Die Herausforderung bei diesem Problem besteht nun darin, die Fragmente einer Prozessausführung dem richtigen Geschäftsprozess zuzuordnen, und, sofern das zu dem aktuellen Zeitpunkt bereits möglich ist, entsprechende KPIs zu berechnen oder Analysen auszuführen. Durch einen Vergleich von bisher vollständig ausgeführten Prozessen und dem aktuellen Ausführungszustand, lassen sich, durch intelligente Algorithmen und Simulationen, Prognosen für den weiteren Verlauf der Ausführung erstellen.

4.6 Checklisten zur Datenintegration

Da der erste Schritt der Methodik eines BPI-Systems, die Integration der Daten aus den Quellsystemen, eine erfolgskritische Bedeutung für das komplette Projekt besitzt, soll dieser Abschnitt der Arbeit verschiedene Checklisten (siehe Tabelle 4.7) bereitstellen, welche einige wichtige Aspekte und Fragestellungen zur Datenintegration aufgreifen. Dabei werden Fragen zu den Kategorien *Architektur*, *Quellsysteme*, *Daten* und *Methoden zur Datenextraktion* aufgelistet. Ziel ist es, dem Leser einen leicht verständlichen und erweiterbaren Leitfaden für die Integration der Prozessinformationen in ein BPI-System an die Hand zu geben (in Anlehnung an [GTS10]) und somit noch einmal auf die damit verbundenen Probleme aufmerksam zu machen.

Checkliste: Architektur (Architecture)

Frage

- | | |
|-------|--|
| A 1 | Wie ist die IT-Architektur in Ihrem Unternehmen generell aufgebaut?
Welche Ansätze werden verfolgt? |
| A 2 | Wird ein Workflow-Management-System zur Unterstützung der betrieblichen Prozesse verwendet? |
| A 2.1 | Wie viele Systeme sind an dieses Workflow-Management-System angeschlossen? |

Checkliste: Quellsysteme (Source Systems)

Frage

- S 1 Wie viele Quellsysteme sollen in das BPI-System integriert werden?
 - S 2 Wie viele dieser Systeme sind Legacy-, branchenspezifische- oder individuelle Systeme?
 - S 3 Für jedes System, das integriert werden soll:
 - S 3.1 In welcher Source Data Class ist das System einzuordnen (SDC 1, SDC 2, SDC 3, nicht bekannt)?
 - S 3.2 Ist eine Aufwertung auf die nächst höhere Source Data Class notwendig und möglich?
 - S 3.3 Mit welchem Aufwand ist dieser Aufwertung verbunden?
-

Checkliste: Daten (Data)

Frage

- D 1 Welche Unternehmens- oder Prozessdaten werden von welchen Quellsystemen bereitgestellt?
- D 2 Detaillierungsgrad der Daten:
 - D 2.1 In welcher Granularität müssen die Daten für die weitere Verarbeitung vorliegen?
 - D 2.2 In welcher Granularität werden die Daten von den Quellsystemen bereitgestellt?
 - D 2.3 Welche Systeme erfüllen die minimalen Anforderungen an die von ihnen bereitgestellten Daten nicht?
 - D 2.4 Ist es möglich, den Detaillierungsgrad der bereitgestellten Daten zu erhöhen, indem Prozessdaten ausführlicher erfasst werden?
- D 3 Speicherung der Daten:
 - D 3.1 Anzahl der Systeme, die Protokoll-Dateien bereitstellen.
 - D 3.2 Anzahl der Systeme, die über einen Enterprise Service Bus angebunden sind.
 - D 3.3 Anzahl der Systeme, die transaktionale Daten bereitstellen.

- D 4 Ist es möglich, Daten über Systemgrenzen hinweg zu erfassen und zu verbinden?
-

Checkliste: Methoden zur Datenextraktion (Extraction)

Frage

- E 1 Welche Datenextraktionsmethode wird für das zu implementierende Szenario benötigt?
- E 2 Warum wird die gewählte Methode benötigt?
- E 3 Wird diese Methode vom BPI-System und den Quellsystemen, die die erfordernten Daten bereitstellen, unterstützt?
- E 4 Werden alle Aktivitäten des Prozesses durch Softwaresysteme abgebildet oder gibt es „blinde Aktivitäten“(beispielsweise Entscheidungsknoten)?
- E 5 Gibt es „Lücken“ im Geschäftsprozess (beispielsweise „Human Tasks“, die nicht erfasst oder dokumentiert sind)?
- E 6 Welche Strategie, wird für (noch) unvollständigen Prozessausführungen, zu denen nicht alle benötigten Daten vorliegen, angewendet?
-

Tabelle 4.7: Checklisten zur Datenintegration

4.7 Zusammenfassung

Im diesem Kapitel wurden sämtliche Aspekte der Datenintegration behandelt. Der Fokus dieser Arbeit wurde aufgrund der erfolgskritischen Bedeutung für das komplette Projekt der Einführung eines BPI-Systems, sowie der anschließenden Verarbeitung und Analyse der Daten auf diese Architektur-Schicht gelegt.

Anfangs wurden Quellsysteme (siehe Kapitel 4.1), welche die Daten für die weiteren Arbeitsschritte der Verarbeitung, Visualisierung und Überwachung bereitstellen, aufgrund einer Klassifikation vorgestellt und eingeteilt. Im nächsten Abschnitt wurden die bereits erwähnten Daten (siehe Kapitel 4.2) dieser Systeme näher betrachtet. Dabei wurde zwischen

zwei Kategorien, den eventbasierten und transaktionalen Daten, unterschieden. Weiter wurden Methoden (siehe Kapitel 4.3) vorgestellt, die es ermöglichen, diese Daten der Prozessausführungen aus den Quellsystemen zu extrahieren und in das eigentliche BPI-System zu importieren. Hier wurden zwei grundlegende Ansätze vorgestellt und miteinander verglichen.

Aufgrund der bisher gesammelten Erfahrungen durch die konkrete Arbeit mit praxistauglichen BPI-Systemen wurde in Kapitel 4.4 ein allgemeingültiges Vorgehen zur Datenintegration entwickelt, welches die einzelnen Schritte von den einzelnen Quellsystemen bis hin zur Datenvisualisierung im BPI-System abdeckt und beschreibt.

Abschließend wurden in Kapitel 4.5 Probleme und Herausforderungen, die im Zusammenhang mit der Datenintegration auftreten, aufgeführt. Diese sollen den Leser auf einige potentielle Fallstricke aufmerksam machen. Gerade in diesem Bereich besteht noch viel Potential für mögliche Unterstützung der Anwender durch das BPI-System. Zudem wurde in Kapitel 4.6 eine Checkliste erarbeitet, die die wichtigsten Fragen aufbereitet, zusammenfasst und den Leser mit einer Art Leitfaden durch diese problematische und schwierige Phase führen soll.

5

Datenverarbeitung

Nach einer erfolgreichen Integration der Daten aus den unterschiedlichen Quellsystemen eines Unternehmens liegen die nun transformierten und aufbereiteten Daten in einer internen Datenbank vor. Diese können nun durch umfangreiche und intelligente Analysen aufbereitet werden. Da der Fokus dieser Arbeit nicht auf dem Bereich der Datenverarbeitung liegt, sollen hier exemplarisch nur einige der Funktionalitäten dieser Architektur-Schicht aufgelistet und beschrieben werden.

5.1 Key Performance Indicators (KPIs)

Eine Hauptaufgabe eines BPI-Systems ist das Definieren und anschließende Berechnen von sogenannten *Key Performance Indicators* (KPIs). Diese beschreiben Leistung, Qualität

oder Fortschritt von wichtigen Unternehmenszielen oder Erfolgsfaktoren, wie beispielsweise die Maschinenauslastung, Bearbeitungszeit von Aktivitäten oder Qualität des Produktes. Initial müssen jedoch geeignete KPIs für die einzelnen Prozesse oder das gesamte Unternehmen herausgearbeitet werden.

Die Vorgehensweise nach *SMART* (siehe [Dor81]) ermöglicht es, relevante Kennzahlen im Unternehmen methodisch zu identifizieren, die in klar messbaren Zielen resultieren. Folgende Fragestellungen werden bei dieser Methode schrittweise beantwortet um passende Leistungskennzahlen zu ermitteln und zu erstellen:

- **Specific:** In welchem Bereich des Unternehmens wird optimiert?
- **Measurable:** Was wird verbessert und wie wird diese Verbesserung gemessen?
- **Assignable:** Wer ist für die Umsetzung der Optimierungen verantwortlich?
- **Realistic:** Welche Ergebnisse sind mit den gegebenen Ressourcen realistisch?
- **Time-related:** In welchem Zeitrahmen können die geplanten Verbesserungen erreicht werden?

KPIs können auf verschiedenen Ebenen definiert und erfasst werden:

- **Aktivitäten:** Berechnet Kennzahlen für einzelne Aktivitäten, wie beispielsweise die effektive Bearbeitungszeit einer Aktivität.
- **Prozessausführungen:** Berechnet Kennzahlen über eine komplette Prozessausführung hinweg, wie beispielsweise die durch eine Reklamation verursachten Kosten.
- **Prozesse:** Berechnet Kennzahlen über einen kompletten Prozess (sämtliche Prozessausführungen) hinweg, wie beispielsweise die Anzahl der Storno-Buchungen im aktuellen Geschäftsjahr.

Abbildung 5.1 zeigt die KPIs der verschiedenen Ebenen anhand unterschiedlicher Beispiele und schematischer Berechnung der Kennzahlen. Man kann sogar versuchen, die in den Definitionen 2-4 vorgestellten Ebenen der Business Process Intelligence auf die eben erwähnten KPI-Ebenen abzubilden. So sind KPIs auf der Prozess-Ebene meist für Personenkreise aus der strategischen Unternehmensebene interessant, während Prozessverantwortliche (taktische Ebene) eher KPIs auf Prozessausführungsebene betrachten. Die

Mitarbeiter, welche die einzelnen Aktivitäten ausführen und bearbeiten, benötigen wesentlich feingranularere Kennzahlen – die der Aktivitäten-Ebene.

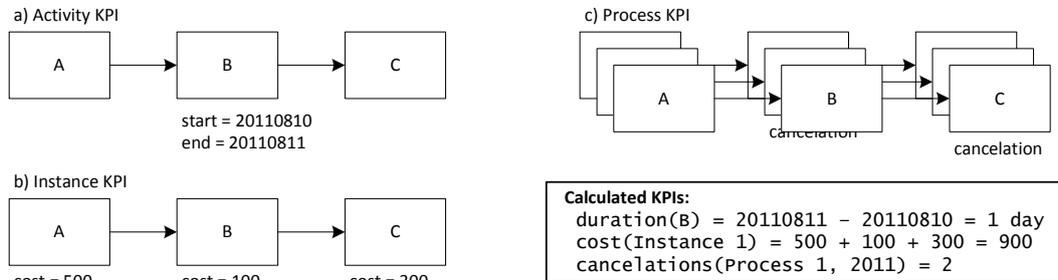


Abbildung 5.1: KPIs auf verschiedenen Ebenen

Nach einer sinnvollen Definition der betrieblichen Kennzahlen müssen diese mittels Formeleditoren im BPI-System umgesetzt werden. Anschließend werden für die Prozessdaten, welche sich bereits im BPI-System befinden, die entsprechenden Werte nach diesen hinterlegten Formeln berechnet. Die grafische Repräsentation wird von der nächst höheren Architekturebene, der Datenvisualisierung (siehe Kapitel 6) übernommen.

5.2 Data Mining

Unter dem Begriff *Data Mining* versteht man die intelligente Anwendung von Algorithmen und Verfahren, um neue Muster und Strukturen in vorhandenen Daten zu entdecken. Data Mining wird als eine der wichtigsten Technologie in BI-Systemen angesehen. Somit ist es nicht weiter verwunderlich, dass diese Methodik nun auch den Weg in die BPI-Systeme gefunden hat.

Im Gegensatz zu gewöhnlichen OLAP-Auswertungen (Online Analytical Processing, siehe [CD97]), welche in Data Warehouse-Systemen verwendet werden und bereits im Voraus definierte Fragestellungen beantworten (beispielsweise: „Welcher Prozentanteil meiner Kunden ist weiblich?“), untersucht Data Mining die vorliegenden Daten nach neuen, nicht bereits bekannten Strukturen, Mustern, Beziehungen und Informationen. Dadurch ist es möglich, neue Zusammenhänge zu erkennen (beispielsweise: „Kunden, die Produkt A kau-

fen, kaufen häufig auch Produkt B“), Schlüsse daraus zu ziehen und diese Informationen gezielt zu nutzen.

Häufig verwendete Methoden aus dem Umfeld des Data Mining sind:

- **Assoziationsanalyse:** Warenkorbanalysen
- **Ausreißeranalysen:** Identifikation von auffälligen Datensätzen (beispielsweise verlängerte Bearbeitungszeit einer Aktivität)
- **Clusteranalysen:** Gruppieren und Zusammenfassen von ähnlichen Objekten
- **Klassifikation:** Einordnen der Objekte in bestimmte Kategorien aufgrund bestimmter Merkmale
- **Statistische Analysen:** Reduzierung der Informationen, Identifizierung von Beziehungen zwischen Variablen

5.3 Process Discovery & Conformance Checking

Process Discovery (häufig auch *Process Mining* genannt, Informationen zur grafischen Darstellung im Kapitel 6.2.1), verfolgt das Ziel, möglichst vollautomatisch eine gültige Darstellung einer Prozessausführung zu erstellen. Dabei wird ein Bottom-Up-Ansatz gewählt – das Prozessmodell wird aufgrund der gesammelten Informationen der Ausführung (beispielsweise durch Protokoll-Dateien) nachgebaut. Somit wird der „As-Is“ Zustand eines Prozesses sichtbar. Die Arbeiten [WV01, VRWV07, VVH⁺03] zeigen ein breites wissenschaftliches Spektrum zu dieser Thematik und verschiedenen Ansätzen. Dabei bietet das Open Source-System „Prom“ [VMV⁺05, TV] verschiedenste Mining-Algorithmen für die Prozess- und Social Network-Visualisierung an und stellt ein modulares Framework zur intelligenten Prozessanalyse zur Verfügung.

Allerdings gibt es Probleme, die durch Process Mining-Algorithmen nicht optimal gelöst werden können. So gilt beispielsweise das Entdecken von Schleifen in einem Prozess (beispielsweise das wiederholte Prüfen eines Antrages) oder Abhängigkeiten zwischen einzelnen Aktivitäten (wenn Aktivität A ausgeführt wurde, muss im späteren Verlauf zwingend

Aktivität X zusätzlich ausgeführt werden) als Herausforderungen. [Web07] geht auf einige dieser Schwierigkeiten näher ein und beschreibt diese.

In [ARE] werden sowohl Prozessmodellierer als auch -analysten zur Relevanz bestimmter Aufgaben von Process Mining-Algorithmen befragt und so einige Anwendungsfälle solcher Algorithmen vorgestellt. Die wichtigsten Szenarien sind in Tabelle 5.1 aufgelistet.

Anwendungsfall	
U1	Structure of the process: Determine the structure of an unknown process or discover how a process looks like in practice.
U3	Most frequent path in the process: Discover what is the path in the process that is followed by the highest percentage of cases.
U4	Distribution of cases over paths Discover common and uncommon behavior in the process by looking at the distribution of cases over the possible paths in the process.
U7	Compliance to the explicit model: Compare the documented process model with the real process as observed in the event log.

Tabelle 5.1: Anwendungsfälle von Process Mining-Algorithmen (nach [ARE])

Abbildung 5.2 zeigt die Ergebnisse der Studie [ARE]. Interessante Aspekte daraus sind beispielsweise, dass *U1: Structure of the Process* oder *U4: Distribution of cases over paths* sowohl bei Prozessmodellierern als auch -analysten sehr hoch und eng beisammen gewertet wurde, während bei *U5: Exceptions from the normal path* oder *U12: Throughput time of cases* die Meinungen über die Relevanz dieser Anwendungsszenarios divergieren.

Der Begriff *Conformance Checking* ist eng mit dem eben vorgestellten Process Discovery verbunden. Dabei werden manuell erstellte und dokumentierte Soll-Prozesse (beispielsweise durch verschiedenen Modellierungssysteme) gegen die von Mining-Algorithmen erstellten Prozessmodelle, gegengeprüft. Ein entsprechender Vergleich zeigt anschließend, wo sich der „Soll-Prozess“ vom tatsächlichen „Ist-Prozess“ unterscheidet und bietet somit erste Möglichkeiten zur Optimierung der Prozessausführung. Während das tatsächliche Modell relativ einfach durch geeignete Process Discovery-Algorithmen erstellt werden können, muss der „Soll-Prozess“ meist manuell durch ein entsprechendes Modellierungssystem ab-

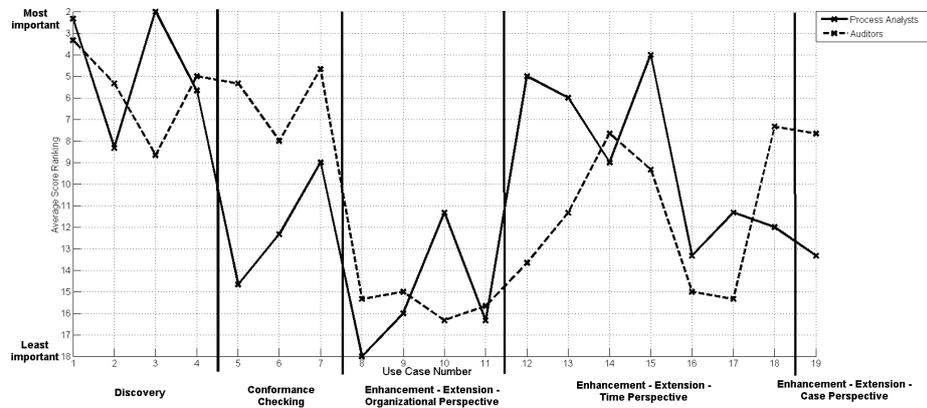


Abbildung 5.2: Evaluation der Anwendungsfälle von Process Mining-Algorithmen (nach [ARE])

gebildet werden um eine formale Repräsentation und Dokumentation zu erstellen. Dieser Arbeitsschritt sollte durch eine enge Zusammenarbeit von fachkundigen Mitarbeitern, die den Prozess bearbeiten und entsprechenden Prozessmodellierern durchgeführt werden.

Abbildung 5.3 zeigt den schematischen Aufbau, wie bei Process Discovery und Conformance Checking vorgegangen wird.

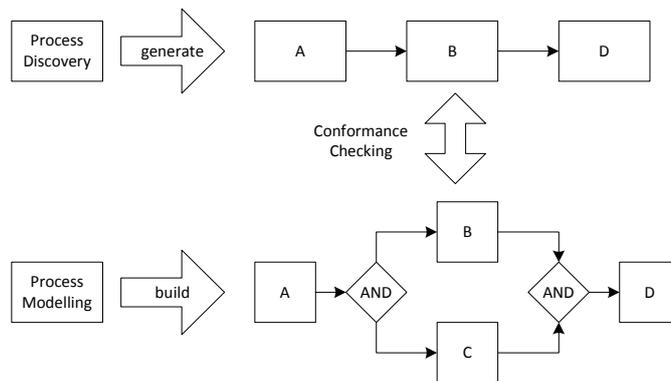


Abbildung 5.3: Process Discovery & Conformance Checking

5.4 Reporting

Die durch umfangreiche Analysen gesammelten und aufbereiteten Prozessdaten sollen nicht nur in verschiedenen Diagrammen angezeigt und zu Dashboards (siehe Kapitel 6.1) kombiniert werden, sondern auch für andere Medientypen (beispielsweise Geschäftspräsentationen, Berichte oder den Internetauftritt des Unternehmens) verwendet werden. Dafür stellt ein BPI-System unterschiedliche, bereits vordefinierte *Reports* zur Verfügung, die vollautomatisch mit den gewünschten Daten (Leistungskennzahlen, Prozessmodelle oder verschiedenen Diagrammen) befüllt und typischerweise im entsprechenden Corporate Design des Unternehmens aufbereitet werden. Abbildung 5.4 verdeutlicht den schematisch, wie die Reports erstellt werden.

