

Wirtschaftliche Bewertung und Analyse von Business Process Compliance:

Ein Ansatz basierend auf
Basic Control Flow Patterns und
Extensible Event Streams

Dissertation

zur Erlangung des Grades

Doktor der Wirtschaftswissenschaft (Dr. rer. pol.)

der Juristischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Stephan Kühnel, M. Sc.

Halle (Saale),

Juni 2019

Erstgutachter:

Prof. Dr. Stefan Sackmann

Zweitgutachter:

Prof. Dr. Ralf Peters

Tag der Verteidigung:

21. August 2019

Danksagung

Die Arbeit mit dem Titel „Wirtschaftliche Bewertung und Analyse von Business Process Compliance: Ein Ansatz basierend auf Basic Control Flow Patterns und Extensible Event Streams“ wurde im Sommersemester 2019 von der Juristischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg als Dissertation angenommen. Sie repräsentiert das Ergebnis meiner Forschung zur prozessorientierten wirtschaftlichen Bewertung und Analyse von Compliance und fußt auf der Verknüpfung wirtschaftswissenschaftlicher und informationstechnischer Fragestellungen. Nun möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Arbeit unterstützt und motiviert haben.

Ein erster und ganz besonders herzlicher Dank gebührt meinem Doktorvater und Mentor Prof. Dr. Stefan Sackmann für das entgegengebrachte Vertrauen und die sowohl fachliche als auch moralische Unterstützung. Seine hilfreichen Anregungen und konstruktiven Kritiken haben, gepaart mit der Gewährung großzügiger akademischer Freiheiten, nicht nur zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen, sondern auch einen maßgeblichen Beitrag zu meiner akademischen und persönlichen Entwicklung geleistet. Zudem möchte ich Herrn Prof. Dr. Ralf Peters für die Bereitschaft zur Übernahme des Zweitgutachtens dieser Dissertation herzlichst danken.

Meinen Institutskollegen Hans Betke, Sebastian Lindner, Dr. Uwe Bretschneider, Prof. Dr. Thomas Wöhner und Sebastian Köhler danke ich für die rege Hilfs- und Diskussionsbereitschaft während der gemeinsamen Jahre, die spürbar dazu beigetragen hat, mein Forschungsprojekt voranzutreiben. Ein besonderer Dank gilt Tobias Seyffarth für die vielen konstruktiven und inspirierenden Gespräche sowie für die stets sehr gute Zusammenarbeit. Darüber hinaus möchte ich allen weiteren Kollegen und Ehemaligen vom Institut für Wirtschaftsinformatik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg für die stets freundschaftliche Arbeitsatmosphäre danken.

Schließlich möchte ich ein herzliches Dankeschön an meine Familie richten. Meinem Vater Ernst-Joachim Kühnel und meiner Mutter Brigitte Edith Bayerlein danke ich für die Unterstützung während meiner gesamten Studienzzeit. Einen besonderen Dank möchte ich zudem an meine Lebensgefährtin Linda Claus richten, die mir sowohl Rückhalt als auch notwendigen Freiraum gegeben hat und mich in den richtigen Momenten aus dem wissenschaftlichen Elfenbeinturm holte.

Zusammenfassung

Der Begriff „Compliance“ bezeichnet im betriebswirtschaftlichen Kontext Regeltreue, d.h. unternehmerisches Handeln im Einklang mit geltenden Regeln (Ackermann et al. 2017), die aus verschiedenen Quellen entspringen können, wie bspw. aus Gesetzen, Standards, Verträgen, organisationsinternen Vorgaben etc. Compliance von Geschäftsprozessen wird in der Disziplin Wirtschaftsinformatik als „Business Process Compliance“ (BPC) bezeichnet und adressiert die Einhaltung unternehmensrelevanter Anforderungen bei der Konstruktion und Ausführung von Geschäftsprozessen (Rinderle-Ma et al. 2008a). Im Kontext einer stetig steigenden Anzahl von Compliance-Anforderungen hat sich die Sicherstellung von BPC nicht nur als komplexe technische Herausforderung, sondern insbesondere auch als kostenintensive Aufgabe manifestiert (Sackmann und Kittel 2015; Sadiq und Governatori 2015; La Rosa 2015). BPC wird in diesem Kontext sogar als „heftiger Kostentreiber“ bezeichnet (Becker et al. 2016). In Wissenschaft und Praxis wird deshalb der Bedarf an Ansätzen kommuniziert, die auch nicht-technische wirtschaftliche Dimensionen bei der Sicherstellung von BPC adressieren.

