

# **Beiträge zu Business Intelligence und IT-Compliance**

Der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der  
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover  
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Wirtschaftswissenschaften  
– Doctor rerum politicarum –

vorgelegte Dissertation

von

Diplom-Ökonom Matthias Kehlenbeck  
geboren am 17. Juli 1978 in Verden (Aller)

2010

## **Zusammenfassung**

Die vorliegende kumulative Dissertation beschäftigt sich mit dem Forschungsgebiet Business Intelligence (BI) / Online Analytical Processing (OLAP) / Data Warehousing (DW), sowie dem Forschungsgebiet IT-Compliance. Ausgehend von Problemstellungen aus der Praxis und Literaturrecherchen sind folgende Forschungsziele definiert worden:

- A. Gestaltung von Artefakten zur Verbesserung der Interoperabilität von BI/OLAP/DW Systemen durch Einsatz von Ontologien und automatisiertes Schlussfolgern,
- B. Gestaltung von Artefakten zur automatisierten regelbasierten Überwachung maschineller Kontrollen und zur zielgruppengerechten Berichterstattung von Kontrollausnahmen.

Zur Umsetzung dieser Forschungsziele ist Design Science als Forschungsmethode eingesetzt worden. Die Forschungsergebnisse sind in drei Forschungsbeiträgen zum Forschungsgebiet BI/OLAP/DW und Forschungsziel A sowie fünf Forschungsbeiträgen zum Forschungsgebiet IT-Compliance und Forschungsziel B zusammengefasst worden.

## **Abstract**

This cumulative dissertation deals with the research area Business Intelligence (BI) / Online Analytical Processing (OLAP) / Data Warehousing (DW), as well as the research area IT compliance. Based on real life problems and literature reviews, the following research objectives have been defined:

- A. Design of artifacts to improve the interoperability of BI/OLAP/DW systems by means of ontologies and automated reasoning,
- B. Design of artifacts for the automated ruled-based monitoring of system controls and for the target group appropriate reporting of control exceptions.

In order to achieve these control objectives, design science has been used as the research method. The research results are summarized in three research papers regarding research area BI/OLAP/DW and research objective A as well as five research papers regarding research area IT compliance and research objective B.

# **Managementzusammenfassung**

## **Einleitung und Problemstellung**

Organisationen setzen zur Unterstützung ihrer Geschäftsprozesse verschiedene Informationssysteme ein. Durch den fortlaufenden Betrieb dieser Systeme entstehen mit der Zeit umfangreiche Datenbestände. Aus diesen Datenbeständen können Informationen gewonnen werden, die für das operative und strategische Management wertvoll sind. Systeme zur Verarbeitung umfangreicher Datenbestände eignen sich aber nur bedingt zu deren Auswertung. Daher gibt es zur Auswertung von Daten eigene Informationssysteme. Diese Systeme werden unter dem Begriff Business Intelligence (BI) zusammengefasst. BI setzt Data Warehousing (DW) für die Überführung und Bereitstellung von Daten sowie Online Analytical Processing (OLAP) für die Analyse von Daten ein. Die Analyse erfordert neben dafür geeigneten Systemen auch wertvolles Expertenwissen hinsichtlich der Bedeutung der Daten. Erhebliche Teile dieses Wissens werden durch die Definition betrieblicher Größen und Objekte im Rahmen von Analysen oder durch das Erstellen von Berichten von den Benutzern der BI/OLAP/DW Systeme in diesen abgelegt. Zum Austausch dieses Wissens gibt es im Gegensatz zum Austausch von Daten jedoch kaum Möglichkeiten. Die vorliegende Dissertation enthält Forschungsbeiträge, die sich mit dem Austausch dieses Wissens beschäftigen. Diese Beiträge gestalten innovative Modelle, Verfahren und Implementierungen zur Verbesserung der Interoperabilität von BI/OLAP/DW Systemen. Zur Beschreibung des Wissens hinsichtlich der Bedeutung von Daten werden Ontologien eingesetzt. Dabei wird das übertragbare Wissen von technischen Details isoliert und durch automatisiertes Schlussfolgern für andere Systeme anwendbar gemacht.