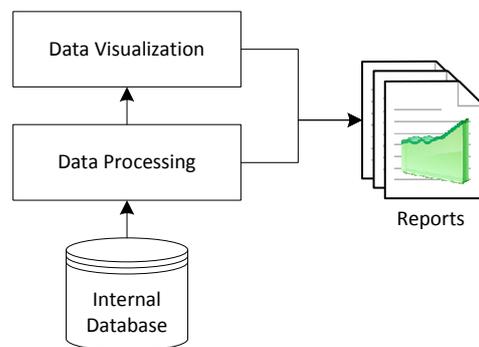


Abbildung 5.4: Reports in BPI-Systemen

5.5 Alerting

Die *Alert*-Funktionalität eines BPI-Systems informiert bestimmte Mitarbeiter oder ganze Personenkreise über definierte Ereignisse, die bereits eingetreten sind, oder möglicherweise eintreten werden. Diese Ereignisse werden in einer eigenen Regel-Datenbank (Rule-Database) beschrieben. Prozessausführungen werden nun zur Laufzeit gegen diese Regeln geprüft und, bei Zutreffen dieser, entsprechende Events ausgelöst. Meist sind diese Regeln negative Prozessleistungen, wie beispielsweise die verlängerte Bearbeitungszeit

eines Prozesses oder erhöhte Kosten in einem Geschäftsfall, verursacht durch eine Reklamation. Der zuständige Mitarbeiter oder Prozessverantwortliche wird nun durch verschiedene Kommunikationskanäle (Instant Messages, E-Mails, SMS oder Desktopbenachrichtigungen) informiert und über mögliche Optimierungen unterrichtet, damit dieser steuernd oder korrigierend in die Prozessausführung eingreifen kann. Abbildung 5.5 veranschaulicht das eben vorgestellte Prinzip.

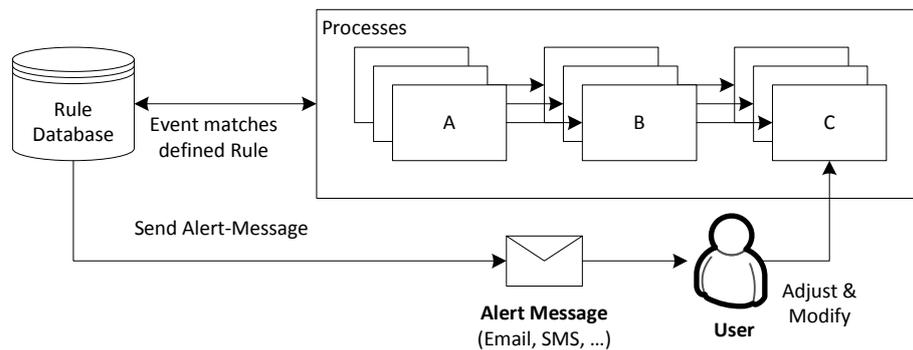


Abbildung 5.5: Alerts in BPI-Systemen

5.6 Process Control

Nachdem die bisherigen Funktionskomponenten eines BPI-Systems dazu beigetragen haben, Prozessausführungen zu beobachten und Schwachstellen in diesen aufzudecken, dient das *Process Control*-Modul der Steuerung der Prozessausführungen. Durch die interne Optimierungslogik wäre es möglich, für die in der Prozessausführung entdeckten Probleme, Lösungsvorschläge zu erarbeiten. Diese sollen dann, nach Abstimmung mit einem Prozessverantwortlichen, direkt, und wenn möglich komplett vollautomatisch durch das BPI-System, in den derzeit ausgeführten Prozess übernommen werden. Es findet also eine direkte Kommunikation mit dem beteiligten Quellsystem in der Rückrichtung statt. Das heißt, das BPI-System greift nun aktiv steuernd in die laufenden Prozessausführungen ein, um aktuelle Probleme zu korrigieren und mögliche Fehler vorzubeugen.

5.7 Weitere Funktionen

Nachfolgend sollen weitere Funktionen eines BPI-Systems angeführt und besprochen werden. Unter *Benchmarking* versteht man den Vergleich von Referenzwerten anderer Unternehmen mit den Referenzwerten einer Prozessausführung des eigenen Unternehmens. Dabei können KPIs auf allen Ebenen (siehe Kapitel 5.1) verglichen werden. Zusätzlich können durch *Predictive Analysis* Erwartungswerte von Prozessausführungen berechnet werden, um den weiteren Verlauf dieser voraussagen zu können. Weiter bieten einige BPI-Systeme vordefinierte *Six Sigma*-Methoden (6σ) an, um die Prozessqualität durch statistische Mittel zu messen ([PNC07]). Zusätzlich werden durch *Ad-Hoc-Analysen* Möglichkeiten geschaffen, Analysen in verschiedensten Bereichen spontan durchzuführen (beispielsweise eine Root-Cause Analyse).

5.8 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden Analysemethoden und andere Kernfunktionalitäten von BPI-Systemen kennengelernt. So ist es nicht nur möglich, durch Data Mining-Verfahren (siehe Kapitel 5.2) neue Strukturen und Verbindungen in Daten zu entdecken, sondern Anwender auch gezielt auf diese hinzuweisen (siehe Kapitel 5.5). Auch wurden unternehmerische Kennzahlen im Kapitel 5.1 besprochen und drei Detaillierungsebenen bei diesen herausgearbeitet, welche sich mit den bereits kennengelernten Definitionen 2-4 von Business Process Intelligence aus Kapitel 2.1 ergänzen.

Natürlich weist ein BPI-System noch weitere Funktionen, Analysen und Methoden zur Verarbeitung der extrahierten Daten auf. Diese wurden jedoch – aufgrund des anderen Schwerpunktes der Arbeit (siehe Kapitel 3.3 und Kapitel 4) – nicht näher behandelt, sondern nur kurz erwähnt.

6

Datenvisualisierung

Nachdem in den vorherigen Kapiteln die Datenintegration (Kapitel 4) mit den verschiedenen Teilaspekten und den damit verbundenen Problemen und Herausforderungen (Kapitel 4.5) besprochen wurde, gelangen die Daten in die systemeigene Datenbank. Anschließend erfolgt die Bearbeitung und die Bewertung der daraus resultierenden Ergebnissen (Kapitel 5). Diese müssen nun zielgerichtet für die entsprechenden Personen im Unternehmen visualisiert werden, um Entscheidungen zu unterstützen, neue Erkenntnisse zu gewinnen oder Optimierungen zu ermöglichen.

Der Funktionsumfang der verschiedenen BPI-Systeme unterscheidet sich in diesem Bereich kaum, was größtenteils daran liegt, dass sich im Laufe der Zeit bestimmte „Best Practices“ zur Darstellung der Geschäftsdaten herauskristallisiert haben. Nachfolgend werden einige dieser Darstellungsformen, die sich mittlerweile etabliert haben, vorgestellt und deren Verwendung diskutiert.

6.1 Dashboards

Unter einem *Dashboard* (oder auch Management Cockpit) versteht man die stark vereinfachte und verdichtete Darstellung von Unternehmens- oder Prozessdaten, wie beispielsweise KPIs oder die daraus resultierenden Diagramme. Dabei ist die Granularität der Darstellung stark von den adressierten Personen oder Gruppen abhängig. Eine Person aus dem Topmanagement eines Unternehmens benötigt andere und grobgranularere Informationen, wie ein Mitarbeiter, der direkt an der Ausführung eines einzelnen Prozesses beteiligt ist. Für die Darstellung kommen meist verschiedene Diagrammtypen (beispielsweise Balken-, Linien- oder Tortendiagramme) sowie Ampeln und Tachometer zum Einsatz, welche in dieser Arbeit aufgrund ihrer Bekanntheit nicht explizit behandelt und erklärt werden.

Ziel ist es, den zuständigen Personen sämtliche Informationen die für ihre Arbeitsaufgaben benötigt werden, in einer übersichtlichen Art zur Verfügung zu stellen. Dabei gilt es, die Mitarbeiter nicht in einem Meer an Informationen zu ertränken, sondern sich auf die wichtigsten Fakten oder Kennzahlen zu beschränken. [Few07] stellt einige „Best Practices“ zur Verfügung, wie solche Dashboards (und deren einzelne grafischen Elemente) eingesetzt werden können, um bestmögliche Ergebnisse im Unternehmen zu erzielen.

Abbildung 6.1 zeigt solch ein Dashboard in ARIS MashZone, welches verschiedene Diagrammartentypen interaktiv kombiniert und darstellt.

Weitere Visualisierungskonzepte, wie beispielsweise Prozessgraphen (Kapitel 6.2.1), Social Network-Graphen (Kapitel 6.2.2), einfache Diagrammtypen (Balken-, Linien-, Tortendiagramm, siehe Abbildung 6.1) und die personenbezogenen Sichten (Kapitel 7) auf Geschäftsprozesse oder die damit verbundenen Informationen oder Quellsysteme können auf Dashboards zusammengefasst und so den Anwendern von BPI-Systemen dargestellt werden. Das Dashboard agiert also als zentrale Sammel- und Anlaufstelle für die aufbereiteten Prozessdaten und kann von den Personen entsprechend angepasst werden.

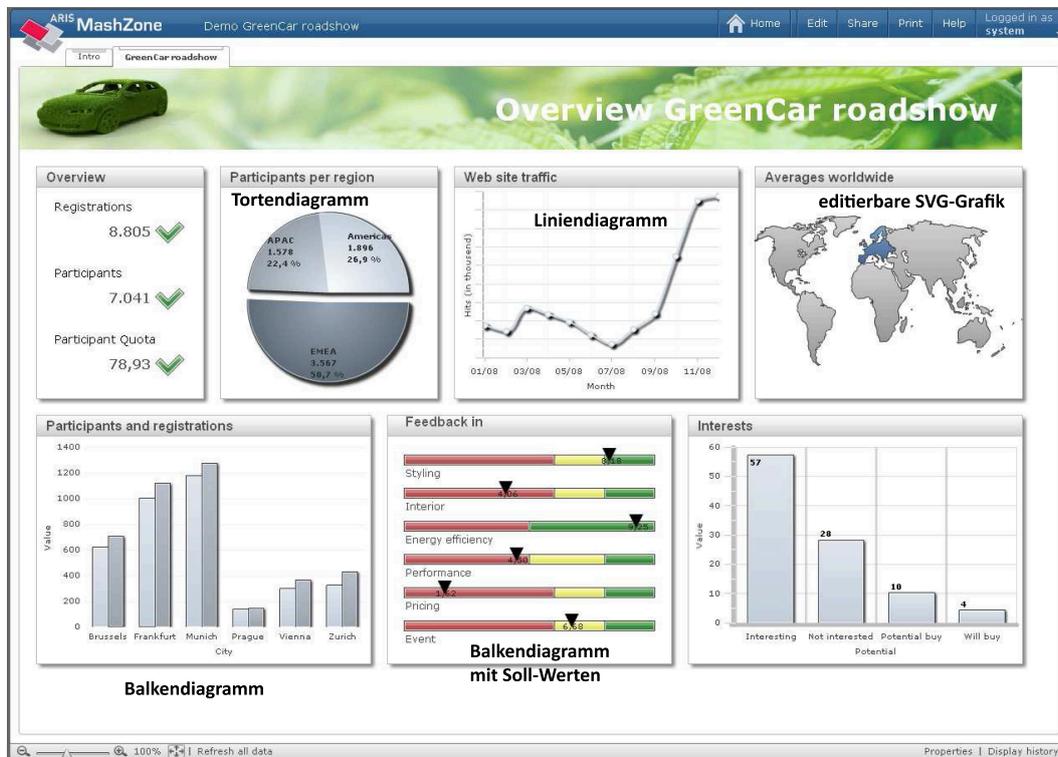


Abbildung 6.1: Darstellung eines Dashboard in ARIS MashZone

6.2 Graphbezogene Visualisierung

Unter einer *graphbezogener Visualisierung* versteht man die Darstellung von prozessbezogener Informationen als Graph. Diese werden, je nach Fokus der dargestellten Informationen, in weitere Teilkategorien eingeteilt, die in den folgenden Abschnitten näher behandelt werden sollen.

6.2.1 Prozessgraphen

Meist wird als erste grafische Repräsentation der Informationen aus den verschiedenen prozessbeteiligten Quellsystemen die Darstellung des *Prozessgraphen* gewählt. Dieser

zeigt die einzelnen Aktivitäten eines Prozesses, die an der Ausführung beteiligten Mitarbeiter und die zugehörigen Daten an. Durch diese Graphendarstellung lässt sich leicht nachvollziehen, wie eine einzelne oder mehrere Prozessausführungen im Unternehmen abgelaufen sind. Weiter können, je nach Mächtigkeit der Notation, Merkmale wie Beziehung zwischen Aktivitäten, Ressourcen, Zustände oder Bedingungen dargestellt werden.

Für die Repräsentation der Prozesse haben sich im Laufe der Zeit verschiedene Standards für Notationen, welche nicht zwangsweise grafischer Natur sein müssen, herausgebildet. [Koe04] stellt einige Modellierungssprachen vor, erklärt wichtige grafische Elemente und vergleicht die Notationen miteinander.

- **Business Process Modeling Notation (BPMN):** Ursprünglich von Stephen A. White bei IBM erarbeitet, wird dieser Standard seit 2005 offiziell von der OMG [OMGa] weitergepflegt. Wichtige Aufgaben sind unter anderem, eine visuelle Repräsentation zu schaffen, die von allen Prozessbeteiligten leicht lesbar und verständlich ist, sowie die direkte Ausführung dieser Modelle (ohne weitere Transformationen) auf Prozess-Engines von Workflow Management-Systemen.
- **Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK):** August-Wilhelm Scheer entwickelte Anfang der 90er Jahre, im Rahmen eines Forschungsprojektes [Sch96] mit der SAP AG zusammen, die Modellierungssprache der Ereignisgesteuerten Prozessketten. Diese semiformale Sprache soll betriebliche Vorgänge abbilden. Durch den Einsatz in vielen Standard-Systemen haben sich EPKs als Prozessmodellierungssprache in der Praxis durchgesetzt. Durch Erweiterungen lassen sich auch Organisationseinheiten, Datenflüsse und Ressourcen darstellen und in die Modelle einbetten. EPK ist ein ereignisorientierter Modellierungsansatz.
- **Petri-Netze:** 1962 legte Carl Adam Petri in seiner Dissertation [Pet62] den Grundstein für die Forschung mit Petri-Netzen. [Mur89] stellt die zugrundeliegenden Schaltkonzepte vor und geht auf Eigenschaften von Petrinetzen ein. Durch die exakte formale Beschreibung von Vorgängen ist es möglich, Prozesse zu analysieren um beispielsweise Verklemmungen zu entdecken. Andere Modellierungstechniken (beispielsweise UML 2.0) verwenden grundlegende Prinzipien dieser ereignisorientierten Modellierungssprache.

- **Unified Modeling Language (UML):** Aus der strukturierten Zusammenführung verschiedener Modellierungssprachen entstand in den 90er Jahren die UML [OMGb] für Dokumentation, Spezifikation und Modellierung von Software und anderen Systemen. UML stellt verschiedene Diagrammtypen für die statische und dynamische Modellierung von Systemen bereit, wobei besonders das Aktivitätsdiagramm für die Modellierung von Geschäftsprozessen interessant ist. Die Semantik ist dabei stark an Petri-Netze angelehnt, obwohl UML eine prozessorientierte Modellierung ermöglicht.

Häufig findet sich in der Wirtschaft eine Kombination aus *formaler* und *informaler Modelle*. Informale Beschreibungstexte tauchen häufig als Dokumentationen oder Erklärungen in textueller Form oder einfachen Ablaufdiagrammen von Geschäftsprozessen auf, während formale Modelle als ausführbaren Code (beispielsweise in Workflow Management-Systemen) interpretiert und zu Simulationszwecken eingesetzt werden können.

6.2.2 Social Network-Graphen

Eine andere Art der grafischen Repräsentation eines Geschäftsprozesses ist der *Social Network-Graph* (Soziogramm). Dabei werden, im Vergleich zum eben vorgestellten Prozessgraphen, nicht die einzelnen Aktivitäten, sondern die beteiligten Personen oder Organisationseinheiten miteinander in Beziehung gesetzt. So können beispielsweise die Mitarbeiter an einem konkreten Geschäftsprozess leicht identifiziert und stark belastete Angestellte schnell ermittelt werden. Häufig werden Informationen wie Kommunikationsfluss, Anzahl der ein- und ausgehenden Kommunikationen oder die Art der Kommunikation (beispielsweise Telefon oder E-Mail) zwischen den einzelnen Beteiligten extrahiert und dargestellt. [VRS05] befasst sich mit grundlegenden Ideen und Methoden zur Erstellung von Soziogrammen aufgrund von bereitgestellten Prozessdaten.

Die Abbildung 6.2 zeigt einen Social Network-Graphen aus dem ARIS Process Performance Manager. Die einzelnen Kreise repräsentieren verschiedene Mitarbeiter oder Gruppen, Kanten zwischen diesen, die Kommunikationsrichtung. Die Strichstärke der Pfeile ist, zusätzlich zu den Zahlen auf den Kommunikationspfeilen ein Indikator für die Anzahl der Kommunikationen. In diesem Beispiel ist leicht zu erkennen, dass die Gruppe „Distribution

Center Team 0“ ausschließlich mit „Dealer Sales-Team 0“ kommuniziert und nur Anfragen von „Support“-Teams bekommt.

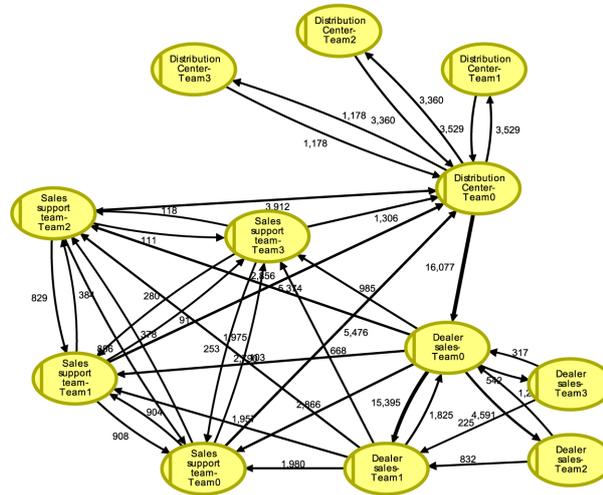


Abbildung 6.2: Social Network-Graph

6.2.3 Netzpläne & GANTT-Diagramme

Als weitere Darstellung von Prozessgraphen sind *Netzpläne* zu nennen. Die [DIN87] beschreibt diesen Begriff durch „*alle Verfahren zur Analyse, Beschreibung, Planung, Steuerung und Überwachung von Abläufen auf der Grundlage der Graphentheorie, wobei Zeit, Kosten, Einsatzmittel bzw. Ressourcen berücksichtigt werden können. Ein Netzplan ist die graphische oder tabellarische Darstellung von Abläufen und der Abhängigkeiten.*“.

Die Tabelle 6.1 listet Vor- und Nachteile der Netzplantechnik auf.

Eine spezielle Form der Netzpläne sind die *GANTT-Diagramme*. Dieses, vor allem im Bereich des Projektmanagements weitverbreitete Diagramm ermöglicht es, Abfolgen von Prozessschritten auf einer Zeitachse darzustellen. Die Länge der Balken gibt dabei die Dauer an, während Pfeile Abhängigkeiten zwischen Aktivitäten symbolisieren. Da diese Darstellungsform die einzelnen Arbeitsschritte zu zeitlicher Informationen in Verbindung setzt, kön-

Vor- und Nachteile der Netzplantechnik	
Vorteile:	Leicht zu erfassen Kritische Vorgänge & Engpässe leicht erkennbar Unterstützung von vielen Management-Werkzeugen Einfache Berechnungsregeln
Nachteile:	Oft zu abstrakte Darstellung

Tabelle 6.1: Vor- und Nachteile der Netzplantechnik

nen GANTT-Diagramme nicht immer sinnvoll eingesetzt werden. Bedingung dafür ist beispielsweise die Bereitstellung von Start- und Endzeitpunkten der Aktivitäten in der Prozessausführung. Weiter können auch andere Dimensionen (beispielsweise verursachte Kosten) entlang der Achsen abgetragen werden. Im erwähnten Falle der verursachten Kosten würde die Balkenlänge die jeweiligen Kosten einer Aktivität an der gesamten Prozessausführung darstellen. Fokus der Darstellung in Form eines GANTT-Diagramms liegt normalerweise im Planungs- und Ressourcenbereich.