In die Geschäftsprozesse von Organisationen sind zahlreiche Kontrollen eingebettet. Diese Kontrollen sollen unter anderem das Erreichen der betrieblichen Ziele unterstützen, das Einhalten von relevanten Gesetzen sicherstellen sowie Fehler und Manipulationen verhindern. Die Gesamtheit aller Kontrollen einer Organisation bildet ihr internes Kontrollsystem. Ein erheblicher Teil des internen Kontrollsystems kann in die Programmabläufe der unterstützenden Informationssysteme integriert werden. Unter anderem können Systeme das Einhalten von gesetzlichen oder vereinbarten Regelungen sicherstellen, indem sie verschiedene Funktionen und Verantwortungen voneinander trennen sowie bestimmte Verfahren erzwingen. Das Einhalten von gesetzlichen oder

vereinbarten Regelungen durch Systeme wird auch als IT-Compliance bezeichnet. Um sicherzustellen, dass die Kontrollen richtig in den Systemen implementiert sind, müssen die Kontrollen regelmäßig überwacht werden. Aufgrund der Heterogenität und der Komplexität von Systemen kann dieses Überwachen eine schwierige und zeitaufwendige Aufgabe sein. Eine Möglichkeit zur regelmäßigen Überwachung von Kontrollen in Systemen und zur zeitnahen Berichterstattung von Ausnahmen ist der Einsatz entsprechender Informationssysteme. Die vorliegende Dissertation enthält Forschungsbeiträge, die sich mit entsprechenden Systemen beschäftigen. Diese Beiträge gestalten innovative Modelle, Verfahren und Implementierungen zur automatisierten Überwachung von Kontrollen in Systemen. Die automatisierte Überwachung wird durch zuvor hinterlegte Regeln gesteuert. Für die zeitnahe und zielgruppengerechte Berichterstattung von Ausnahmen wird BI eingesetzt.

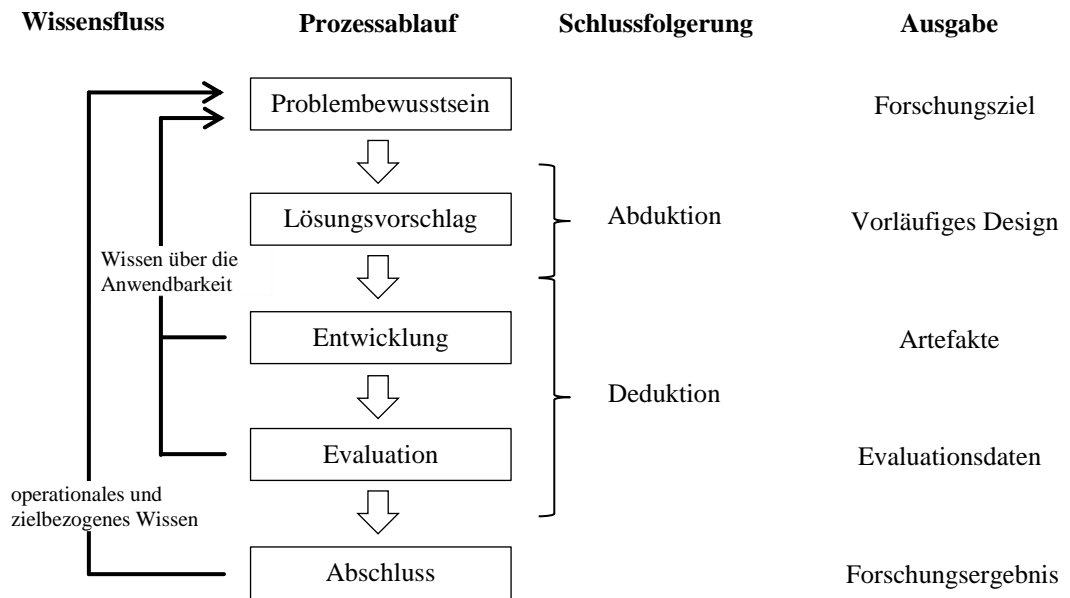
## **Forschungsziele und Forschungsmethode**