Durch Aggregation mehrerer Geschäftsausführungen können Mittelwerte für die Durchlaufzeit einzelner Aktivitäten visualisiert, durch die zusätzliche Angabe der Standardabweichung die Streuung dieser Zeiten ermittelt werden. Ebenso kann durch das Hinzufügen des kritischen Pfades eines Geschäftsprozess mögliche Problembereiche im Ablauf leichter sichtbar gemacht werden.

Abbildung 6.3 zeigt eine Prozessvisualisierung in Form eines GANTT-Diagramms im BPI-System ARIS PPM (siehe Kapitel 8.2.1).

6.2.4 Simulation

Mithilfe einer *Simulation* können Experimente an einem Modell durchgeführt werden. Dabei spricht man von dem zu simulierenden System und dem Simulator, welcher die Implementierung des Modells darstellt. Experimente werden gegen diese Realisierung gestellt, die Ergebnisse in das zu simulierende System übertragen und interpretiert. Dabei ist die Simulation aber keine reine Visualisierung, sondern vielmehr eine Kombination aus Datenverarbeitung und -analyse, und der zugehörigen grafischen Darstellung.

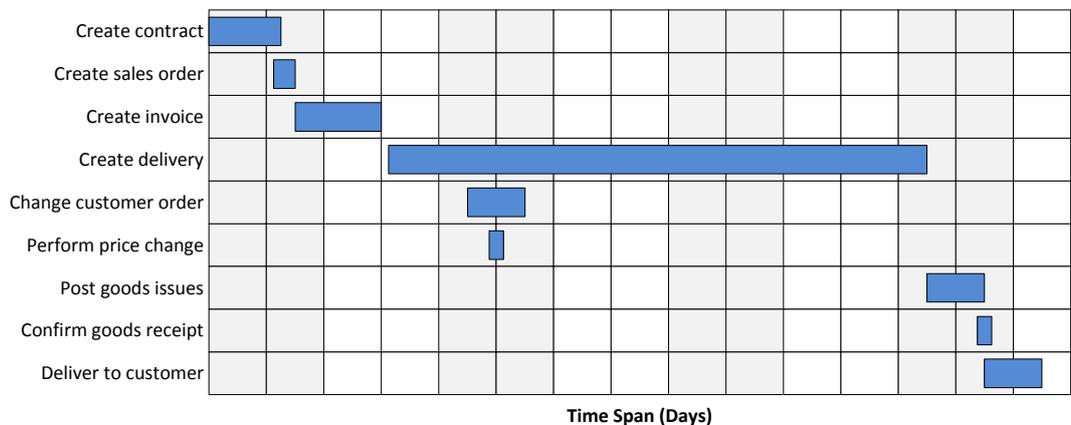


Abbildung 6.3: Prozessvisualisierung als GANTT-Diagramm

Nach einer zeitlichen Klassifikation unterscheidet man zwei Arten von Simulationen:

- **Historische Simulation:** Hierbei werden bereits ausgeführte Prozesse erneut „abgespielt“. Ziel hierbei ist es, rückblickend Probleme oder Fehler zu entdecken. Die dazu benötigten Informationen finden sich in den Protokoll-Dateien (siehe Kapitel 4.2.1) und können so in einen zeitlichen Zusammenhang gebracht werden.
- **Zukunftsorientierte Simulation:** Bei der zukunftsorientierten Simulation wird durch das Ausprobieren, Verändern und Anpassen von Parametern (beispielsweise hinzufügen eines zusätzlichen Bearbeiters bei der Aktivität X) versucht, eine optimalere Ausführung des Geschäftsprozesses zu erzeugen. Häufig spricht man in diesem Zusammenhang auch von „What-If“-Analysen, Bottleneck-Analysen oder Stresstests.

Die Abbildung 6.4 zeigt eine Simulation aus dem BPI-System Futura Reflect (siehe Kapitel 8.2.2). Dabei werden die einzelnen Prozessausführungen als verschiedenfarbige Punkte durch das Prozess-Modell bewegt. Diese bewegen sich auf Kanten zwischen den einzelnen Aktivitäten durch den Prozess und spiegeln so die Zeit bis zum Start der nächsten Aktivität wider. Anschließend bewegt sich der Punkt „von oben nach unten“ durch die derzeit ausgeführte Aktivität und zeigt somit die Bearbeitungsdauer an. Die Säulen neben den einzelnen Aktivitäten zeigen weitere anstehende Prozessausführungen an und visualisieren so potentielle Bottlenecks und lange Bearbeitungszeiten.

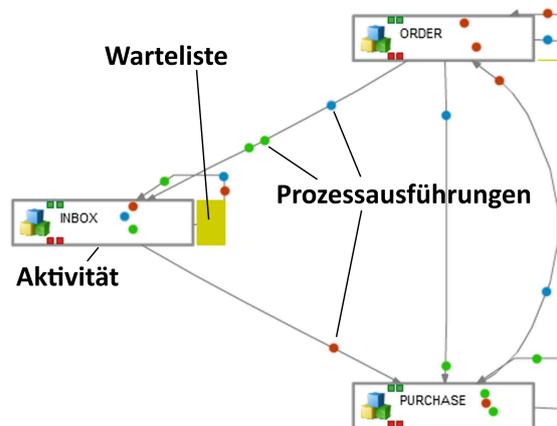


Abbildung 6.4: Simulation eines Prozessmodells aufgrund gesammelter Daten

6.3 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden grafische Repräsentationen, die in BPI-Systemen zur Visualisierung dienen, vorgestellt, sowie einige Modellierungssprachen und -notationen für Prozessgraphen erwähnt. Weiter wurden Social Network-Graphen, sowie Simulationen innerhalb eines BPI-Systems beschrieben. Auch wurden andere graphbasierte Visualisierungsformen, wie der aus der Netzplantechnik bekannten Netzplan, sowie insbesondere das aus dem Projektmanagement bekannte GANTT-Diagramm, vorgestellt.

Nachfolgend werden in Kapitel 7 auf weiterführende Visualisierungskonzepte eingegangen, die verschiedene Sichten auf Prozess-Modelle und deren konkrete Ausführungen bilden.

7

Fortgeschrittene Visualisierungskonzepte

In diesem Kapitel werden fortgeschrittene Visualisierungskonzepte für Prozesse betrachtet. Dabei werden durch sogenannte *Prozess-Sichten* verschiedenste Aspekte eines Prozessgraphen (siehe Kapitel 6.2.1) herausgearbeitet, hervorgehoben und zielgerichtet für die benötigten Prozessbeteiligten aufbereitet. Dies ist notwendig, um die bereits in Kapitel 2 vorgestellte Kern-Definition von Business Process Intelligence, sowie die der strategischen, taktischen und operationalen Business Process Intelligence, in einem BPI-System zu unterstützen. Das Kapitel 7.1 bietet eine Definition für den Begriff der *Prozess-Sicht* und zeigt in Abbildung 7.1 den Zusammenhang zwischen Prozess-Modellen, deren Ausführungen und den zugehörigen Sichten auf. Weiter werden im Kapitel 7.2 verschiedene Anwendungsszenarios für Sichten auf einen Prozess oder dessen Ausführung vorgestellt,

die anschließend näher beschrieben und diskutiert werden. Diese sollen die Notwendigkeit von Sichten in einem BPI-System motivieren. Aus diesen Anforderungen und Szenarien werden abschließend im Kapitel 7.3 zwei unterschiedliche, bereits publizierte Ansätze zur Bildung von Sichten besprochen, die bereits in Systemen implementiert wurden.

7.1 Prozess-Sichten

Die bereits in Kapitel 6.2.1 kennengelernten Prozessgraphen sollen nun für den Einsatz in einem BPI-System mit zusätzlichen Informationen angereichert werden. Dies kann aufgrund verschiedenen Anwendungsfällen (siehe Kapitel 7.2) geschehen, wie beispielsweise das Anreichern des Graphen mit Leistungskennzahlen oder die Darstellung der verwendeten Daten im Geschäftsprozess. Nachfolgend wird der Begriff der Prozess-Sicht vorgestellt.

Definition 7 (Prozess-Sicht). *Eine Prozess-Sicht (kurz: Sicht) ist eine abstrakte Darstellung eines Prozess oder der explizite Prozessausführung eines solchen. Dabei werden verschiedene Operationen (beispielsweise Reduktion oder Aggregation) angewendet. (nach [Bob08])*

Abbildung 7.1 (nach [Bob08]) zeigt den Zusammenhang zwischen den definierten Prozessen, den zugehörigen Prozessausführungen und den Prozess-Sichten. Dabei können die Sichten direkt auf einem Prozess, oder den instanziierten Prozessausführungen des Prozesses definiert und erstellt werden. Dies wird auch in den in Kapitel 7.2 vorgestellten Anwendungsfällen verdeutlicht. Bei der Bildung dieser Sichten müssen verschiedenste Aspekte (beispielsweise Kontrollfluss, Anwendungsdaten oder Bearbeiterzuordnungen) des Prozessgraphen abgebildet und übernommen werden.

Zu den Anforderungen einer personalisierten Prozess-Sicht gehören zum einen, nicht benötigte Objekte (beispielsweise Aktivitäten, die komplett maschinell erledigt werden) aus der grafischen Repräsentation zu entfernen (Reduktion). Zum anderen müssen mehrere Objekte (beispielsweise mehrere Aktivitäten, die einen gemeinsamen höheren Zweck erfüllen) zusammengefasst werden können (Aggregation). Dabei sollen Änderungen am Kontrollfluss, bedingt durch diese genannten Operationen, automatisch vom BPI-System angepasst werden.

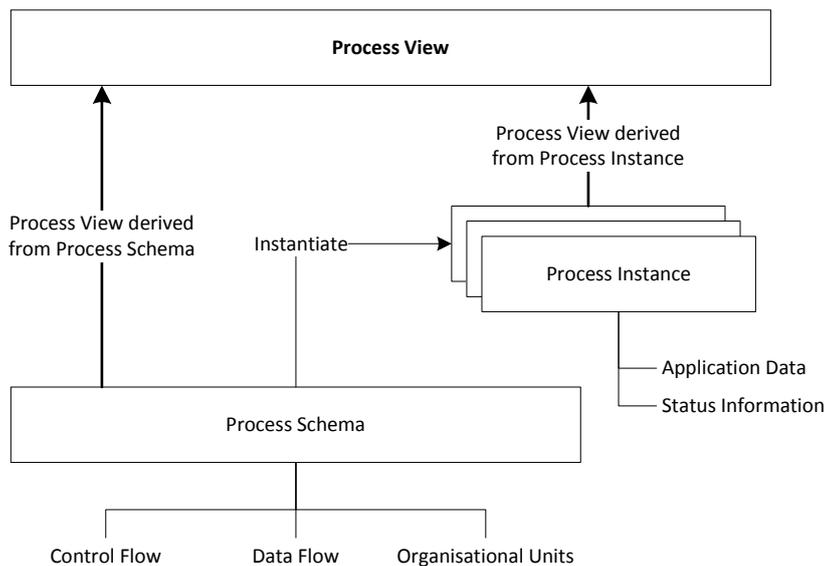


Abbildung 7.1: Überblick über grundlegende Konzepte der Sichtenbildung (nach [Bob08])

7.2 Anwendungsfälle

Nachdem in Kapitel 7.1 eine Definition zu Prozess-Sichten vorgestellt wurde, werden nun Anwendungsfälle für solche im Kontext eines BPI-Systems erarbeitet. Diese sollen durch die Abbildung 7.2 zusätzlich verdeutlicht werden. Dargestellt ist die bereits aus Kapitel 3.2 bekannte, jedoch für diese Anschauung leicht angepasste und erweiterte, Architektur eines BPI-Systems (vergleiche Abbildung 3.2).

7.2.1 Anwendungsfall 1: Personenbezogene Sichten

Da in komplexen Prozessgraphen für Prozessbeteiligte die Schwierigkeit besteht, zu erkennen, an welchen Aktivitäten sie aktiv beteiligt sind, müssen die Prozess-Modelle dementsprechend personalisiert auf die Bedürfnisse und Anforderungen der Anwender angepasst werden. Dazu können beispielsweise alle Aktivitäten, die nicht vom gewünschten Mitarbeiter bearbeitet werden, aus dem entsprechenden Prozessgraphen entfernt werden. Auch hier kann auf die bereits in dieser Arbeit vorgestellten Definitionen 2-4 und die damit ver-

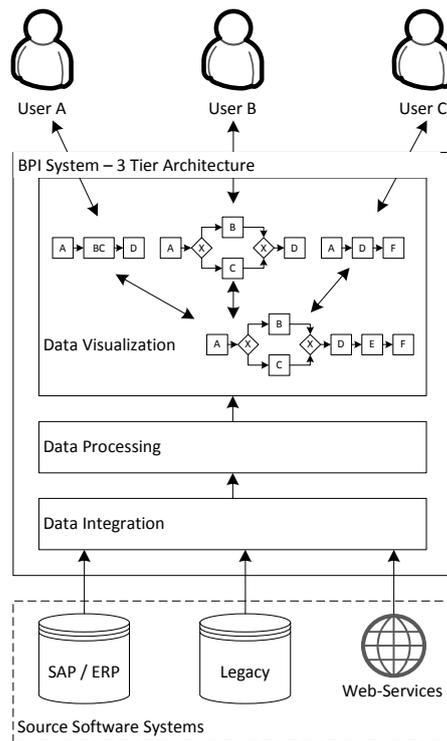


Abbildung 7.2: BPI-Systemarchitektur mit verschiedenen Sichten

bundenen Detaillierungsstufen zurückgegriffen werden. Ein Manager aus der Geschäftsführung (strategische Ebene) interessiert sich beispielsweise nur für den groben Geschäftsablauf, während ein Mitarbeiter (operationale Ebene) detaillierte Informationen zu den von ihm zu erledigenden Aktivitäten erhalten muss. Personenbezogene Sichten auf den Prozess können dafür eingesetzt werden, Informationen zielgerichtet an die unterschiedlichen Personenkreise mit dem von diesen benötigten Fokus auszuliefern.

Abbildung 7.3 soll den eben erläuterten Sachverhalt grafisch veranschaulichen. Dazu wurden von einem modellierten Prozess personalisierte Sichten für die verschiedenen Mitarbeiter des Geschäftsprozesses erstellt. Für den Anwender A wird die Aktivität B ausgeblendet, und somit die Verzweigung im Prozessgraphen aufgelöst. Weiter wird die Aktivität F entfernt. Für den Anwender B wird sowohl die Startaktivität A entfernt, als auch die Aktivitäten D und E. Durch die Reduktion oder Aggregation der einzelnen Aktivitäten können individuelle Sichten auf den Prozess bereitgestellt werden.

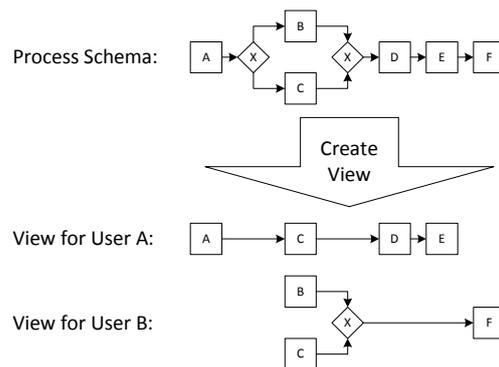


Abbildung 7.3: Von einem Prozess abgeleitete personenbezogene Sichten

7.2.2 Anwendungsfall 2: Quellsystembezogene Sichten

Die Daten, die in einem BPI-System analysiert werden, werden von unterschiedlichen Quellsystemen des Unternehmens bereitgestellt (siehe Kapitel 4.1). Somit lässt sich auch der durch Process Mining-Algorithmen erstellte Graph der Prozessausführung mit Informationen der darunterliegenden Quellsysteme anreichern. Auch dieser Prozessgraph mit den

verbundenen Quellsystemen (siehe Abbildung 7.4, oberer Teil) könnte eine erweiterte Sicht auf den Prozess darstellen.

Zudem wäre es wünschenswert, sich Sichten für bestimmte Quellsysteme anzeigen zu lassen – analog zu den eben vorgestellten personalisierten Sichten aus Anwendungsfall 1 aus Kapitel 7.2.1. Die Abbildung 7.4 zeigt, wie aus einem mit Quellsystem-Informationen angereicherten Prozessgraphen eine Sicht für die Systeme „SAP oder ERP“ abgeleitet werden kann. Auch hier werden Aktivitäten, die nicht für die Darstellung benötigt werden, aus dem visualisierten Prozessgraphen herausgelöscht.

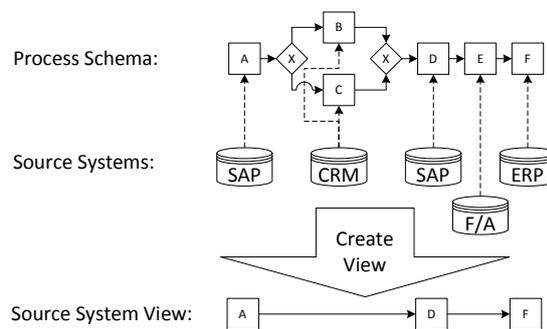


Abbildung 7.4: Sicht von Quellsystemen auf den Prozess

Der obere Teil der Abbildung 7.4 zeigt einen Prozessgraphen, welcher mit den darunterliegenden Quellsystemen angereichert wurde. Der untere Teil der Abbildung 7.4 die quellsystembezogene Sicht auf diesen Prozessgraphen.

Dies könnte beispielsweise ein relevantes Szenario für die innerbetriebliche IT-Abteilung sein, um schnell herauszufinden, welche Quellsysteme an welchen Geschäftsprozessen beteiligt sind, und welche Folgen beispielsweise der Ausfall eines dieser Systeme auf die Prozesse im Unternehmen hätte.

7.2.3 Anwendungsfall 3: Anzeigen von KPIs im Prozessgraphen

In der bereits in Kapitel 3.2.2 besprochenen Datenverarbeitungs-Schicht der Architektur von BPI-Systemen werden KPIs (siehe Kapitel 5.1) definiert und berechnet. Auch hier könnten Prozess-Sichten helfen, diese Informationen einfacher und zielgerichteter darzustellen.

Beispielsweise könnten durch Sichten direkt am Prozessgraphen die Leistungskennzahlen definiert werden. Zudem könnten die bereits vorliegenden KPI-Definitionen verwendet werden, um die berechneten Werte anschließend an den einzelnen Aktivitäten im Graphen darzustellen. Abbildung 7.5 stellt diesen Anwendungsfall dar. Dabei könnten sowohl KPIs aggregiert über ganze Bereiche des Prozesses berechnet und dargestellt werden, als auch in einem höheren Detailgrad für die einzelnen Aktivitäten. So könnten Prozessbeteiligte direkt im Prozessgraphen die Leistung und Qualität beurteilen und würden eine Rückmeldung schon während der Ausführung erhalten. Außerdem würden sich so die bereits kennengelernten unterschiedlichen Ebenen der Business Process Intelligence-Definitionen 2-4, sowie die der KPIs aus Kapitel 5.1 widerspiegeln.

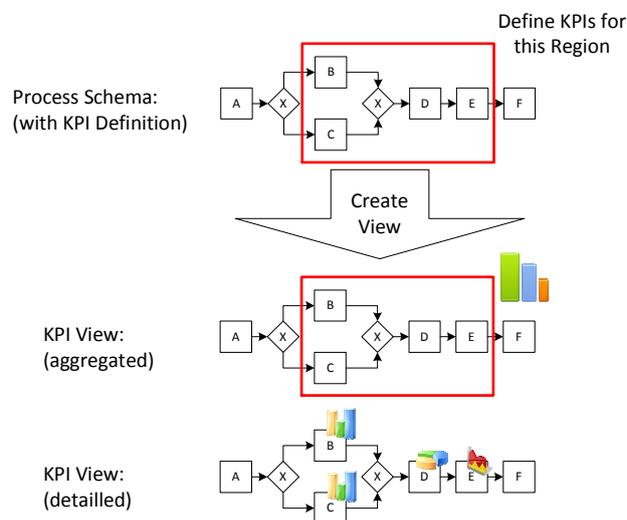


Abbildung 7.5: Prozess-Sicht mit eingblendeten KPIs für bestimmte Bereiche

7.2.4 Anwendungsfall 4: Datenbezogene Sichten

Oft ist es nicht notwendig, bestimmte Zusatzinformationen wie beispielsweise die im Prozess verarbeiteten oder kommunizierten Daten, zusätzlich anzuzeigen. Dazu soll es möglich sein, diese Informationen nach eigenem Bedürfnissen aus- oder einzublenden. Andererseits wäre es jedoch interessant zu sehen, welche Daten von welchen Aktivitäten oder

Systemen sowohl lesend als auch schreibend verwendet werden. In Kombination mit dem bereits vorgestellten Szenario der zugrundeliegenden Quellsysteme (Kapitel 7.2.2), könnte so herausgearbeitet werden, welche Informationen im Geschäftsprozess von welchen Systemen bearbeitet werden.