Die vorliegende Dissertation verfolgt ein Forschungsziel im Forschungsgebiet BI/OLAP/DW und ein Forschungsziel im Forschungsgebiet IT-Compliance. Den Anstoß für diese Ziele haben die in der Einleitung umrissenen Problemstellungen aus der Praxis gegeben. Zu diesen Problemstellungen sind durch systematische Literaturrecherchen bestehende Forschungslücken identifiziert worden. Auf Grundlage der Problemstellungen und der Forschungslücken werden die folgenden Forschungsziele definiert:

- A. Gestaltung von Artefakten zur Verbesserung der Interoperabilität von BI/OLAP/DW Systemen durch Einsatz von Ontologien und automatisiertes Schlussfolgern,
- B. Gestaltung von Artefakten zur automatisierten regelbasierten Überwachung maschineller Kontrollen und zur zielgruppengerechten Berichterstattung von Kontrollausnahmen.

Der Begriff des Artefakts bezeichnet unter anderem Konzepte, Modelle und Verfahren sowie deren Implementierungen als Prototypen oder als Produktivsysteme.

Als Forschungsmethode zum Erreichen der Forschungsziele wird Design Science gewählt. Im Design Science werden auf Grundlage des verfügbaren Wissens abduktiv Lösungsvorschläge erarbeitet. Diese Lösungsvorschläge führen zu einem vorläufigen Design. Ausgehend von diesem vorläufigen Design wird das verfügbare Wissen deduktiv zur Entwicklung und anschließenden Evaluation eines Artefaktes eingesetzt. Sowohl



**Abbildung I: Design Science als Forschungsmethode.**

Quelle: Modifizierte Version von Darstellungen in TAKEDA ET AL. 1990, S. 45 und VAISHNAVI UND KÜCHLER 2009.

durch die Entwicklung als auch durch die Evaluation entsteht Wissen über die Anwendbarkeit von Wissen. Die Anwendbarkeit von Wissen kann aber nur durch das Entdecken von Widersprüchen erkannt werden. Diese Widersprüche treten aufgrund der Unvollständigkeit des verfügbaren Wissens regelmäßig auf. Daher sind in der Regel mehrere Iterationen des beschriebenen Prozesses zum Erreichen der Forschungsziele notwendig. Nach dem Erreichen der Forschungsziele, wird das gewonnene Wissen zusammengefasst und als Forschungsergebnis verbreitet. Abbildung I stellt Design Science als Forschungsmethode grafisch dar.

## Forschungsstand

Ausgangspunkt für das Umsetzen der Forschungsziele ist der gegenwärtige Forschungsstand. Um diesen zu bestimmen, ist wie folgt in der Literatur recherchiert worden:

- Um einen Überblick über die zahlreichen Forschungsbeiträge zum Forschungsgebiet BI/OLAP/DW zu gewinnen, sind zunächst weitreichende Suchanfragen in den einschlägigen Internetdatenbanken mit wissenschaftlicher Literatur zur Informatik und Wirtschaftsinformatik durchgeführt worden. Die Titel und Zusammenfassungen von etwa 2.400 Beiträgen sind gelesen und kategorisiert worden. Da es zum Forschungsgebiet IT-Compliance deutlich weniger Forschungsbeiträge gibt, ist ein analoges Vorgehen nicht notwendig gewesen.

- Während der Arbeit an den einzelnen Forschungsbeiträgen sind die Internetdatenbanken sowie die relevanten Zeitschriften und Konferenzbände nach verwandter Literatur durchsucht worden. Auf die relevanten Ergebnisse wird in den einzelnen Forschungsbeiträgen Bezug genommen.
- Schließlich sind alle elektronisch verfügbaren und relevanten Zeitschriften sowie Konferenzbände seit Anfang 2000 beschafft und für die Volltextsuche indiziert worden. Durch Volltextsuchen ist gezielt nach Beiträgen zu den beiden Forschungszielen recherchiert worden. Die Titel und Zusammenfassungen von 385 Beiträgen sind gelesen worden. Auf die relevanten Ergebnisse wird in der Dissertation Bezug genommen.

Zu den beiden Forschungszielen gibt es in der wissenschaftlichen Literatur nur eine überschaubare Anzahl an Beiträgen.

### **Eigene Forschungsbeiträge und Forschungsergebnisse**

Die vorliegende Dissertation enthält drei Forschungsbeiträge zum Forschungsgebiet BI/OLAP/DW und Forschungsziel A sowie fünf Forschungsbeiträge zum Forschungsgebiet IT-Compliance und Forschungsziel B. Innerhalb der Forschungsgebiete und Forschungsziele bauen die einzelnen Forschungsbeiträge aufeinander auf.

Innerhalb des Forschungsgebiets BI/OLAP/DW und Forschungsziels A sind Beiträge mit folgenden Inhalten erstellt worden:

- Strukturierte Literaturrecherche und -klassifizierung zu den Forschungsgebieten BI und DW, veröffentlicht als Discussion Paper (DP) #30 des Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWI) der Leibniz Universität Hannover,
- Ontologie-basierter Austausch von Definitionen für Rechengvorschrift und deren unmittelbare Anwendung für BI/OLAP/DW Systeme anhand eines entwickelten Proxys, veröffentlicht bei der International Conference on Data Warehousing and Knowledge Discovery (DaWaK) 2009,
- Integration von Wissensmanagementsystemen und BI-Systemen sowie Isolierung von Geschäftswissen und DW-Metadaten mittels einer Weiterentwicklung des Proxys und einer Reihe eigens entwickelter Werkzeuge, wird eingereicht bei der International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE) 2011.

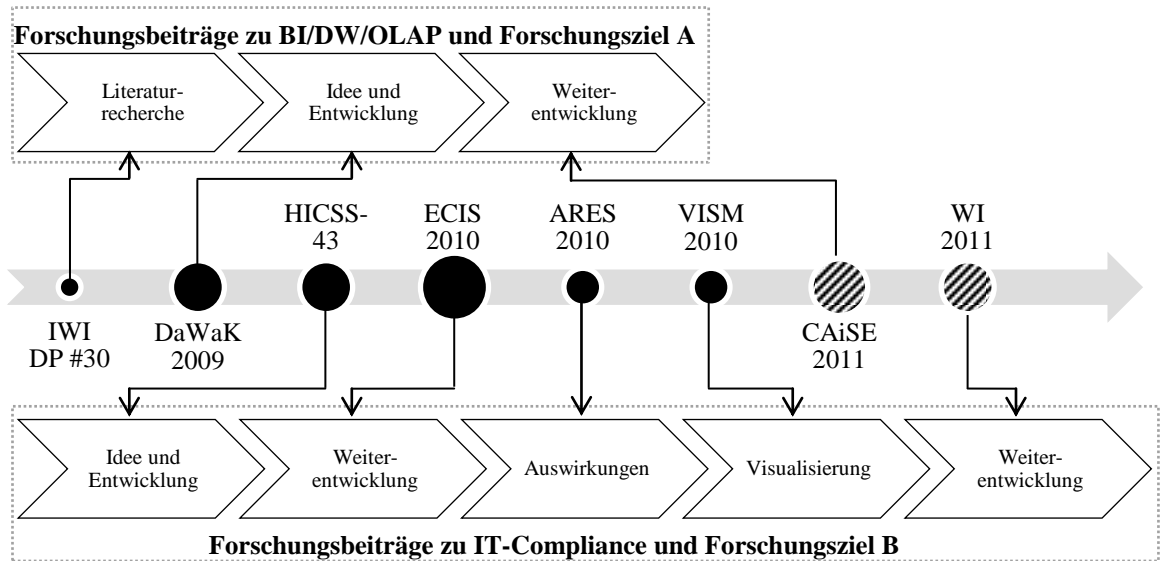
Zur Evaluation des entwickelten Proxys sind mehrere verbreitete DW-Server und DW-Clients eingesetzt worden, mit diesen arbeitet der Proxy problemlos zusammen.