7.2.5 Anwendungsfall 5: Zusammenfassen von Datenelementen

Weiter ist notwendig, die meist feingranularen Daten (beispielsweise Informationen über die einzelnen Bestellpositionen), die in einem Prozess anfallen, in aggregierter Form (gesammelt als komplette Bestellung) einem Anwender eines BPI-Systems darzustellen.

Die Abbildung 7.6 soll dies verdeutlichen. Dabei werden die Datenelemente D1, D2 und D3 zu einem neuen Datenelement D123 aggregiert. Sämtliche lesende und schreibende Zugriffe auf dieses neue Element werden anschließend wieder mit den zugehörigen Aktivitäten verbunden.

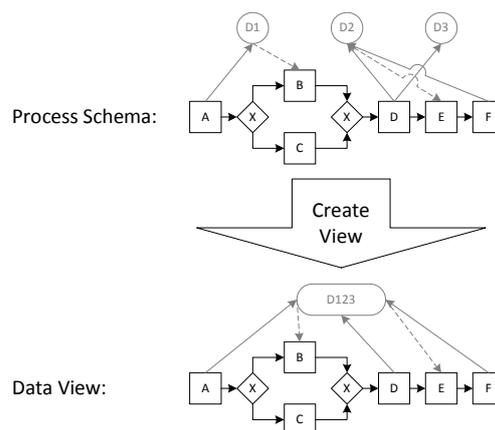


Abbildung 7.6: Aggregierte Sicht auf Datenelemente eines Prozesses

7.2.6 Anwendungsfall 6: Darstellung der ausgeführten Pfade

Bei einem Vergleich der Ausführungen mit dem zugrundeliegenden Prozess-Modell, können Aktivitäten, die aufgrund abgewählter Pfade nicht ausgeführt wurden, durch entspre-

chende Sichten ausgeblendet werden. Motiviert wird diese Sicht dadurch, dass bei einem nachträglichen Betrachten der Prozessausführungen, meist nur die tatsächlich bearbeiteten Aktivitäten interessieren, nicht jedoch die, die aufgrund bestimmter Entscheidungen nicht ausgeführt wurden. Diese Sicht reduziert die Komplexität der dargestellten Prozesse zusätzlich und fokussiert den Anwender auf die relevanten Informationen. Zudem können durch diesen Abgleich leicht überflüssige Aktivitäten im Prozess-Modell entdeckt werden, um die zukünftigen Prozessausführungen durch das BPI-System zu optimieren.

7.2.7 Anwendungsfall 7: Ausblenden von maschinellen Aktivitäten

In einem Prozess finden sich meist sehr viele maschinell zu erledigende Aktivitäten, wie beispielsweise das Laden von bestimmten Informationen aus einer Datenbank, Konvertieren oder Transformieren von Daten, oder das Versenden von Mitteilungen oder Nachrichten. Diese Aktivitäten werden meist vollautomatisiert im Hintergrund durch ein entsprechendes System bearbeitet und benötigen kein zusätzliches Handeln eines menschlichen Bearbeiters. Da Prozessmitarbeiter meist keinen Einfluss auf solche maschinellen Aktivitäten nehmen können, oder eine Analyse solcher Aktivitäten in einem BPI-System nicht immer sinnvoll ist, bietet es sich an, diese vor den entsprechenden Mitarbeitern zu verbergen. Dies führt zu einer Reduktion an Komplexität und einer Fokussierung auf die wesentlichen – von menschlichen Bearbeitern zu erledigenden – Aufgaben eines Prozesses.

7.2.8 Anwendungsfall 8: Sichten über Unternehmensgrenzen hinweg

Oftmals müssen Unternehmen, um einen Prozess zu bearbeiten, über die eigenen Unternehmensgrenzen miteinander kommunizieren. Dies kann beispielsweise durch das Einbinden und Aufrufen von externen (Web-)Services oder Austausch von Informationen mit anderen Unternehmen geschehen. Um die Prozessausführung möglichst optimal zu gestalten, ist es beispielsweise erforderlich, dem anderen Unternehmen (beispielsweise dem Lieferanten) den Ausschnitt des Prozesses zu übermitteln, an dem dieser tatsächlich beteiligt ist. Es werden beispielsweise Schnittstellen für die Datenübertragung, oder die zu übertragenden Daten vereinbart. Dabei sollen jedoch unternehmenskritische und -interne

Aspekte, oder der tatsächliche eigene Prozessablauf vor dem Partner verborgen werden, um die Vertraulichkeit des eigenen Unternehmens und den zugehörigen Prozessinformationen zu gewährleisten. Zudem können externe Dienstleister, wie beispielsweise Shared Service Centers, ausgeblendet werden.

7.2.9 Anwendungsfall 9: Verlauf & anstehende Aktivitäten

Da in manchen Fällen die bereits erledigten Aktivitäten für die weitere Ausführung eines Prozesses nicht mehr relevant sind, bietet es sich an, diese entweder auszublenden oder als eine aggregierte bereits erledigte Aktivität darzustellen. Der Fokus wird so unweigerlich auf die noch zu bearbeitenden Aktivitäten bei der laufenden Prozessausführung gelegt. Dies kann beispielsweise wichtig sein, um den aktuellen Bearbeitungsstand von Prozessausführungen anzuzeigen. Verknüpft mit Leistungskennzahlen (beispielsweise die aufsummierte Bearbeitungszeit), die zu diesem Zeitpunkt schon vorliegen (siehe Kapitel 4.5.5) und Vergleichswerten lässt sich so ein möglicher weiterer Verlauf der Bearbeitung errechnen.

Die Abbildung 7.7 verdeutlicht diese Sicht. Von einem Prozess existieren zwei unterschiedlich weit fortgeschrittene Prozessausführungen. Die bereits abgearbeiteten Aktivitäten werden aggregiert zusammengefasst, die noch zu erledigenden normal angezeigt. Weiter wäre es auch denkbar, diese Sicht mit einer personalisierten Anwender-Sicht zu kombinieren, sodass ein Benutzer nur noch die für ihn relevanten Aktivitäten über alle Prozessausführungen angezeigt bekommt.

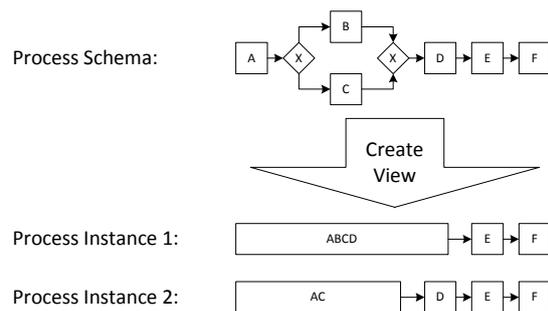


Abbildung 7.7: Sicht auf die noch zu erledigenden Aktivitäten

7.2.10 Zusammenfassung

Im Kapitel 7.2 wurden verschiedenste Anwendungsfälle für Prozess-Sichten vorgestellt, die in einem BPI-System sinnvoll eingesetzt werden können. Der Einsatz solcher Sichten reduziert zum einen die Komplexität der visualisierten Prozessgraphen, und fokussiert zum anderen den Anwender auf wesentliche Aspekte, wie beispielsweise die von ihm zu bearbeitenden Aktivitäten oder die benötigte Daten.

7.3 Ansätze zur Sichtenbildung

Nun werden anhand der in Kapitel 7.2 vorgestellten Anwendungsfälle zwei, bereits implementierte Ansätze vorgestellt, die es einem Anwender ermöglichen, unterschiedliche Sichten auf ein Prozess-Modell oder deren Ausführungen zu erstellen und zu visualisieren. Leider unterstützen die beiden nachfolgend vorgestellten Systeme nicht alle der hier aufgelisteten Anwendungsfälle, einige davon werden allerdings schon gut umgesetzt. Durch den Einsatz solcher fortgeschrittenen Visualisierungskonzepte kann der Sichtbereich der verschiedenen Personengruppen der strategischen, taktischen und operationalen Ebene im Unternehmen besser auf ihre Zuständigkeitsbereiche dieser angepasst und zugeschnitten werden. Zudem wird der Fokus bei der Analyse und Auswertung der Prozessausführungen auf mögliche Problembereiche fokussiert. Verschiedene Sichten auf den Prozess schneiden also sämtliche Ebenen der Business Process Intelligence.

7.3.1 Proviado

In [Bob08] wird das System *Proviado* (Process Visualization in the Automotive Domain) vorgestellt, welches ein Rahmenwerk für die Konfigurierung der Visualisierung von komplexen Prozessen liefert und sowohl strukturelle als auch die damit verbundenen graphische Anpassungen von solchen ermöglicht. Dabei wird versucht, Komplexität durch definierte und konfigurierbare Transformationen an verschiedenen Objekten (beispielsweise Aktivitäten oder Daten) des Prozessgraphen zu reduzieren. Die Abbildung 7.8 zeigt, wie bei der Bildung von personalisierten Sichten eines Prozess-Modells vorgegangen werden kann.

In Abbildung 7.8 a) werden mehrere Aktivitäten eines Prozesses aggregiert (grün hinterlegte Bereiche), andere Aktivitäten reduziert (gelb hinterlegte Bereiche). Abbildung 7.8 b) zeigt die neue Sicht auf den Geschäftsprozess, die aus den angewendeten Transformationsregeln abgeleitet und anschließend einem Anwender des BPI-Systems dargestellt wird. Dabei kann es unter Umständen auch möglich sein, das interne Schema des Prozesses aufgrund dieser Sichtenbildung komplett umzubauen. So wird in der Abbildung 7.8 beispielsweise die UND-Verzweigung (\wedge) nach der Aktivität B hinter die aggregierte Aktivität BCHK verschoben, und sogar Aktivitäten über verschiedene Pfade im Prozessgraphen hinweg zusammengefasst (Aktivitäten J und L).

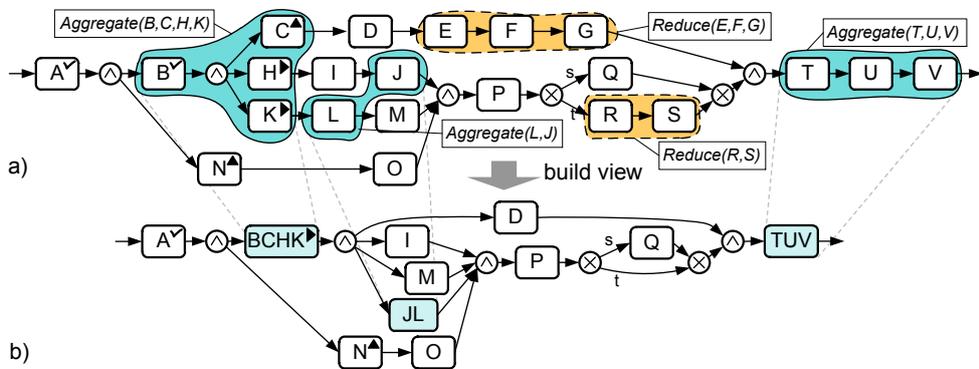


Abbildung 7.8: Prozessvisualisierung durch die Bildung von Sichten (nach [Bob08])

Desweiteren werden in [Bob08] auch View-Operationen für Attribute von einzelnen Prozesselementen (beispielsweise Start- und Endzeitpunkt einer Aktivität oder die verursachten Kosten einer Aktivität) vorgestellt. Dabei werden diese Attribute mit einfachen mathematischen Funktionen (Summe, Minimum, Maximum, ...) miteinander kombiniert. Die Abbildung 7.9 zeigt, wie hierbei vorgegangen wird. In diesem Beispiel werden die beiden Aktivitäten A und B aggregiert, die Attribute dieser beiden Aktivitäten müssen in der aggregierte Sicht für die resultierende Aktivität AB neu berechnet werden. Dazu wird für den Startzeitpunkt der Aktivität das Minimum aller vorliegenden Startwerte verwendet (frühester Startzeitpunkt, Formel 7.1). Analog wird beim Endzeitpunkt mit der Maximum-Funktion vorgegangen – jedoch mit dem Maximum der Endzeitpunkte (spätester Endzeitpunkt, Formel 7.2). Die von den einzelnen Aktivitäten verursachten Kosten werden bei der Aggregation

schlicht aufsummiert (Gesamtkosten, Formel 7.3). Die Formeln, um das in Abbildung 7.9 vorgestellte Beispiel zu berechnen, sind also:

$$\min(\text{start}(A), \text{start}(B)) = 1 \quad (7.1)$$

$$\max(\text{end}(A), \text{end}(B)) = 8 \quad (7.2)$$

$$\text{sum}(\text{cost}(A), \text{cost}(B)) = 600 \quad (7.3)$$

Dieser Ansatz und die verwendeten Formeln erinnern stark an die Vorwärts- bzw. Rückwärtsrichtung bei der Berechnung von Netzplänen (siehe Kapitel 6.2.3) um die *frühesten und spätesten Start- und Endzeitpunkte* von Aktivitäten zu bestimmen.

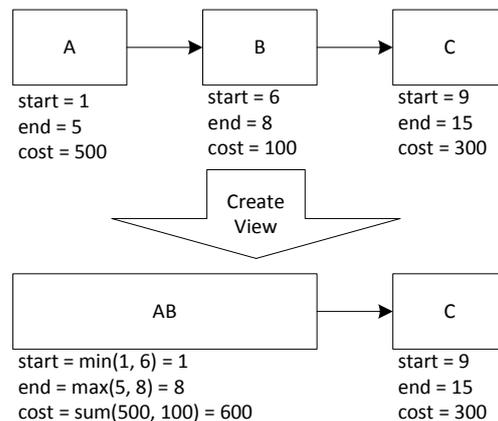


Abbildung 7.9: Beispiel für Attributtransformationen (nach [Bob08])

Weitere Herausforderungen ergeben sich im Zuge von Datenelementen im betrachteten Prozess. Durch die Transformation der einzelnen Aktivitäten ist es möglich, dass sich die zugehörigen Datenelemente ebenfalls ändern – im schlimmsten Fall sind sogar Kontrollflusskanten des Prozesses direkt betroffen, und müssen folglich angepasst werden, um den Ablauf wieder richtig zu stellen. In Abbildung 7.10 ist exemplarisch ein Beispiel für eine Sicht mit Datenelement-Transformation dargestellt. Im Prozess muss das Datenelement D1 verbindlich von der Aktivität B geschrieben werden. Anschließend wird eine Sicht erstellt, in der die Aktivitäten A und B aggregiert werden – die Verzweigung (XOR-Split) wird somit

aufgelöst. Da das Datenelement D1 nur im Falle des oberen Pfades über die Aktivität B geschrieben wird, ändert sich die Kante zu diesem Element von *mandatory* (verbindlich) auf *optional* (wahlweise), da theoretisch auch der untere Pfad über die Aktivität C gewählt werden kann.

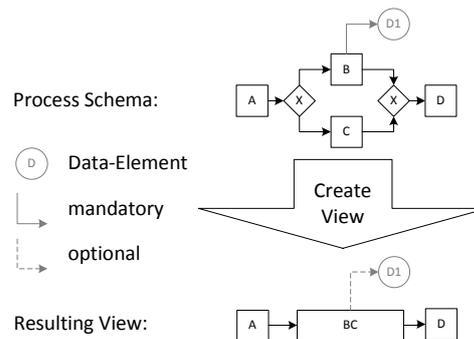


Abbildung 7.10: Beispiel für Datenelement-Transformationen (nach [Bob08])

Der Proviado-Ansatz zur Bildung von Sichten berücksichtigt alle Aspekte von Prozessmodellen, wie etwa Kontrollfluss, Datenfluss oder Attribute zu Aktivitäten [Pro].

7.3.2 Business Process Illustrator

Einen ganz anderen Ansatz zur Bildung von Sichten wählt [SLL11, SL11] im Open Source-Projekt *Business Process Illustrator* [Sch]. Mit diesem System werden streng strukturierte BPEL-Prozesse (Business Process Execution Language, [OJA07]) und deren Prozessausführungen in verschiedenen Abstraktionsebenen dargestellt. Je höher die Abstraktionsebene für Prozesse gewählt wird, desto grobgranularer und abstrakter wird der entsprechende Prozessgraph visualisiert – es werden immer mehr Details vor dem Benutzer versteckt und ausgeblendet. Ebene 0 stellt den Prozess (oder die Ausführung dieses) in allen Feinheiten dar, während Ebene 1 lediglich den Detaillierungsgrad der Darstellung anpasst (beispielsweise werden die Start- und Endzeitpunkte ausgeblendet und das Modell so vereinfacht). Im weiteren Verlauf werden immer mehr Elemente aggregiert (beispielsweise werden Sequenzen zusammengefasst) beziehungsweise schlussendlich komplett aus dem Prozessgraphen entfernt (Aktivitäten zur Fehlerbehandlung). Diese Aggregationen und Reduktio-

nen sind im Falle von strukturierten BPEL-Prozessen relativ einfach, da diesen ein streng hierarchisches XML-Schema zugrunde liegt. Abbildung 7.11 zeigt die schrittweise Abstraktion eines Prozesses, welcher erst in der Ebene 0 (Abbildung 7.11 Teil a), Ebene 1 (Abbildung 7.11 Teil b) und abschließend in der Ebene 6 (Abbildung 7.11 Teil c) dargestellt wird. Dabei ist zu sehen, dass immer mehr Informationen vom ursprünglichen Prozess ausgeblendet werden, um die Komplexität sowohl für Prozessbeteiligte, als auch für Analysten schrittweise zu verringern.

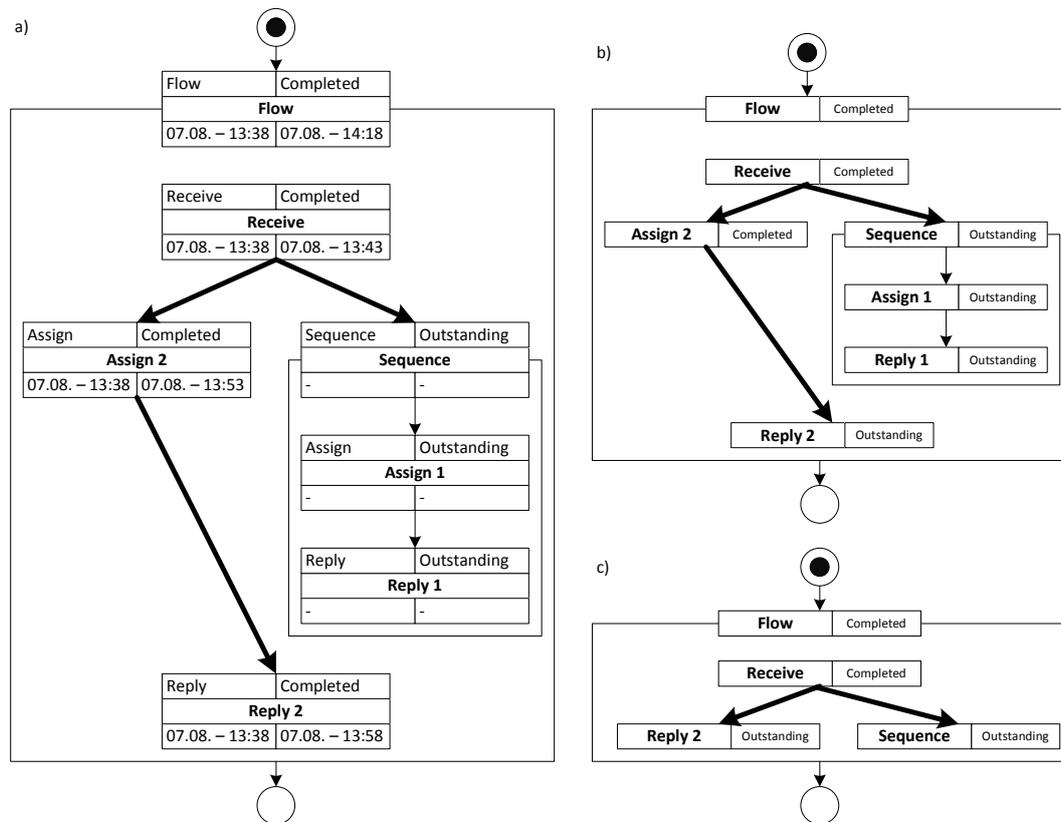


Abbildung 7.11: Prozess in verschiedenen Abstraktionsebenen (nach [SL11])

Wie bereits erwähnt, verfolgt der Ansatz von [SLL11, SL11] verschiedene Abstraktionsebenen zur schrittweisen Verfeinerung der Darstellung. Der erste Teil der Tabelle 7.1 zeigt die Abstraktionsebenen für Prozesse und beschreibt die von diesen verursachten Transforma-

tionen am zugehörigen Prozessgraphen. Der Ansatz sieht zusätzlich vor, ausführungsspezifische Informationen zu visualisieren. Auch hier verwendet der Business Process Illustrator das Prinzip der Abstraktionsebenen um den Ausführungsgraphen mit zusätzlichen Informationen (beispielsweise den ausgeführten Pfaden) anzureichern. Der zweite Teil der Tabelle 7.1 listet die Abstraktionsebenen für die Prozessauführungen auf.

	Ebene	Beschreibung
Prozesse	0	Der Prozessgraph wird nicht angepasst.
	1	Der Prozessgraph wird in einer kompakteren Darstellung visualisiert.
	2	<assign>- und <empty>-Aktivitäten werden ausgeblendet.
	3	<throw>-, <rethrow>- und <validate>-Aktivitäten werden ausgeblendet.
	4	Compensate- und Terminate-Handler werden aggregiert.
	5	Aktivitäten vom Typ <catch>, <catchall>, <onMessage>, <onEvent> und <onAlarm> werden aggregiert.
	6 - n	Die Tiefe und Komplexität des Prozessgraphen wird reduziert, indem ineinandergeschachtelte Strukturen aggregiert dargestellt werden.
Ausführungen	0	Der Prozessgraph wird nicht angepasst.
	1	Der Pfad der Prozessauführung wird farblich hinterlegt.
	2	Die Aktivitäten auf dem Ausführungspfad werden nach Bearbeitungsdauer farblich hinterlegt. Kürzer laufende Aktivitäten werden heller angezeigt als lang andauernde Aktivitäten.
	3	Nicht ausgeführte Aktivitäten (beispielsweise durch eine Verzweigung) werden aus dem Prozessgraphen ausgeblendet.

Tabelle 7.1: Abstraktionsebenen für Prozesse und deren Ausführungen (nach [SL11])

Diese, teilweise recht unterschiedlichen Verfahren, ermöglichen die Bildung von Sichten auf Prozess-Modelle und deren Ausführungen. Dadurch können nicht nur Aktivitäten im Prozessgraphen verändert werden, sondern auch deren zugehörigen Attribute, Datenelemente oder weitere Objekte. Zudem werden diese Informationen zielgerichtet, personen- und anwendungsabhängig dargestellt und ausgeliefert.

7.4 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde das Konzept von verschiedenen Sichten auf einen Prozessgraphen erklärt. Dazu wurde in Kapitel 7.1 eine Definition für den Begriff der Prozess-Sicht vorgestellt. Weiter wurde in Kapitel 7.2 verschiedene Szenarien für die Anwendung von Sichten in einem BPI-System vorgestellt um das Thema weiter zu motivieren. Anschließend wurden die Ansätze von [Bob08] und [SLL11, SL11] aufgegriffen und die Bildung von Sichten mit diesen Systemen erläutert. Dabei wurden auf weitere Feinheiten, wie das Aggregieren von Aktivitätsattributen oder das Anpassen von Kanten zu Datenelementen, hingewiesen. Mit den Projekten *Proviado* und dem *Business Process Illustrator* existieren Implementierungen zur Bildung von dynamischen Sichten auf Prozesse, sowie deren Ausführungen.

8

Aktuelle Marktsituation von BPI-Systemen

Nachdem im bisherigen Verlauf der Arbeit die grundsätzliche Architektur und Funktionen eines BPI-Systems beschrieben wurde, soll in diesem Kapitel die Sicht der Software-Hersteller von eben diesen Systemen auf das Thema Business Process Intelligence betrachtet werden. Dazu wird in Kapitel 8.1 eine Klassifikation der Systeme, die sich derzeit auf dem Markt positionieren, vorgestellt. Weiter werden im Kapitel 8.2 exemplarisch zwei Hersteller und deren Systeme vorgestellt, sowie die Einsatzbereiche dieser näher beschrieben. Abschließend werden einige interessante Aspekte aus der vorangegangenen Studie in Kooperation mit der Accenture AG aufgeführt. Dazu wird im Kapitel 8.3 ein eigens erstellter Fragebogen, der an verschiedene Software-Hersteller aus dem Bereich des Business Process Management geschickt wurde, vorgestellt. Die Abbildung 8.1 zeigt auf, wie dabei

vorgegangen wurde. Dabei wurde im ersten Schritt eine Longlist mit Software-Hersteller erstellt (Kapitel 8.1, die gesamte Tabelle 8.1), die anschließend aufgrund der in Kapitel 8.1 vorgestellten Klassifikation schrittweise zu einer Shortlist (Kapitel 8.1, Tabelle 8.1, oberer Teil) verfeinert wurde. Diese wurde mit weiteren Kontaktinformationen angereichert, um die Unternehmen, die mit dem Fragebogen angeschrieben werden sollten, zu bestimmen. Anschließend wurde der Fragebogen per E-Mail an die entsprechenden Kontaktpersonen zugeschickt. Die Tabelle 8.3 listet dabei diejenigen Software-Hersteller auf, die mit dem Fragebogen adressiert wurden, und zeigt, von welchen Rücklauf erhalten wurde. Die evaluierten Ergebnisse des Fragebogens zum Thema Business Process Intelligence finden sich in Kapitel 8.3 (gekürzt), sowie in Kapitel A.2 (vollständig).

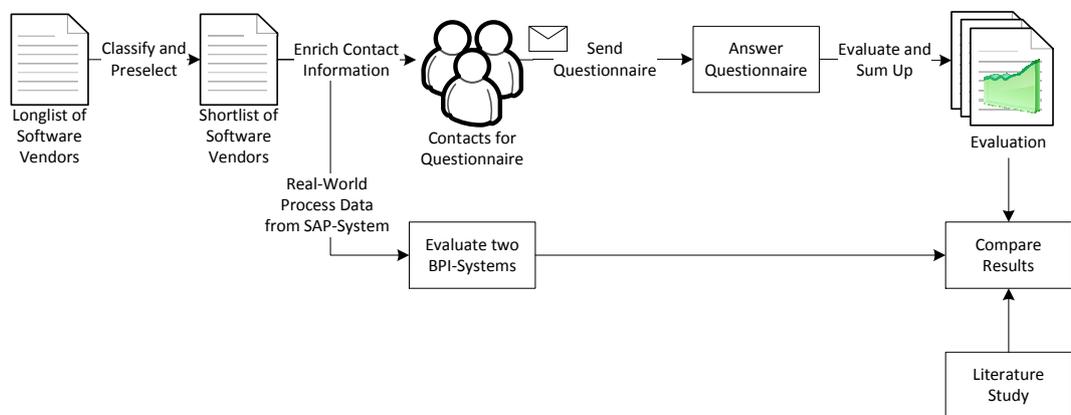


Abbildung 8.1: Vorgehen beim Versenden des Fragebogens

Zudem wurden zwei BPI-Systeme, welche in der Shortlist herausgearbeitet wurden, näher betrachtet. Dazu wurde ein Datensatz von mehr als 30.000 Bestellungen aus einem SAP-System importiert. Diese Eindrücke dazu sind in Kapitel 8.2 zusammengefasst. Im Zuge dessen wurden auch vier verschiedene Einsatzszenarios (*Specific Details*, *Continuous Improvement*, *Quick Scan* und *Screening*) für BPI-Systeme erarbeitet, die eine weitere Einordnung der Systeme bezüglich ihrem Einsatzzweck ermöglichen sollen. Abbildung 8.2 zeigt diese Szenarios mit den zugehörigen Achsen zur Klassifikation.

Das Kapitel wird durch eine Interpretation der Ergebnisse dieses Fragebogens (Kapitel 8.3.2) und einer Zusammenfassung (Kapitel 8.4) abgeschlossen.

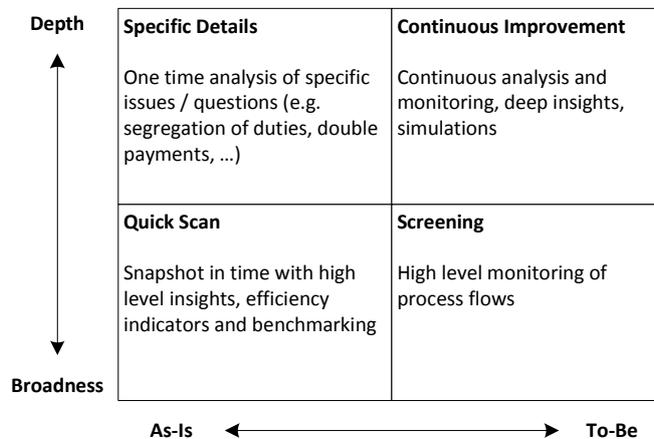


Abbildung 8.2: Einsatzszenarios von BPI-Systemen

8.1 Klassifikation aktueller Systeme

Um sich einen besseren Überblick über die derzeitige Marktsituation zu verschaffen, ist es sinnvoll und auch durchaus notwendig, die derzeit platzierten Systeme anhand bestimmter Merkmale zu klassifizieren. Dabei wurden folgende zwei Klassifikationsmerkmale ausgewählt und betrachtet.

- **Kategorie:** Gibt an, ob es sich bei dem betrachteten System originär um ein *Business Process Management*- oder ein *Business Intelligence*-System handelt.
- **Architekturtyp:** Gibt an, ob das System in einer *offenen* (es sind Schnittstellen zu verschiedenen anderen Systemen vorhanden) oder einer *geschlossenen* (es existieren nur Schnittstellen zu herstellereigenen Systemen) Softwarelandschaft im Unternehmen betrieben werden kann.

Während in einer geschlossenen Systemarchitektur meist nur herstellereigene Systeme angebunden werden können, erlauben offene Architekturen es, unterschiedliche Systeme verschiedenster Anbieter anzubinden. Die Abbildung 8.3 soll den Sachverhalt des Architekturtyps näher verdeutlichen.

Wie bereits in der Einleitung zu diesem Kapitel erwähnt wurde, wurde im Zuge der Kooperationsarbeit des Instituts für Datenbanken und Informationssysteme der Universität

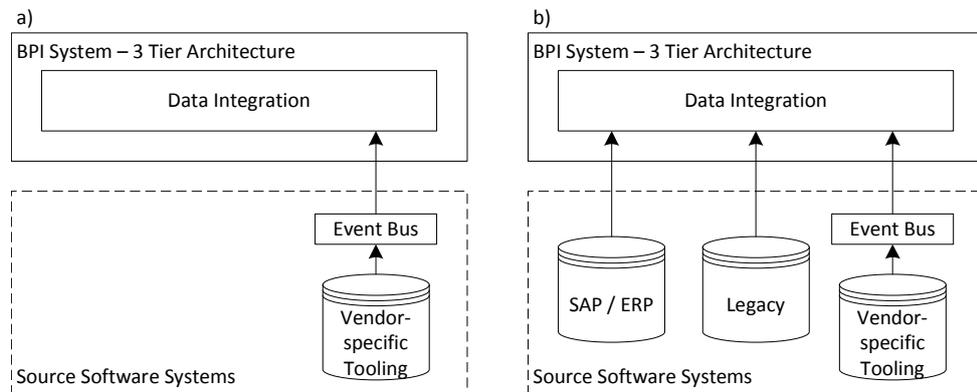


Abbildung 8.3: Klassifikation von BPI-Systemen anhand des Architekturtyps

Ulm und der Accenture AG ein Fragebogen erstellt werden, um die Sicht der Software-Hersteller zum Thema Business Process Intelligence abzufragen. Die Tabelle 8.1 zeigt diese auf. In einem nächsten Schritt sollte die Auswahl weiter eingeschränkt werden, um möglichst zielgerichtete Antworten zum Fragebogen zu erhalten. Dazu wurde sich im weiteren Verlauf auf Systeme der *Kategorie: Business Process Management* beschränkt, da sich abgesehen von *IDS Scheer* und *Futura Process Intelligence* noch kaum Hersteller mit der Technologie Business Process Intelligence identifizieren. Ebenso wurde der *offene Architekturtyp* gewählt, da meist Quellsysteme von verschiedenen Software-Herstellern in der eigenen Unternehmens-Softwarelandschaft betrieben werden. Dieser Architekturtyp soll garantieren, dass möglichst viele verschiedene Quellsysteme und Datenstrukturen einfach angebunden und integriert werden können. Der obere Teil der Tabelle 8.1 zeigt die verfeinerte Auswahl (Shortlist) aufgrund der eben beschriebenen Merkmalsausprägungen, welche teilweise auch als Grundlage für den Fragebogen in Kapitel 8.3.1 (und Kapitel A.2) diene. Wie genau bei der Selektion der entsprechenden Hersteller und deren Systeme vorgegangen wurde, ist in Kapitel 8.3 und in Abbildung 8.1 beschrieben.

Hersteller	System	Kategorie	Architekturtyp
IDS Scheer	ARIS PPM	BPM	offen
Futura Process Intelligence	Futura Reflect	BPM	offen
Oracle	BI 11g	BI	offen
Pallas Athena	Reflect One	BPM	offen
Uni Eindhoven	ProM	Mining	offen
QlikTech	QlikView	BI	offen
Casewise	Corporate Modeller Suite	BPM	geschlossen
IBM	WebSphere Business Monitor	BPM	offen/ geschlossen
Information Builders	WebFOCUS BI	BI	offen
Inubit	BPM Suite	BPM	geschlossen
PegaSystems	Pega BPM	BPM	geschlossen
Tibco	Active Matrix BPM	BPM	geschlossen
Ultimus	iBPM	BPM	geschlossen

Tabelle 8.1: Klassifikation von Systemen aufgrund der vorgestellten Kategorien

8.2 Hersteller und deren Systeme

Nun werden exemplarisch zwei verschiedene Softwarehersteller detailliert betrachtet, die sich selbst explizit mit dem Begriff der Business Process Intelligence identifizieren.

8.2.1 Software AG (früher IDS Scheer)

Die *IDS Scheer AG* wurde 1984 von August-Wilhelm Scheer ursprünglich als Beratungs- und Softwarehaus gegründet. Kernprodukt ist die *ARIS-Plattform*, die zum Entwerfen, Pflegen und anschließenden Optimieren von Geschäftsprozessmodellen dient. 2009 wurde die *IDS Scheer AG* von der *Software AG* übernommen. *IDS Scheer* besitzt eine sehr dominante Marktposition im Bereich der Geschäftsprozessmodellierung durch starke Kooperationen mit anderen namhaften Systemhäusern, wie beispielsweise *SAP*, *Microsoft*, *Oracle* und *IBM*. Zudem wird das Unternehmen von *Gartner Inc.* im *Leaders-Quadrant* des *Gartner Magic Quadrants* für Business Process Analysis Tools 2010 [Gar10a] und Business Process Management Suites 2010 [Gar10b] gelistet.

Hauptprodukt der ARIS-Plattform für den Bereich der Business Process Intelligence ist der *ARIS Process Performance Manager* (kurz: ARIS PPM). Dieses System gliedert sich in zwei Teilsysteme. Das *ARIS Customizing Toolkit* (ARIS CTK) dient zur Konfiguration der Quellsysteme, Datenextraktions- und -importlogik und Definition von Kennzahlen und den zugehörigen Metriken. Dieses System stößt den Datenimport und die Berechnung der KPIs an. Der eigentliche *Process Performance Manager* (PPM) präsentiert anschließend die berechneten Ergebnisse, stellt den Anwendern die Analysen zur Verfügung und ermöglicht die Darstellung einzelner oder aggregierter Prozessausführungen. Ebenso bietet das System die Möglichkeit, Ausreißer vom gewünschten Soll-Prozess zu erkennen und Analysen diesbezüglich zu starten.

Die große Stärke des ARIS Process Performance Manager liegt in der Möglichkeit, viele verschiedene Quellsysteme relativ komfortabel anzubinden. Hierbei bietet das System bereits vorkonfigurierte Templates an. So werden beispielsweise bereits von Haus aus bestimmte SAP-Prozesse (wie z.B. *Order-to-Cash*) direkt unterstützt, die notwendigen Datenbanktabellen miteinander verknüpft und Attribute zur Kennzahlberechnung vorgeschlagen. ARIS PPM ist in der Lage, einzelne Fragmente des Geschäftsprozesses dynamisch zusammenzubauen, um so den kompletten Prozess über alle beteiligten Quellsysteme abzubilden. Durch eine zusätzliche webbasierte Oberfläche (*ARIS MashZone*, siehe Kapitel 6.1) können Dashboards auch jederzeit online erstellt und abgerufen werden [Sof].

8.2.2 Futura Process Intelligence

Futura Process Intelligence wurde im Jahr 2006 als Spin-Off der *Technischen Universität Eindhoven* gegründet. Hauptprodukt ist *Futura Reflect*, welches sowohl als eigenständiges System, als auch als Software-as-a-Service (SaaS) angeboten und vertrieben wird. Gerade diese Möglichkeit macht das System für klein- und mittelständische Unternehmen besonders interessant.

Futura Process Intelligence wurde 2009 von Gartner Inc. als *Cool Vendors in Business Process Management* aufgeführt und für die innovativen Ansätze im Bereich der automatisierten Business Process Discovery gelobt [Fut09]. Durch die enge Kooperation mit Pallas Athena, einem Hersteller von Business Process Management-Systemen, hat Futura Re-

flect als Komponente Einzug in das *BPMOne* System von Pallas Athena gefunden und wird dort unter dem Namen *ReflectOne* vertrieben. Pallas Athena agiert dabei als direkter Reseller von Futura Process Intelligence.

Der Fokus von Futura Process Intelligence liegt sehr stark im Bereich des Process Mining. So bietet das System verschiedene Process Mining-Algorithmen an um Prozessmodelle oder Soziogramme zu generieren, die anschließend sogar, angereichert mit zusätzlichen Informationen wie beispielsweise der Durchlaufzeit der Aktivitäten, aus den Prozessausführungen, animiert werden können. So lassen sich beispielsweise Bottlenecks im Prozess identifizieren [Fut].

8.2.3 Zusammenfassung

Abschließend soll die Tabelle 8.2 die beiden eben vorgestellten Unternehmen noch einmal kurz zusammenfassen und gegenüberstellen.

Die in der Tabelle 8.2 erwähnten Einsatzszenarien *Specific Details*, *Continuous Improvement*, *Quick-Scan* und *Screening* beziehen sich auf die im Fragebogen vorgestellte Matrix zur Klassifikation von BPI-Projekten (siehe Abbildung 8.2, sowie Abbildung A.4, Frage 2.7). *Specific Details* bezieht sich dabei auf die einmalige Analyse von spezifischen Fragestellungen (beispielsweise die Anzahl der Reklamationen für ein bestimmtes Produkt), während *Quick Scan* einen breiten Überblick über die Geschäftsprozesse bietet um Benchmarking (Kapitel 5.7) zu ermöglichen. *Continuous Improvement* gibt tiefere Einblicke in die vorliegenden Geschäftsprozesse und stellt kontinuierliche Analysen und Überwachungsfunktionen zur Verfügung. *Screening* bietet dabei eine Überwachung der laufenden Prozessausführungen auf einer hohen und abstrakten Ebene. Diese Einsatzszenarien decken sich auch mit der Einordnung der Systeme anhand einer eigens entwickelten Bewertungsmatrix, die im Zuge der Kooperationsarbeit zwischen dem Institut für Datenbanken und Informationssysteme der Universität Ulm und der Accenture AG erstellt wurde.