Innerhalb des Forschungsgebiets IT-Compliance und Forschungsziels B sind Beiträge mit folgenden Inhalten erstellt worden:

- Integriertes Modell, Service-Orientierte Architektur und auf Webservices basierender Prototyp zur Überwachung von Zugriffskontrollen in Systemen sowie zur Berichterstattung von Ausnahmen mittels BI, veröffentlicht bei der Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS) 43,
- Weiterentwicklung der Architektur und des Prototypen anhand einer Verbesserung einzelner Webservices und einer Erweiterung um eine automatische Transformation von Zugriffskontrolldaten aus dem proprietären SAP-Modell in ein Standardmodell, veröffentlicht bei der European Conference on Information Systems (ECIS) 2010,
- Diskussion der Anwendung des Prototyps und der entsprechenden Auswirkungen unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien und unterschiedlicher Anspruchsgruppen, veröffentlicht bei der International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES) 2010,
- Visualisierung von managementrelevanten Informationen, die mit dem Prototyp generiert worden sind, veröffentlicht beim International Workshop on Visualization and Information Security Management (VISM) 2010,
- Weiterentwicklung des Prototyps durch Transfer-, Konvertierungs- und Verarbeitungsverfahren, die besonders geringe Annahmen zu den Modellen und Abläufen in den zu überwachenden Systemen treffen, eingereicht bei der Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI) 2011.

Zur Evaluation des Prototyps sind Daten aus mehreren Mandanten eines produktiven SAP-Systems verwendet worden. Der Prototyp hat die Kontrollen zuverlässig überwacht.

Abbildung II stellt die Zusammenhänge zwischen den Forschungsbeiträgen grafisch dar. Die Größe der Kreise veranschaulicht die Bewertung der Veröffentlichungen in den einschlägigen Ranglisten.



**Abbildung II: Darstellung der zeitlichen Abfolge und inhaltlichen Zusammenhänge der Beiträge.**

Quelle: Eigene Darstellung.

## Fazit und Ausblick

Die vorliegende Dissertation hat jeweils ein Forschungsziel in zwei unterschiedlichen Forschungsgebieten verfolgt. Den Anstoß für diese Forschungsziele ergaben Problemstellungen aus der Praxis. Zu diesen Problemstellungen sind durch systematische Literaturrecherchen bestehende Forschungslücken identifiziert worden.

Innerhalb des Forschungsgebietes BI/OLAP/DW ist das Forschungsziel die Gestaltung von Artefakten zur Verbesserung der Interoperabilität von BI/OLAP/DW Systemen durch Einsatz von Ontologien und automatisiertes Schlussfolgern gewesen. Zur Umsetzung des Forschungsziels ist Design Science betrieben worden. Dabei sind innovative Modelle, Verfahren und Implementierungen entwickelt worden, welche Ontologien und automatisiertes Schlussfolgern einsetzen, um den Austausch von wertvollem Expertenwissen zwischen verschiedenen BI/OLAP/DW Systemen sowie dessen unmittelbare Anwendung zu ermöglichen. Durch diese Modelle, Verfahren und Implementierungen kann erstmals Wissen über Funktionen für Größen (wie z. B. Gewinn vor Zinsen und Steuern) und Definitionen für Objekte (wie z. B. Zinskonto oder Steuerkonto) über Wissensmanagementsysteme zwischen unterschiedlichen BI/OLAP/DW Systemen ausgetauscht werden. Ferner kann das ausgetauschte Wissen mittels eines standardkonformen Proxys ohne Änderungen an diesen Systemen angewendet werden. Dies stellt eine deutliche Verbesserung der Interoperabilität von BI/OLAP/DW Systeme dar. Bisher gibt es in der wissenschaftlichen Literatur keinen vergleichbaren Proxy.