Kategorie	IDS Scheer	Futura Process Intelligence
Stärken	Namhaftes Unternehmen mit starker Marktpräsenz, bietet viele Importmöglichkeiten aus verschiedensten Quellsystemen, performantes und hochskalierbares BPI-System, umfangreiche Visualisierungsmöglichkeiten	Nähe zu wissenschaftlichen Einrichtungen, starker Fokus auf Process Mining-Algorithmen, einfache Integration und Konfiguration, schnelle Anpassung des Systems, auch als SaaS verfügbar
Schwächen	komplexes Softwaresystem, relativ hoher Aufwand zur Integration und Konfiguration	vergleichsweise geringer Funktionsumfang, wenig Importmöglichkeiten verschiedener Quellsysteme, unterstützt kein Zusammenführen von mehreren Protokoll-Dateien
Einsatzszenario	Specific Details, Screening, Continuous Improvement	Quick-Scan

Tabelle 8.2: Zusammenfassung der betrachteten Software-Hersteller

8.3 Herstellersicht zu Business Process Intelligence

Im Zuge der bereits erwähnten Kooperationsarbeit wurde ein Fragebogen an Software-Hersteller aus dem Bereich Business Process Management verschickt, um die Sicht der Hersteller zum Thema Business Process Intelligence und dem möglichen Potential (der Fokus wurde hierbei unter anderem auf den Anwendungsbereich Finance & Accounting gelegt) abzufragen.

Die Tabelle 8.3 zeigt die angeschriebenen Unternehmen und gibt an, ob der Fragebogen beantwortet wurde. Im Falle von Futura Process Intelligence und Pallas Athena wurde nur ein Fragebogen ausgefüllt, da die beiden Systeme identisch sind und Pallas Athena als Reseller von Futura Process Intelligence agiert (siehe Kapitel 8.2.2).

Nachfolgend werden in Kapitel 8.3.1, Tabelle 8.4 einige interessante Fragen, sowie die zugehörigen Mittelwerte und Standardabweichungen vorgestellt. In Kapitel 8.3.2 findet sich eine detailliertere Grafik (Abbildung 8.4) zu den Ergebnissen der Auswertung, sowie eine Interpretation dieser vorgestellten Fragestellungen.

Unternehmen	Kommentar
Casewise	—
IBM	Antwort erhalten
IDS Scheer	Antwort erhalten
Inubit	—
Fluxicon	Antwort für Fragenteil 1 erhalten
Futura Process Intelligence	Antwort zusammen mit Pallas Athena
Pallas Athena	Antwort zusammen mit Futura Process Intelligence
PegaSystems	—
Tibco	Antwort erhalten
Ultimus	—

Tabelle 8.3: Unternehmen, die mit dem Fragebogen angeschrieben wurden

Die Bewertung der einzelnen Fragen erfolgt über eine Ordinalskala von 1 = sehr gering bis 4 = sehr stark.

8.3.1 Auszug aus dem Fragebogen

Der vollständige Fragebogen und die detaillierte Auswertung samt Ergebnissen finden sich im Anhang (Kapitel A.2).

Nr.	Question	Middle	STD
1.2	<p>We define BPI like in Definition 1. Does the given definition match your understanding of BPI, or do you see any other features or aspects (please specify)?</p> <p>Software AG (formerly IDS Scheer): We use the term „Business Process Intelligence“, that is close to your definition: <i>„Business Process Intelligence represents a new generation of analytical software and methods that combine Business Process Management with Business Intelligence technologies. If key indicators fall out of range, the causes of the errors are identified in the structure of relevant business processes by automated process discovery.“</i></p>		

IBM: This definition matches IBM's understanding.

Pallas Athena & Futura Process Intelligence: We agree, with one exception. BPI does not necessarily need to be real-time.

Tibco Software Inc.: The definition would match our understanding of this acronym.

Fluxicon & ProM: We see it a bit broader in the sense that real-time could also be „near real time“ and include so-called offline analysis of recent data for decision making and improvement purposes.

1.5	How do you apply your product mainly? Focussed on functional areas (1) versus focussed on End-to-End processes (4)	3,80	0,40
-----	---	------	------

1.6	In your opinion, which are the major benefits for your customers through the use of BPI software? Please specify these for the following business scenarios.		
	Process Transparency	3,60	0,49
	Process Efficiency & Effectiveness	3,40	0,49
	Process Monitoring	3,00	0,63
	Audit & Compliance	3,40	0,80
	Process Benchmarking	3,20	0,40
	Alerting	2,60	1,29

1.7	How important is the execution of the analyzed processes in a BPM suite for the success of BPI?	1,80	0,75
-----	---	------	------

1.8	What are, according to your opinion, the critical success factors of any BPI project?		
	Quality of Data (Pre)Processing	3,20	0,75
	Usage of Process Model	1,80	0,75
	No Fragmented Data	2,60	0,49
	Focus on Value Lever	3,60	0,49
	Management Commitment	4,00	0,00

2.1	Within the field of Finance Operations we focus on the processes Accounts Payable, Accounts Receivable, Asset Accounting and General Ledger. The adjacent End-to-End processes like Purchase-to-Pay (PTP) or Order-to-Cash (OTC) are also in focus of the analysis. In your opinion, what is the relative importance / relevance of BPI within Finance Operations regarding the following areas:		
2.1.1	Efficiency		
	Automation	2,50	1,12
	Reduction of Process Cycle Time	3,40	0,80
	Reduction Process Complexity	3,60	0,49
	Process Monitoring and Benchmarking	3,00	0,00
2.1.2	Effectiveness		
	Identification of Process Exception / Bypass of defined Process Flow	3,40	0,80
	Identification of Process Errors and Root Cause Analysis	3,80	0,40
	Compliance Monitoring	2,60	1,02
	Analysis of Rework and Workarounds	2,80	0,98
	Service Level Monitoring	3,00	0,89

Tabelle 8.4: Ausgewählte interessante Aspekte des Fragebogens

8.3.2 Interpretation der Ergebnisse des Fragebogens

Die eben vorgestellten Antworten aus dem Fragebogen werden in Abbildung 8.4 grafisch aufbereitet und dargestellt. Die Höhe der Balken gibt den Mittelwert an, die oberen und unteren schwarzen Linien die Standardabweichung.

Interessant ist, dass den meisten Software-Herstellern der Begriff Business Process Intelligence bereits bekannt ist, und mit der gegebenen Definition 1, bis auf kleinere Abweichun-

gen, konform sind. Spannend ist auch zu sehen, dass sich der Nutzen, den sich Hersteller durch den Einsatz solcher Systeme versprechen, mit den bereits im Einleitungskapitel 1.2 beschriebenen Anwendungsfällen, deckt. Überraschend ist allerdings, dass die Ausführung des analysierten Prozesses für den Erfolg von Business Process Intelligence mit durchschnittlich 1,80 Punkten nur sehr schwach bewertet wurde. Offensichtlich wird dieser Aspekt von Herstellern derzeit noch nicht für besonders relevant erachtet. Es scheint, die Process Control-Phase der bereits vorgestellten Methodik eines BPI-Systems aus Kapitel 3.1 ist noch nicht tief genug im System implementiert und integriert, was durchaus auch am Fehlen von geeigneten Workflow Management-Systemen bei Endkunden liegen kann. Dieser Eindruck spiegelt sich auch in den, bereits im Kapitel 2.1, vorgestellten Charakteristiken zum Thema Focus aus [LFC11] wider. Auch diese Arbeit bestätigt, dass das Potential der Process Control-Phase derzeit nicht voll ausgeschöpft wird. Darüber hinaus decken sich die bereits gesammelten Erfahrungen sehr gut mit den Ergebnisse der Frage 1.8, welche die kritischen Erfolgsfaktoren eines BPI-Projektes erfragt. Hauptfaktor für den Erfolg ist einstimmig die Zustimmung und das notwendige Commitment der Geschäftsführung zur Business Process Intelligence, gefolgt von werttreibenden Faktoren, sowie der Datenqualität. Im Finanzbereich wird die Relevanz hauptsächlich durch die Verringerung der Komplexität der Geschäftsprozesse und Identifikation von Fehlern und Anomalien und der damit verbundenen Root Cause Analysis begründet.

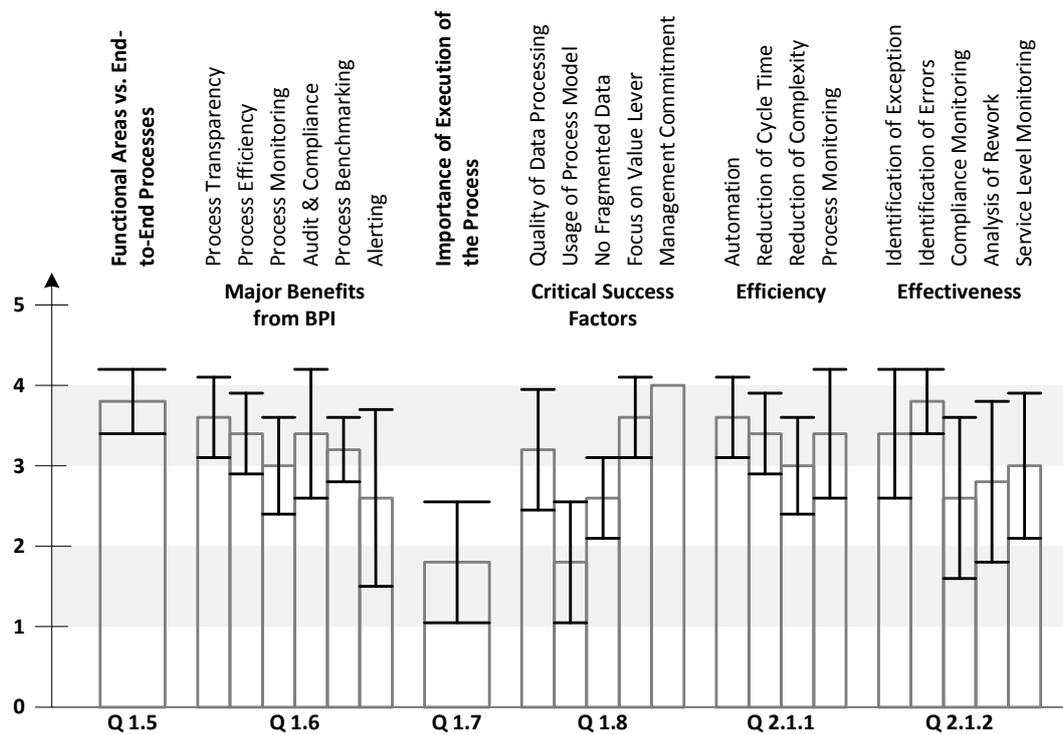


Abbildung 8.4: Auszug der Ergebnisse des Fragebogens

8.4 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde motiviert, wie beim Vorgehen zum Versenden des Fragebogens zum Thema Business Process Intelligence vorgegangen wurde. Dazu wurde in einem ersten Schritt eine Longlist von möglichen Software-Herstellern erarbeitet, die anschließend schrittweise verfeinert wurde. Um dies zu erreichen wurde eine Klassifikation von marktreifen Systemen durchgeführt. Bei dieser Klassifikation wurde sowohl das Merkmal der Kategorie, als auch das des Architekturtyps zur Datenintegration betrachtet. Die Ergebnisse der Evaluierung dieser Umfrage wurden ebenfalls in dieser Arbeit besprochen, welche die bereits gewonnenen Erfahrungen bestätigt haben. Weiter wurden zwei Teilnehmer des Fragebogens näher beschrieben, deren Systeme im Zuge der vorangehenden Kooperationsarbeit auch näher kennengelernt und evaluiert werden konnte und anhand deren Systeme sich verschiedene Schwerpunkte erkennen lassen. Während Futura Reflect (Hersteller: Futura Process Intelligence) eher ein leichtgewichtiges System zur aktuellen Bestandsaufnahme mit verschiedenen Process Mining-Algorithmen ist, versucht sich ARIS PPM (Hersteller: Software AG) eher in der langfristigen systemübergreifenden Analyse zu platzieren. Beide Hersteller verzeichnen wachsende Erfolge mit ihren Systemen. Die Software AG sieht sich selber als Marktführer im Bereich der BPI-Systeme, während Futura Process Intelligence den Bereich rund um die Process Mining-Algorithmen für sich beansprucht.

9

Zusammenfassung & Ausblick

Dieses abschließende Kapitel soll die erarbeiteten Aspekte (siehe Kapitel 9.1), die in Verlauf der Arbeit vorgestellt wurden, noch einmal aufarbeiten und den aktuellen Stand in Kapitel 9.2 zusammenfassen. Weiter wird in Kapitel 9.3 auf weitere interessante Fragestellungen und Themenbereiche im Gebiet der Business Process Intelligence hingewiesen. Zudem sollen noch offene Punkte adressiert werden, die als mögliche Themengebiete für weitere Forschungsarbeiten dienen können, bevor diese Arbeit in Kapitel 9.4 mit einer persönlichen Einschätzung geschlossen wird.

9.1 Erarbeitete Aspekte

Im Zuge dieser Arbeit wurde eine Definition für den Begriff der Business Process Intelligence entwickelt (siehe Definition 1. Fokus bei dieser Definition wurde dabei auf die Infor-

mationsverarbeitung und -darstellung in Echtzeit gelegt. Diese Definition wurde anschließend weiter verfeinert, in Abhängigkeit der verschiedenen Personenkreise und den von diesen adressierten und verfolgten Zielen im Unternehmen. Die in dieser Arbeit vorgestellte Definition wurde auf die strategische, taktische und operationale Ebene im Unternehmen ausgeweitet und angewendet (Definitionen 2-4). Ebenfalls konnte in Tabelle 2.1 eine Abgrenzung zu anderen verwandten Themenbereichen, wie der Business Intelligence, herausgearbeitet werden.

Weiter wurde in Kapitel 3 eine Methodik erarbeitet, welche den Verlauf der Prozessdaten in einem BPI-System darstellt. Dabei wurden die einzelnen Phasen der Methodik als Teile eines Kreislaufes repräsentiert um die kontinuierliche Anwendung dieser aufzuzeigen. Aufbauend auf dieser Methodik wurde eine Architektur von BPI-Systemen vorgestellt, die die einzelnen Methodik-Phasen sinnvoll widerspiegeln. Die Abbildung 9.1 soll die bereits kennengelernte und diskutierte Methodik, sowie die Architektur eines BPI-Systems zusammenfassend darstellen. Dadurch soll abschließend noch einmal aufgezeigt werden, welche Methodenphasen durch welche Architektur-Schichten bedient und unterstützt werden.

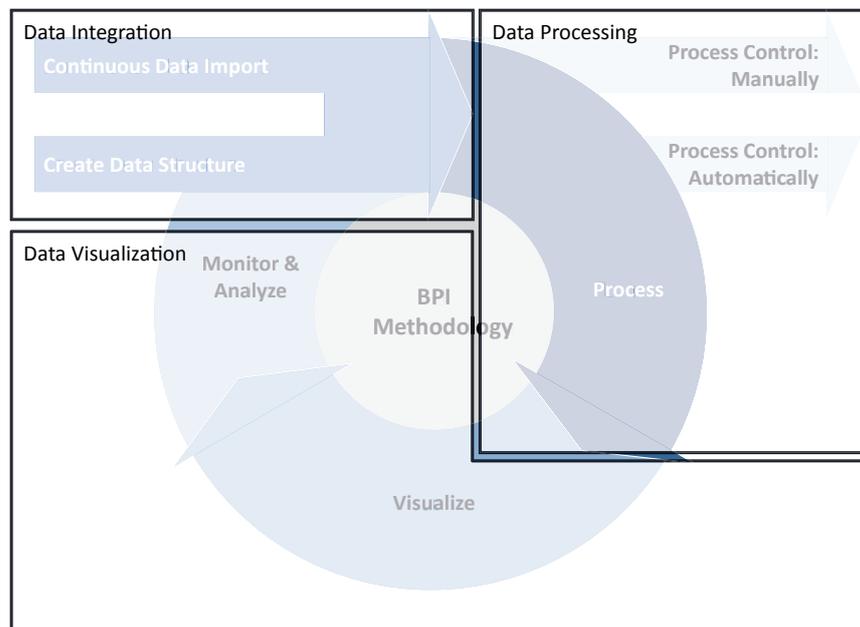


Abbildung 9.1: BPI-Methodik mit Architektur eines BPI-Systems

Anschließend wurden in den Kapiteln 4, 5 und 6 verschiedene Aspekte der einzelnen Architekturebenen, die Funktionsweise sowie einige Aufgaben dieser Ebenen herausgearbeitet. Besonderer Fokus lag dabei auf dem Kapitel 4 – der Datenintegration – da hier aus eigenen Erfahrungen mit BPI-Systemen die meisten Probleme auftreten. Um hier gegenzusteuern, wurde im Kapitel 4.4 ein möglichst genereller Ansatz zur Datenintegration aus unterschiedlichen Quellsystemen mit verschiedenen Source Data Classes in das BPI-System erarbeitet und vorgestellt. In diesem Zuge wurde auch aufgezeigt, warum Quellsysteme mit einer Source Data Class 3 benötigt werden, um den vollen Funktionsumfang von BPI-Systemen zu nutzen. Zudem wurden unterschiedliche Probleme und Herausforderungen (Kapitel 4.5), die im Zuge der Anbindung der unterschiedlichen Quellsysteme und der anschließenden Integration der zugehörigen Daten auftreten, adressiert und besprochen. Abgeschlossen wurde dieses Kapitel mit einer Checkliste, die dem Leser als Leitfaden für eine sinnvolle Datenintegration dienen soll. Die beiden weiteren Architekturebenen – Datenverarbeitung und Datenvisualisierung – wurden grobgranularer behandelt, da der Fokus dieser Arbeit nicht auf diese Ebenen gelegt wurde. Um dennoch ein möglichst gesamtes, akkurates und umfassendes Bild eines BPI-Systems wiederzugeben, wurden in Kapitel 5 wichtige Kernfunktionen der Datenverarbeitungs-Schicht vorgestellt. In Kapitel 6 wurden anschließend verschiedene Visualisierungsformen, sowie grafische Notationen dieser vorgestellt.

In Kapitel 7 wurde die Verwendung von fortgeschrittenen Visualisierungskonzepten – respektive personalisierte und anwendungsspezifische Sichten – thematisiert. Dazu wurden die Thematik durch einige verschiedene Anwendungsfälle motiviert und beschrieben. Anschließend wurden zwei Ansätze, welche bereits in den Systemen Proviado und Business Process Illustrator implementiert wurden, vorgestellt und diskutiert, sowie Unterschiede dieser Ansätze herausgearbeitet.

Kapitel 8 bewegt sich weg von den theoretischen, methodischen oder architektonischen Aspekten solcher BPI-Systeme, und befasste sich mit Themen aus der Sicht der Software-Hersteller von BPI-Systemen. Ziel ist es, dem Leser konkretes Hintergrundwissen über den derzeitigen Stand, sowie die bereits umgesetzte Funktionalität von BPI-Systemen, die sich aktuell auf dem Markt positionieren, zu vermitteln. Dazu wurde ein Fragebogen (gekürzte Fassung in Kapitel 8.3.1) in Kooperation mit der Accenture AG erarbeitet. In einem ersten Schritt wurde dabei eine Liste von Systemen erarbeitet, die anschließend kategorisiert

wurden, um relevante Systeme herauszuarbeiten. Die Hersteller dieser Systeme wurden anschließend angeschrieben und zur Teilnahme an der Studie eingeladen. Durch die anschließende Evaluierung (Kapitel 8.3.2) der Antworten auf den Fragebogen konnten weitere Einblicke in dieses neue und komplexe Themengebiet gewonnen und eigene bereits gesammelte Erfahrungen bestätigt werden. Zudem konnten neue Forschungsfelder ausgelotet werden.

9.2 Aktueller Stand und offene Punkte

Dieses Kapitel soll den derzeit aktuelle Stand von marktreifen BPI-Systemen festhalten, sowie auf mögliche Probleme hinweisen. Zusätzlich konnten durch die Kooperationsarbeit zwischen dem Institut für Datenbanken und Informationssysteme der Universität Ulm und der Accenture AG einige Einblicke in moderne BPI-Systeme gewonnen werden. Auch diese Erfahrungen spiegeln sich in diesem Kapitel, sowie der gesamten Arbeit wider.

Bei der Literaturrecherche im Zuge dieser Arbeit hat sich herausgestellt, dass die im Grundlagenkapitel 2 zusammengefassten Definitionen des Performance Management recht ähnlich sind. Diese Probleme ergeben sich sowohl durch die teilweise synonyme Verwendung in Unternehmen, als auch durch eine fehlende eindeutige wissenschaftliche Definition. Hier liegt es an der Wissenschaft, diese Begriffe eindeutiger voneinander zu trennen und somit klare Grenzen zu schaffen.

Zusätzlich werden in den heutigen BPI-Systemen noch nicht alle Schritte der in dieser Arbeit vorgestellten Methodik berücksichtigt. Gerade der letzte Schritt – die Process Control Funktionalität – wird in den meisten Systemen größtenteils ignoriert. Dieser Umstand zeigt sich auch sehr deutlich in den Ergebnissen des Fragebogens. Mögliche Ursache dafür könnte die heterogene IT-Systemlandschaft in den Unternehmen sein, sodass es für BPI-Systeme meist nicht direkt möglich ist, steuernd in die Prozessausführungen einzugreifen und eine manuelle Adaptierung oftmals nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden kann.

Ebenfalls auffallend ist, dass sich derzeit aktuelle BPI-Systeme noch recht schwer tun, zufriedenstellende und einfache Methoden zur Datenintegration aus unterschiedlichen Quell-

systemen verschiedenster Software-Hersteller bereitzustellen. Besonders die Aspekte der Integration der Daten in Echtzeit werden zurzeit noch kaum berücksichtigt. Gerade diese wäre allerdings, hinsichtlich einer kontinuierliche Analyse aller derzeit laufenden Prozessausführungen, von enormer Bedeutung. Oft werden die Daten in regelmäßigen Abständen, beispielsweise nach Geschäftsschluss, in das BPI-System eingespielt, die entsprechenden KPIs berechnet, oder abgeschlossene Prozessausführungen hinsichtlich Ausreißern oder Anomalien analysiert. Dieser fehlende Fokus auf die ständige Überwachung und Auswertung von Prozessen und den damit verbundenen Daten wurde auch bereits in [LFC11] angesprochen. Auch weisen heutige Systeme ein Mangel an prospektiven Algorithmen zur Analyse auf, mit denen es möglich wäre, Probleme frühzeitig zu erkennen um Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Um diese Korrekturen anschließend durchzuführen, wird die bereits erwähnte Process Control-Funktionalität benötigt, welche dafür sorgt, die vorgeschlagenen Optimierungen in den aktuellen Prozess zu übernehmen und laufende Prozessausführungen an diese neue Version anzupassen.

9.3 Ausblick

In diesem Abschnitt sollen derzeit offene wissenschaftliche Fragestellungen angesprochen werden. Darüber hinaus sollen Forschungsfelder angerissen werden, die ihren Weg in aktuelle BPI-Systeme noch nicht gefunden haben.

Da im Zuge dieser Arbeit das Fehlen von prospektiven Analysen für BPI-Systeme entdeckt wurde, soll dies als möglicher weiterführender Forschungszweig genannt werden. Ziel soll es sein, neue innovative Analysen zu entwickeln, um Vorhersagen über potentielle Probleme schon während der Prozessausführung treffen zu können. Dazu muss es möglich sein, zusätzlich zu den Prozessinformationen auch die Struktur der Prozesse zu verarbeiten, zu interpretieren und zu analysieren. Ermöglicht werden könnten diese prospektiven Analysen durch bereits etablierte Verfahren aus dem Data Mining, einem Bereich der Neuroinformatik, sowie der Statistik. So könnten beispielsweise Cluster-Analysen verwendet werden, um gerade eben gestartete Prozesse bereits frühzeitig zu klassifizieren und Erwartungswerte bezüglich Zeit und Kosten zu berechnen. Durch einen kontinuierlichen Vergleich der Soll-

Werte mit den tatsächlichen Werten lassen sich Abweichungen errechnen und anschließend visualisieren.

Ebenfalls weitere spannende Forschungsgebiete ergeben sich im Bereich des Process Control. Da im Verlauf dieser Arbeit bereits mehrmals auf diese fehlende Komponente hingewiesen wurde, müssen auch hier Konzepte zur Steuerung der Quellsysteme entwickelt werden.

Ebenfalls hat sich gezeigt, dass die Bildung von unterschiedlichen Sichten für Beteiligte eines Prozesses ein noch offenes Problem darstellt. Derzeit setzen die Systeme diesen Aspekt noch gar nicht um. Durch den Einsatz von Sichten soll es möglich sein, den Mitarbeitern bestimmte Informationen in der benötigten Form und Granularität aufzubereiten, ohne diese dabei in einem Meer an Informationen zu ertränken. In Kapitel 7 wurden zwei Ansätze zur Bildung von Sichten vorgestellt und diskutiert.

9.4 Persönliche Einschätzung

Diese Arbeit soll mit einer persönlichen Einschätzung zu Business Process Intelligence und den derzeit aktuellen Systemen geschlossen werden.

Dass die Prozessorientierung in Unternehmen heutzutage immer wichtiger wird und eine geradezu zentrale Rolle einnimmt, ist nicht wegzudiskutieren. Ebenso müssen sich Unternehmen auf immer kürzere Entwicklungszyklen, geringe Produktionskosten oder höhere Produkt- oder Servicequalität einstellen. Dass Unternehmen hier ein großes Potential aufgrund der in dieser Arbeit vorgestellten Anwendungsfälle in BPI-Systemen sehen, ist nur logisch. Auch ist nicht weiter verwunderlich, dass Software-Hersteller von Workflow Management-, Business Intelligence- oder Business Process Management-Systemen versuchen, ihre eigenen, bereits etablierten und positionierten Systeme mit zusätzlichen Komponenten auszustatten, um deren bisherigen Funktionsumfang zu erweitern. Dazu werden beispielsweise Business Intelligence-Systeme durch eine zusätzliche Prozessunterstützung, oder Workflow Management-Systeme durch umfangreiche Analysen der intern anfallenden Prozessdaten aufgewertet.

Ein weiterer Nutzen ergibt sich durch das Einbeziehen sämtlicher Personengruppen im Unternehmen. Es werden, im Vergleich zu herkömmlichen Business Intelligence-Systemen, nicht nur die strategische und taktische Ebene einbezogen, sondern auch die operationale, was zu einer Verbesserung des Wissens über die Prozesse im Unternehmen führt. Auch sollen solche BPI-Systeme so aufgebaut werden, dass Prozessmitarbeiter bequem selber Analysen erstellen können, und so ein direktes Feedback zur Qualität ihrer Prozessausführung bekommen. Durch die Möglichkeit, die Struktur der Ausführungen durch mächtige, bereits gut erforschte und etablierte Process Mining-Algorithmen sichtbar zu machen, ergibt sich der Nutzen, dieses erworbene Wissen zu Dokumentations- oder Schulungszwecke im eigenen Unternehmen einzusetzen. Zusätzlich wird somit die Transparenz für alle Prozessbeteiligten erhöht.

Durch das noch relativ junge Forschungsfeld, welches jedoch kontinuierlich wächst und ständig um neue spannende Teilbereiche erweitert wird, ist es nur natürlich, dass bestimmte Probleme bestehen. Diese existieren derzeit vor allem im Bereich der Datenintegration, besonders dann, wenn diese in Echtzeit abgewickelt werden soll. Meist ist es nicht ohne Weiteres möglich, diese Daten direkt von den Quellsystemen im Unternehmen abzugreifen und kontinuierlich zu verarbeiten. Darüber hinaus sind die meisten klein- und mittelständischen Unternehmen noch nicht auf dem Niveau angekommen, um Business Process Intelligence sinnvoll in ihre bestehende IT-Infrastruktur einzubinden und dementsprechend auch zu nutzen. Zudem wäre es wünschenswert, dass BPI-Systeme den Fokus mehr auf zukünftige Ereignisse (beispielsweise ein möglicher Ressourcen-Engpass) legen würden, sprich, prospektives Handeln aller Prozessbeteiligten ermöglichen würden. Es ist allerdings damit zu rechnen, dass die Funktionalitäten und Möglichkeiten von BPI-Systemen schrittweise erweitert werden, um den Anwendern dieser Systeme mehr und mächtigere Mittel zur intelligenten Analyse der Prozesse an die Hand zu geben.

A

Anhang

A.1 BPI-Architektur

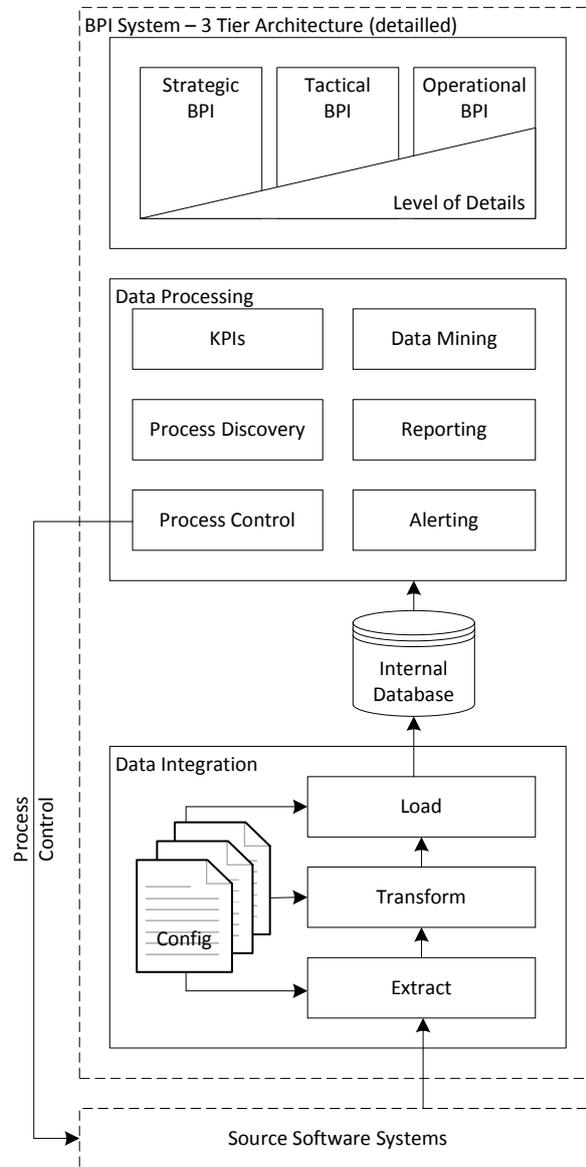


Abbildung A.1: BPI-Architektur: Detaillierte Gesamtdarstellung

A.2 Fragebogen

A.2.1 Fragebogen

 				
Questionnaire Business Process Intelligence (BPI)				
No.	Question	Range	Answer	Comment
1. General				
1.1	Are you aware of the meaning of the term "Business Process Intelligence" (BPI)?	yes / no		
1.2	We define "Business Process Intelligence" (BPI) as follows:	<i>Business Process Intelligence (BPI) offers a company the possibility to analyze and optimize their business processes in real-time. For this, it provides methods, concepts and tools to collect and analyze process execution data as well as business data that is distributed over various information systems. Accordingly, the raw data relating to the operational processes has to be preprocessed and visualized in an intelligent and efficient way to fasten decision support.</i>		
1.2.1	Does the definition from 1.2 match your understanding of BPI, or do you see any other features or aspects (please specify)?			
When answering the following questions, please consider our BPI definition mentioned above!				
1.3	In which functions of a company is your product mainly placed?	1 = very low focus 4 = very high focus		Main focus of the software, pre-configuration for special cases, data extraction, KPIs, etc.
	CRM			
	Finance			
	HRM			
	SCM			
	Other (please specify)	Enter function here		
1.4	How do you rate the current application fields of BPI software in general based on the following functions?	1 = very low focus 4 = very high focus		Are there several functions which especially benefit from BPI? Are there current trends for certain functions?
	CRM			
	Finance			
	HRM			
	SCM			
	Other (please specify)	Enter function here		
1.5	How do you apply your product mainly?			Are the functions mainly guiding or is the use primarily cross-functional for the End-To-End process? examples: functional: SCM, Finance cross-functional: P2P, OTC
	Focused on functional areas (1) versus focussed on End-to-End processes (4)	1 = functional 4 = end-to-end		
1.6	In your opinion, which are the major benefits for your customers through the use of BPI software? Please specify these for the following business scenarios.	1 = very low benefit 4 = very high benefit		What is driving the BPI initiative within a company?
	Process Transparency			Collection of the process information (Process Discovery)
	Process Efficiency & Effectiveness			Support of process optimization approaches
	Process Monitoring			Monitoring of process execution and identification of exceptions
	Audit & Compliance			Compliance monitoring under regularity aspects (e.g. segregation of duties)
	Process Benchmarking			Process measurement and comparison based on defined metrics and KPIs
	Alerting			Show abnormalities or events based on defined business rules
	Other (please specify)	Enter scenario here		
118	How important is the execution of the analyzed processes in a BPM suite for the success of BPI?	1 = very low importance 4 = very high importance		Is it more difficult to implement BPI solutions in a company without a BPM suite? Are there more functionalities available to analyze the processes when executing them on a BPM suite?

Abbildung A.2: Fragebogen Seite 1

A.2 Fragebogen

1.8	What are, according to your opinion, the critical success factors of any BPI project?	1 = very low importance 4 = very high importance	
	Quality of Data (Pre)Processing		Necessary data is completely identified and is available in needed structure or granularity
	Usage of Process Model		Usage of reference process model with defined hierarchies, level of details as well as sequence of steps
	No Fragmented Data		No incomplete data and missing links (unique ID) between system borders
	Focus on Value Lever		Focus on the right value lever of the process for optimization initiatives
	Management Commitment		Missing support from the management level for the BPI project
	Other (please specify)	Enter reason here	
2. BPI in Finance and Accounting			
Within the field of Finance Operations we focus on the processes Accounts Payable, Accounts Receivable, Asset Accounting and General Ledger. The adjacent End-to-End processes like Purchase-to-Pay (PTP) or Order-to-Cash (OTC) are also in focus of the analysis.			
2.1	In your opinion, what is the relative importance / relevance of BPI within <i>Finance Operations</i> regarding the following areas:	0 = not relevant 1 = very low importance 4 = very high importance	
2.1.1	Efficiency		
	Automation		Process automation supported through BPI or higher degree of automation realized (e.g. monitoring of very highly automated processes).
	Reduction of Process Cycle Time		Reduction of cycle times by using BPI (e.g. identification of bottlenecks).
	Reduction Process Complexity		Reduction of process complexity by using BPI, especially process standardization initiatives by using a tool-based comparison of process execution/process flow.
	Process Monitoring and Benchmarking		Performance monitoring, especially the definition and calculation of metrics and KPIs as well as their respective benchmarking with BPI.
2.1.2	Effectiveness		
	Identification of Process Exceptions / Bypass of defined Process Flow		Analysis and monitoring of process exceptions with BPI in order to execute process as designed and produce accurate/ high quality process outcomes (not cost targeting process cost and efficiency but also focus on for example Working Capital Optimization through effective process execution of the OTC/PTP processes).
	Identification of Process Errors and Root Cause Analysis		Identification of process errors with BPI and performance of root cause analysis.
	Compliance Monitoring		Compliance monitoring with BPI regarding sarbanes oxley/internal control system (e.g. monitoring of segregation of duties).
	Analysis of Rework and Workarounds		Identification and analysis of rework and workarounds with BPI.
	Service Level Monitoring		Monitoring and analysis of Service Level Agreements in a Shared Service Environment
2.2	Who is the project sponsor of BPI initiatives within <i>Finance Operations</i> ?	Percentage break down (total should be 100%)	Total percentage break down
	Head of Shared Service		0%
	Head of Finance & Accounting		Sum is not 100%
	Process Owner (z.B. P2P)		
	IT		
	Other (please specify)		
2.3	Please specify the number of projects/solutions implemented within <i>Finance Operations</i> for German speaking countries with your software.	Number of implemented projects / solutions	
		< 5	
		5 - 25	
	Please consider our definition of <i>Finance Operations</i> in section 2.	25 - 50	
		> 50	
2.4	Please specify the size of the companies in terms of revenue.	Revenue in billion €	

Abbildung A.3: Fragebogen Seite 2

Anhang A Anhang

	< 0,5		
	0,5 - 1		
	1 - 5		
	5 - 10		
	10 - 20		
	> 20		
<hr/>			
2.5	What is the share in % of Finance Operations projects compared to all projects?		
<hr/>			
2.6	In your experience, how often (in %) is Finance in general involved (not only for Finance Operations), for example to support business case calculations and set metrics/ KPIs for BPI projects?		
<hr/>			
2.7	Categories for the Finance Operations area		
<p>In our opinion, the following categories can be designed for Finance Operations:</p> <p>Exemplary matrix for the classification of BPI projects with regard to the categories Breadth versus Depth as well as As-Is versus To-Be (high-level categorization of possible BPI application scenarios).</p>			
<p>The following categories are based on experience and actual projects as well as research insights.</p>			
2.8	In your experience, how is your software mainly applied for the following categories within Finance Operations ?	0 = not relevant 1 = applied rarely 4 = applied frequently	current (current and finished projects) future (market trends)
2.8.1	As-Is: Focus is on the analysis, discovery of As-Is processes (one time Snap-Shot) , if applicable with process modelling.		
2.8.2	To-Be: Focus is on the continuous monitoring of the process as well as on continuous process improvement . Perform simulations, measure defined KPIs and detailed fact based comparison against benchmarks.		
2.8.3	Breadth: Focus is on the efficient quick scan of processes to gain high level insights and process transparency/over-view (e.g. based on trans-accional system data). Efficiency indicators and additional high level analysis can be calculated/performed and specific questions can be derived based on facts and compared high level to benchmarks.		

Abbildung A.4: Fragebogen Seite 3

<p>2.8.4 Depth: Focus is to gain deep process insights and perform detailed process analysis, evaluation and interpretation. This information will be based on comprehensive transactional as well as master data.</p>			
<p>2.8.5 In your opinion, are there other additional categories to classify your BPI Software?</p>			

Abbildung A.5: Fragebogen Seite 4

A.2.2 Auswertung des Fragebogens

Nr.	Question	Middle	STD
1.1	Are you aware of the meaning of the term „Business Process Intelligence“(BPI)? yes no	5 0	

1.2 We define BPI like in Definition 1. Does the given definition match your understanding of BPI, or do you see any other features or aspects (please specify)?

Software AG (formerly IDS Scheer): We use the term „Business Process Intelligence“, that is close to your definition: „Business Process Intelligence represents a new generation of analytical software and methods that combine Business Process Management with Business Intelligence technologies. If key indicators fall out of range, the causes of the errors are identified in the structure of relevant business processes by automated process discovery.“

IBM: This definition matches IBM's understanding.

Pallas Athena & Futura Process Intelligence: We agree, with one exception. BPI does not necessarily need to be real-time.

Tibco Software Inc.: The definition would match our understanding of this acronym.

Fluxicon & ProM: We see it a bit broader in the sense that real-time could also be „near real time“ and include so-called offline analysis of recent data for decision making and improvement purposes.