Innerhalb des Forschungsgebietes IT-Compliance ist das Forschungsziel die Gestaltung von Artefakten zur automatisierten regelbasierten Überwachung maschineller Kontrollen und zur zielgruppengerechten Berichterstattung von Kontrollausnahmen gewesen. Zur Umsetzung des Forschungsziels sind auch hier innovative Modelle, Verfahren und Implementierungen durch Design Science entwickelt worden. Diese Modelle, Verfahren und Implementierungen ermöglichen eine homogene Überwachung von Kontrollen in heterogenen Systemen. Der implementierte Prototyp wird durch Regeln gesteuert und leitet die Überwachungsergebnisse (insbesondere identifizierte Kontrollausnahmen) an BI-Systeme weiter. Dies ermöglicht eine zeitnahe und zielgruppengerechte Berichterstattung. Bisher gibt es in der wissenschaftlichen Literatur keinen anderen Prototyp zur Überwachung maschineller Kontrollen, der vergleichbar flexibel auf Unterschiede zwischen den überwachten Systemen eingehen kann und vergleichbar konform zu etablierten Standards ist.

Die aufgeführten Forschungsergebnisse stellen maßgebliche Erfolge für die gesetzten Forschungsziele dar und bieten zugleich mehrere Anknüpfungspunkte für zukünftige Forschung. Innerhalb des Forschungsgebietes BI/OLAP/DW gibt es bisher lediglich vereinzelt Beiträge, die sich mit dem Austausch von Wissen zur Bedeutung von Daten beschäftigen. Auch auf den Einsatz von Ontologien und automatisiertem Schlussfolgern wird nur in Teilgebieten eingegangen. Hier gibt es erhebliches Potential für zukünftige Forschung an innovativen Analysewerkzeugen mit nativer Unterstützung für Ontologien. Entsprechende Werkzeuge könnten bestehende Grenzen zwischen OLAP und künstlicher Intelligenz aufweichen. Innerhalb des Forschungsgebietes IT-Compliance gibt es bisher nicht viele Beiträge, die sich mit der Gestaltung von Artefakten zur Überwachung von Kontrollen in Systemen beschäftigen. Dadurch mangelt es unter anderem an Vorschlägen zu Kontrollmodellen, Einschätzungen zu Regelsprachen und Beurteilungen von Lösungen. Auch auf die Präsentation von Überwachungsergebnissen wird kaum eingegangen. Hier steht die Forschung noch am Anfang.

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	13
1 Einleitung.....	15
2 Grundlagen.....	18
2.1 Business Intelligence, Online Analytical Processing und Data Warehousing .	18
2.1.1 Data Warehousing.....	19
2.1.2 Online Analytical Processing.....	21
2.1.3 Business Intelligence.....	23
2.2 Governance und Compliance .....	24
2.2.1 Corporate Governance und Corporate Compliance .....	24
2.2.2 IT-gestützte Governance und IT-gestützte Compliance .....	25
2.2.3 IT-Governance und IT-Compliance.....	26
3 Forschungsdesign.....	27
3.1 Philosophische Grundlagen .....	27
3.2 Wissenschaftstheoretische Grundlagen .....	28
3.3 Wissenschaftstheoretische Fundierung der Wirtschaftsinformatik.....	30
3.3.1 Forschungsgegenstand und Forschungsziel .....	31
3.3.2 Forschungsmethoden .....	31
3.4 Forschungsziele und Forschungsmethoden.....	33
3.4.1 Forschungsziele.....	33
3.4.2 Forschungsmethoden .....	35
4 Forschungsstand.....	38
4.1 Forschungsgebiet BI/OLAP/DW und Forschungsziel A .....	38
4.2 Forschungsgebiet IT-Compliance und Forschungsziel B .....	43
5 Eigene Forschungsbeiträge .....	48
5.1 Strukturierte Literaturrecherche und -klassifizierung zu den Forschungsgebieten Business Intelligence und Data Warehousing .....	49