1.3	In which functions of a company is your product mainly placed?		
	CRM	2,80	0,75
	Finance	3,40	0,80
	HRM	2,00	0,89
	SCM	2,80	1,17

1.4	How do you rate the current application fields of BPI software in general based on the following functions?		
	CRM	2,60	0,80
	Finance	3,00	0,63
	HRM	1,80	0,75
	SCM	2,80	0,75
	Other: Auditing (Fluxicon & ProM)	4,00	0,00

1.5	How do you apply your product mainly?		
	Focussed on functional areas (1) versus focussed on End-to-End processes (4)	3,80	0,40

1.6	In your opinion, which are the major benefits for your customers through the use of BPI software? Please specify these for the following business scenarios.		
	Process Transparency	3,60	0,49
	Process Efficiency & Effectiveness	3,40	0,49
	Process Monitoring	3,00	0,63
	Audit & Compliance	3,40	0,80
	Process Benchmarking	3,20	0,40
	Alerting	2,60	1,29
	Other: SLA Management (IDS Scheer)	4,00	0,00

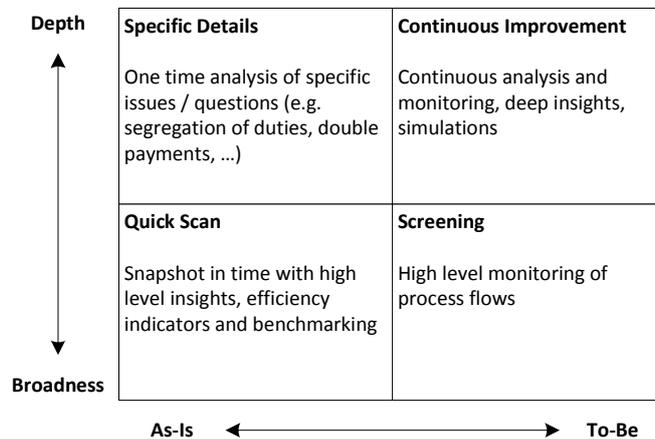
	Other: Prediction (IBM)	3,00	0,00
1.7	How important is the execution of the analyzed processes in a BPM suite for the success of BPI?	1,80	0,75
1.8	What are, according to your opinion, the critical success factors of any BPI project?		
	Quality of Data (Pre)Processing	3,20	0,75
	Usage of Process Model	1,80	0,75
	No Fragmented Data	2,60	0,49
	Focus on Value Lever	3,60	0,49
	Management Commitment	4,00	0,00
	Other: Incremental approach (IDS Scheer)	4,00	0,00
	Other: Seamless Integration (Pallas Athena & Futura Process Intelligence)	4,00	0,00
2.1	Within the field of Finance Operations we focus on the processes Accounts Payable, Accounts Receivable, Asset Accounting and General Ledger. The adjacent End-to-End processes like Purchase-to-Pay (PTP) or Order-to-Cash (OTC) are also in focus of the analysis. In your opinion, what is the relative importance / relevance of BPI within Finance Operations regarding the following areas:		
2.1.1	Efficiency		
	Automation	2,50	1,12
			not relevant: 1
	Reduction of Process Cycle Time	3,40	0,80
	Reduction Process Complexity	3,60	0,49
	Process Monitoring and Benchmarking	3,00	0,00
2.1.2	Effectiveness		
	Identification of Process Exception / Bypass of defined Process Flow	3,40	0,80

	Identification of Process Errors and Root Cause Analysis	3,80	0,40
	Compliance Monitoring	2,60	1,02
	Analysis of Rework and Workarounds	2,80	0,98
	Service Level Monitoring	3,00	0,89
2.2	Who is the project sponsor of BPI initiatives within Finance Operations? (In Percentage)		
	Head of Shared Service		15%
	Head of Finance & Accounting		20%
	Process Owner (e.g. P2P)		27,5%
	IT		21,25%
2.3	Please specify the number of projects/solutions implemented within Finance Operations for German speaking countries with your software. Please consider our definition of Finance Operations in section 2. (Number of implemented projects or solutions)		
	< 5 projects / solutions		0
	5 – 25 projects / solutions		2
	25 – 50 projects / solutions		2
	> 50 projects / solutions		0
2.4	Please specify the size of the companies in terms of revenue. (Revenue in billion €)		
	< 5 projects / solutions		0
	5 – 25 projects / solutions		2
	25 – 50 projects / solutions		2
	> 50 projects / solutions		0
2.5	What is the share in percentage of Finance Operations projects compared to all projects?		
	IDS Scheer		20% – 25%
	Pallas Athena & Futura Process Intelligence		75%
	Tibco Software Inc.		22%

2.6 In your experience, how often (in percent) is Finance in general involved (not only for Finance Operations), for example to support business case calculations and set metrics/ KPIs for BPI projects?

IDS Scheer	50%
IBM	< 30%
Pallas Athena & Futura Process Intelligence	10%
Tibco Software Inc.	14%

2.7 In our opinion, the following categories can be designed for Finance Operations:



Exemplary matrix for the classification of BPI projects with regard to the categories Broadness versus Depth as well as As-Is versus To-Be (high-level categorization of possible BPI application scenarios).

2.8 In your experience, how is your software mainly applied for the following categories within Finance Operations?

2.8.1 **As-Is:** Focus is on the analysis, discovery of As-Is processes (one time Snap-Shot), if applicable with process modelling.

	current and finished projects	3,00	0,63
	future market trends	2,80	1,17
2.8.2	To-Be: Focus is on the continuous monitoring of the process as well as on continuous process improvement. Perform simulations, measure defined KPIs and detailed fact based comparison against benchmarks.		
	current and finished projects	2,00	0,63
	future market trends	3,60	0,50
2.8.3	Broadness: Focus is on the efficient quick scan of processes to gain high level insights and process transparency / overview (e.g. based on transactional system data). Efficiency indicators and additional high level analysis can be calculated / performed and specific questions can be derived based on facts and compared high level to benchmarks.		
	current and finished projects	2,60	1,02
	future market trends	3,40	0,80
2.8.4	Depth: Focus is to gain deep process insights and perform detailed process analysis, evaluation and interpretation. This information will be based on comprehensive transactional as well as master data.		
	current and finished projects	2,40	1,02
	future market trends	3,40	0,49
2.8.5	In your opinion, are there other additional categories to classify your BPI Software?		
	Tibco Software Inc.: The categories are good for this level of abstraction.		

Tabelle A.1: Auswertungsergebnisse des Fragebogens

Abbildungsverzeichnis

1.1	Begriffe, die mit Business Process Intelligence in Verbindung stehen	2
1.2	Aufbau dieser Arbeit	5
2.1	Unterschiedliche Ebenen von BPI	12
3.1	Methodik der Business Process Intelligence	21
3.2	BPI-Software-Architektur: Gesamtsicht	24
3.3	BPI-Architektur – Integrationsschicht	26
3.4	BPI-Architektur – Verarbeitungsschicht	28
3.5	BPI-Architektur – Visualisierungsschicht	29
4.1	Klassenübersicht mit zugehörigen Daten	33
4.2	Beispiel einer Protokoll-Datei	36
4.3	Schematischer Aufbau eines ESB	37
4.4	Push- & Pull-Methoden	40
4.5	Vorgehen bei der Datenintegration	43
4.6	Nachvollziehbarkeit der Daten über Systemgrenzen hinweg	46
4.7	Problem der Datengranularität	47
4.8	Zugehöriger Prozessgraph	49
5.1	KPIs auf verschiedenen Ebenen	57
5.2	Evaluation der Anwendungsfälle von Process Mining-Algorithmen	60
5.3	Process Discovery & Conformance Checking	60
5.4	Reports in BPI-Systemen	61
5.5	Alerts in BPI-Systemen	62

6.1	Darstellung eines Dashboard in ARIS MashZone	67
6.2	Social Network-Graph	70
6.3	Prozessvisualisierung als GANTT-Diagramm	72
6.4	Simulation eines Prozessmodells aufgrund gesammelter Daten	73
7.1	Überblick über grundlegende Konzepte der Sichtenbildung	77
7.2	BPI-Systemarchitektur mit verschiedenen Sichten	78
7.3	Von einem Prozess abgeleitete personenbezogene Sichten	79
7.4	Sicht von Quellsystemen auf den Prozess	80
7.5	Prozess-Sicht mit eingeblendeten KPIs für bestimmte Bereiche	81
7.6	Aggregierte Sicht auf Datenelemente eines Prozesses	82
7.7	Sicht auf die noch zu erledigenden Aktivitäten	84
7.8	Prozessvisualisierung durch die Bildung von Sichten	86
7.9	Beispiel für Attributtransformationen	87
7.10	Beispiel für Datenelement-Transformationen	88
7.11	Prozess in verschiedenen Abstraktionsebenen	89
8.1	Vorgehen beim Versenden des Fragebogens	94
8.2	Einsatzszenarios von BPI-Systemen	95
8.3	Klassifikation von BPI-Systemen anhand des Architekturtyps	96
8.4	Auszug der Ergebnisse des Fragebogens	105
9.1	BPI-Methodik mit Architektur eines BPI-Systems	108
A.1	BPI-Architektur: Detaillierte Gesamtdarstellung	116
A.2	Fragebogen Seite 1	118
A.3	Fragebogen Seite 2	119
A.4	Fragebogen Seite 3	120
A.5	Fragebogen Seite 4	121

Tabellenverzeichnis

2.1	Gegenüberstellung der Begriffe BPI, BI und PM	17
4.1	Minimale und optionale Informationen einer Protokoll-Datei	34
4.2	Protokollierte Informationen in AristaFlow und Staffware	35
4.3	Vor- und Nachteile der Push-Methode	41
4.4	Vor- und Nachteile der einmaligen Pull-Methode	41
4.5	Vor- und Nachteile der inkrementellen Pull-Methode	42
4.6	Protokoll-Datei	49
4.7	Checklisten zur Datenintegration	52
5.1	Anwendungsfälle von Process Mining-Algorithmen (nach [ARE])	59
6.1	Vor- und Nachteile der Netzplantechnik	71
7.1	Abstraktionsebenen für Prozesse und deren Ausführungen (nach [SL11])	90
8.1	Klassifikation von Systemen aufgrund der vorgestellten Kategorien	97
8.2	Zusammenfassung der betrachteten Software-Hersteller	100
8.3	Unternehmen, die mit dem Fragebogen angeschrieben wurden	101
8.4	Ausgewählte interessante Aspekte des Fragebogens	103
A.1	Auswertungsergebnisse des Fragebogens	126

Literaturverzeichnis

- [AAS04] ANANDARAJAN, Murugan ; ANANDARAJAN, Asokan ; SRINIVASAN, Cadambi: *Business Intelligence Techniques: A Perspective from Accounting and Finance*. Berlin : Springer Berlin Heidelberg, 2004. – 278 S.
- [ARE] AILENEI, Irina ; ROZINAT, Anne ; ECKERT, Albert: Towards an Evaluation Framework for Process Mining Systems. In: *bpmcenter.org*
- [BHK⁺10] BLICKLE, Tobias ; HESS, Helge ; KLUECKMANN, Joerg ; LEES, Mike ; WILLIAMS, Bruce: *Process Intelligence for Dummies*. Indianapolis, USA : Wiley Publishing Inc., 2010. – 99 S.
- [Bob08] BOBRIK, Ralph: Konfigurierbare Visualisierung komplexer Prozessmodelle. (2008), S. 272
- [CD97] CHAUDHURI, Surajit ; DAYAL, Umeshwar: An Overview of Data Warehousing and OLAP Technology. In: *SIGMOD Rec.* 26 (1997), S. 65–74
- [Dad96] DADAM, Peter: *Verteilte Datenbanken und Client/Server-Systeme – Grundlagen, Konzepte und Realisierungsformen*. Verlin : Springer, 1996
- [DIN87] DIN: *DIN 69900-1*. 1987
- [Dor81] DORAN, George T.: There's a S.M.A.R.T. Way to Write Management's Goals and Objectives. In: *Management Review* 70 (1981), Nr. 11, S. 35–36
- [Few07] FEW, Stephen: *Why Most Dashboards Fail / Perceptual Edge*. 2007. – Forschungsbericht
- [Fut] FUTURA PROCESS INTELLIGENCE: *Futura Process Intelligence*. <http://www.futura-pi.com>. – zuletzt besucht am: 25.08.2011

- [Fut09] FUTURA PROCESS INTELLIGENCE: *Gartner praises Futura Process Intelligence*. http://www.fururatech.nl/site/index.php?option=com_content&view=article&id=89:gartner-cool-vendor&catid=43:nieuws&Itemid=63&lang=en. Version:2009. – zuletzt besucht am: 04.04.2011
- [Gar10a] GARTNER: *Magic Quadrant for Business Process Analysis Tools 2010*. <http://www.gartner.com/technology/media-products/reprints/softwareag/volume2/article3/article3.html>. Version:2010. – zuletzt besucht am: 19.05.2011
- [Gar10b] GARTNER: *Magic Quadrant for Business Process Management Suites 2010*. <http://www.gartner.com/technology/media-products/reprints/softwareag/volume2/article8/article8.html>. Version:2010. – zuletzt besucht am: 19.05.2011
- [GMS92] GARCIA-MOLINA, H. ; SALEM, K.: Main Memory Database Systems: An Overview. In: *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 4 (1992), Dezember, Nr. 6, S. 509–516
- [GTS10] GANSOR, Tom ; TOTOK, Andreas ; STOCK, Steffen: *Von der Strategie zum Business Intelligence Competency Center*. München : Carl Hanser Verlag, 2010. – 307 S.
- [Gue09] GUENTHER, Christian W.: *XES - Standard Definition*. 2009
- [Hes05] HESS, Helge: Von der Unternehmensstrategie zur Prozess-Performance – Was kommt nach Business Intelligence? In: *Portfolio The Magazine Of The Fine Arts*. 2005, S. 23
- [Hie07] HIEKEL, Steffen: *Bedeutung und Qualitätseigenschaften des Enterprise Service Bus im Kontext von serviceorientierten Architekturen*, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Diplomarbeit, 2007. – 146 S.
- [KB06] KEMPER, Hans-Georg ; BAARS, Henning: Business Intelligence und Competitive Intelligence. In: *HMD* 247 (2006), S. 7–20

- [KK99] KUENG, Peter ; KRAHN, A.J.W.: Building a Process Performance Measurement System: Some Early Experiences. In: *Journal of Scientific and Industrial Research* 58 (1999), Nr. 3, S. 149–159
- [Koe04] KOELSCH, Sven: *Geschäftsprozessmodellierung und -optimierung mit Methoden der EPK, Petrinetze und der UML*. 2004
- [LFC11] LINDEN, Markus ; FELDEN, Carsten ; CHAMONI, Peter: Dimensions of Business Process Intelligence. In: *8th International Conference on Business Process Management, BPM2010* 66 (2011), S. 208–213
- [MBR05] MUTSCHLER, Bela ; BUMILLER, Johannes ; REICHERT, Manfred: An Approach to Quantify the Costs of Business Process Intelligence. (2005), S. 1–14
- [Mih05] MIHALCA, Tiberius: *Prozessdatenintegration und -transformation für die systemübergreifende Visualisierung von Arbeitsabläufen*, Universität Ulm, Diplomarbeit, 2005
- [MN08] MARTIN, Wolfgang ; NUSSDORFER, Richard: *The iBonD Series – intelligent Business on Demand CPM – Corporate Performance Management Kompendium: Analytische Services in einer SOA*. 2008
- [MR08] MUTSCHLER, Bela ; REICHERT, Manfred: A Business Process Intelligence System for Enterprise Process Performance Management. In: *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)* 38 (2008), Nr. 6, S. 745–756
- [Mur89] MURATA, T.: Petri Nets: Properties, Analysis and Applications. In: *Proceedings of the IEEE* 77 (1989), Nr. 4, S. 541–580
- [MWK04] MELCHERT, Florian ; WINTER, Robert ; KLESSE, Mario: Aligning Process Automation and Business Intelligence to Support Corporate Performance Management. In: *10th Americas Conference on Information Systems*, Citeseer, 2004, S. 4053–4063
- [OJA07] OASIS ; JORDAN, Diane ; ALVES, Alexandre: *Web Services Business Process Execution Language Version 2.0*. (2007), S. 1–264

- [OMGa] OMG BPMN STANDARD: *BPMN Information Home*. <http://www.bpmn.org>. – zuletzt besucht am: 04.04.2011
- [OMGb] OMG UML STANDARD: *UML Information*. <http://www.uml.org>. – zuletzt besucht am: 04.04.2011
- [OV91] OZSU, M.T. ; VALDURIEZ, P.: Distributed Database Systems: Where Are We Now? In: *Computer* 24 (1991), aug, Nr. 8, S. 68–78
- [Pet62] PETRI, Carl A.: *Kommunikation mit Automaten*, Universität Bonn, Dissertation, 1962. – 128 S.
- [PNC07] PANDE, Peter S. ; NEUMAN, Robert P. ; CAVANAGH, Roland R.: The Six Sigma Way. In: BOERSCH, Cornelius (Hrsg.) ; ELSCHEN, Rainer (Hrsg.): *Das Summa Summarum des Management*. Gabler, 2007, S. 299–308
- [Pro] PROVIADO PROJECT, Universität Ulm D.: *Proviado*. <http://www.uni-ulm.de/in/iui-dbis/forschung/projekte/proviado.html>. – zuletzt besucht am: 27.08.2011
- [Ran09] RANJAN, J.: Business Intelligence: Concepts, Components, Techniques and Benefits. In: *Journal of Theoretical and Applied Information Technology* 9 (2009), Nr. 1, S. 60–70
- [RD09] REICHERT, Manfred ; DADAM, Peter: Enabling Adaptive Process-aware Information Systems with ADEPT2. In: *Handbook of Research on Business Process Modeling*. Hershey, New York : Information Science Reference, 2009, Kapitel 8, S. 173–203
- [Sch] SCHUMM, David: *Business Process Illustrator*. <http://sourceforge.net/projects/bpi/>. – zuletzt besucht am: 30.08.2011
- [Sch96] SCHEER, A.W.: ARIS-House of Business Engineering. In: *IWI Hefte* 133 (1996), S. 1–34
- [SJKC04] SCHIEFER, Josef ; JENG, Jun-jang ; KAPOOR, Shubir ; CHOWDHARY, Pawan: Process Information Factory: A Data Management Approach for Enhancing Business Process Intelligence. In: *Proceedings. IEEE International Conference on e-Commerce Technology, 2004. CEC 2004*. (2004), S. 162–169

-
- [SL11] SCHUMM, David ; LATUSKE, Gregor: A Prototype for View-based Monitoring of BPEL Processes. In: *Elektrotechnik Und Informationstechnik* (2011), S. 12
- [SLL11] SCHUMM, David ; LATUSKE, Gregor ; LEYMANN, Frank: State Propagation for Business Process Monitoring on Different Levels of Abstraction. In: *ECIS Proceedings* (2011)
- [Sof] SOFTWARE AG: *Software AG*. <http://www.softwareag.com>. – zuletzt besucht am: 25.08.2011
- [Sta00] STAFFWARE: *Staffware Web Client User's Guide*. 2000
- [TV] TU/E ; VAN DER AALST, W.M.P.: *processmining.org*. <http://www.processmining.org>. – zuletzt besucht am: 15.03.2011
- [VMV⁺05] VAN DONGEN, B.F. ; MEDEIROS, A.K.A. de ; VERBEEK, H.M.W ; WEIJTERS, A.J.M.M. ; VAN DER AALST, W.M.P.: The ProM Framework: A New Era in Process Mining Tool Support. In: CICARDO, Gianfranco (Hrsg.) ; DARONDEAU, Philippe (Hrsg.): *Applications and Theory of Petri Nets 2005*. Heidelberg : Springer, 2005 (i), S. 444–454
- [VRS05] VAN DER AALST, W.M.P. ; REIJERS, H. A. ; SONG, Minseok: Discovering Social Networks from Event Logs. In: *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* 14 (2005), S. 549–593
- [VRWV07] VAN DER AALST, W.M.P. ; REIJERS, H. A. ; WEIJTERS, A.J.M.M. ; VAN DONGEN, B.F.: Business Process Mining: An Industrial Application. In: *Information Systems* 32 (2007), Nr. 5, S. 1–30
- [VVH⁺03] VAN DER AALST, W.M.P. ; VAN DONGEN, B.F. ; HERBST, J ; MARUSTER, L ; SCHIMM, G ; WEIJTERS, A.J.M.M.: Workflow Mining: A Survey of Issues and Approaches. In: *Data & Knowledge Engineering* 47 (2003), November, Nr. 2, S. 237–267
- [VW04] VAN DER AALST, W.M.P. ; WEIJTERS, A.J.M.M.: Process Mining: A Research Agenda. In: *Computers in Industry* 53 (2004), Nr. 3, S. 231–244
- [Web07] WEBER, Joachim: *Process Mining - Status Quo und Perspektiven*. Dresden, 2007

Literaturverzeichnis

- [WV01] WEIJTERS, A.J.M.M. ; VAN DER AALST, W.M.P.: Process Mining Discovering Workflow Models from Event-Based Data. In: *Management* (2001), Nr. i, S. 283–290
- [XES] XES: *XES - Extensible Event Stream*. <http://www.xes-standard.org>. – zuletzt besucht am: 29.03.2011

Name: Johannes Schobel

Matrikelnummer: 606956

Erklärung

Ich erkläre, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Ulm, den

Johannes Schobel