5.1.1	Inhalt .....	49
5.1.2	Veröffentlichung .....	50
5.2	Ontology-Based Exchange and Immediate Application of Business Calculation Definitions for Online Analytical Processing .....	50
5.2.1	Inhalt .....	50
5.2.2	Veröffentlichung .....	52
5.3	Managing Internal Control in Changing Organizations through Business Process Intelligence – A Service Oriented Architecture for the XACML based Monitoring of Supporting Systems .....	53
5.3.1	Inhalt .....	53
5.3.2	Aufgabenteilung .....	54
5.3.3	Veröffentlichung .....	54
5.4	An Implementation of a Process-Oriented Cross-System Compliance Monitoring Approach in a SAP ERP and BI Environment.....	55
5.4.1	Inhalt .....	56
5.4.2	Aufgabenteilung.....	56
5.4.3	Veröffentlichung .....	57
5.5	Application and Economic Implications of an Automated Requirement-Oriented and Standard-Based Compliance Monitoring and Reporting Prototype .....	57
5.5.1	Inhalt .....	58
5.5.2	Aufgabenteilung.....	58
5.5.3	Veröffentlichung .....	59
5.6	Visualization of Automated Compliance Monitoring and Reporting .....	59
5.6.1	Inhalt .....	60
5.6.2	Aufgabenteilung.....	60
5.6.3	Veröffentlichung .....	60
5.7	Integrating Knowledge Management and Business Intelligence Using Semantic Middleware and Established Standards.....	61

5.7.1	Inhalt .....	61
5.7.2	Veröffentlichung .....	62
5.8	Ein modellunabhängiges und ontologiebasiertes Informationssystem zur Überwachung automatisierter Kontrollen in heterogenen Systemlandschaften.....	63
5.8.1	Inhalt .....	63
5.8.2	Veröffentlichung .....	64
6	Kritische Würdigung und Ausblick .....	65
6.1	Vorgehensweise.....	65
6.2	Forschungsergebnisse.....	67
6.3	Ergebnisveröffentlichung .....	68
6.4	Fazit und Ausblick.....	69
	Literaturverzeichnis.....	72
 <b>Anhang</b>		
A	Strukturierte Literaturrecherche und -klassifizierung zu den Forschungsgebieten Business Intelligence und Data Warehousing .....	84
B	Ontology-Based Exchange and Immediate Application of Business Calculation Definitions for Online Analytical Processing .....	95
C	Managing Internal Control in Changing Organizations through Business Process Intelligence – A Service Oriented Architecture for the XACML based Monitoring of Supporting Systems .....	109
D	An Implementation of a Process-Oriented Cross-System Compliance Monitoring Approach in a SAP ERP and BI Environment .....	119
E	Application and Economic Implications of an Automated Requirement- Oriented and Standard-Based Compliance Monitoring and Reporting Prototype ..	131
F	Visualization of Automated Compliance Monitoring and Reporting .....	138
G	Integrating Knowledge Management and Business Intelligence Using Semantic Middleware and Established Standards .....	143
H	Ein modellunabhängiges und ontologiebasiertes Informationssystem zur Überwachung automatisierter Kontrollen in heterogenen Systemlandschaften ....	158