Das Prinzip der Wirtschaftlichkeit basiert im Kern auf einer Input-Output-Relation, die durch quantitative Kenngrößen für verschiedenste Domänen (Staats 2009) und somit auch für BPC spezifiziert werden kann (Kühnel et al. 2017c). Die Untersuchung prozessbasierter Compliance-Maßnahmen im Hinblick auf diese Relation, d.h. die wirtschaftliche Untersuchung von Compliance-Aktivitäten und -Aktivitätssequenzen in Geschäftsprozessen, ist ein Prozess, der als ökonomische Analyse von BPC bezeichnet wird (Kuehnel et al. 2019). Eine solche Analyse erfordert Ansätze zur ökonomische Bewertung von prozessbasierten Compliance-Maßnahmen, um Ineffizienzen identifizieren und Prozessverbesserungen stimulieren zu können (Kuehnel et al. 2019).

In der Literatur lassen sich bereits Ansätze finden, die die wirtschaftliche Bewertung und Analyse von Compliance-Kontrollen adressieren (Narendra et al. 2008; Bhamidipaty et al. 2009; Doganata und Curbera 2009). Diese Ansätze erlauben zwar die Bestimmung einer adäquaten Kontrollintensität unter ökonomischen Gesichtspunkten, vernachlässigen jedoch die Bewertung prozessbasierter Compliance-Maßnahmen von Geschäftsprozessen, die eine grundlegende Voraussetzung zur wirtschaftlichen Bewertung und Analyse von BPC darstellt. Im Rahmen der vorliegenden Dissertation werden deshalb zwei aufei-

einander aufbauende Ansätze zur wirtschaftlichen Bewertung und Analyse von BPC konzeptioniert, als Softwareartefakte implementiert und evaluiert. Zur Umsetzung des Forschungsvorhabens wird ein mehrzyklischer Design Science Research-Ansatz angewendet.

Der erste Ansatz ermöglicht eine Bewertung prozessbasierter Compliance-Maßnahmen basierend auf den Basiskontrollflussmustern (Basic Control Flow Patterns) von (van der Aalst et al. 2003). Für diese Muster werden Berechnungsvorschriften aufgestellt, mit deren Hilfe sich der wirtschaftliche Nutzen von Compliance-Aktivitäten und -Aktivitätssequenzen unter Berücksichtigung des Kontrollflusses berechnen lässt. Mit Hilfe der Muster können komplexe Prozesse in Teilprozesse zerlegt und somit einer wirtschaftlichen Bewertung von BPC zugänglich gemacht werden. Der Ansatz wird im Rahmen einer fragebogenbasierten Zwischenevaluation mit hohen Zustimmungsraten als nützlich evaluiert.

Der zweite Ansatz ermöglicht eine Bewertung von prozessbasierten Compliance-Maßnahmen basierend auf domänenspezifischen Protokolldateien, sogenannten eXtensible Event Streams (XES). Dabei werden Protokolldateien genutzt, um Compliance-Aktivitäten und -Aktivitätssequenzen eines zugrundeliegenden Geschäftsprozesses zu identifizieren und wirtschaftlich zu bewerten. Im Rahmen der Dissertation werden für diesen Ansatz fünf Design-Prinzipien und ein Architekturmodell entwickelt, auf deren Basis das Softwareartefakt EconBPC in R als Shiny-Applikation implementiert wird. Das Softwareartefakt EconBPC wird im Rahmen von Think Aloud Sessions qualitativ evaluiert. Die qualitativen Evaluationsergebnisse zeigen, dass die Handhabung von EconBPC intuitiv ist und dass die automatische Bewertung von Compliance-Aktivitäten und -Aktivitätssequenzen als kognitive Entlastung wahrgenommen wird. Darüber hinaus wird herausgestellt, dass die nachvollziehbare Darstellung von Berechnungsergebnissen und ineffizienten Compliance-Aktivitäten in der Benutzerschnittstelle von EconBPC der Entscheidungsunterstützung dienlich sind. Im Rahmen einer anschließenden quantitativen Befragung werden die Design-Prinzipien des XES-basierten Ansatzes mit hohen Zustimmungsraten als verständlich, nachvollziehbar, nützlich und praktikabel evaluiert.

Die im Rahmen der Dissertation entwickelten Ansätze und das Softwareartefakt EconBPC bieten praktische Anwendungspotentiale sowohl für eine Bewertung und Analyse von BPC als auch zur Entscheidungsunterstützung bei Auswahlentscheidungen zwischen alternativen prozessbasierten Compliance-Maßnahmen. Darüber hinaus können die

Design-Prinzipien von Wissenschaftlern und Praktikern als Ausgangspunkt für die Entwicklung eigener Softwareartefakte genutzt und für neue Anwendungskontexte adaptiert und werden.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Danksagung	II
Zusammenfassung	III
Abkürzungsverzeichnis	VIII
Symbolverzeichnis	IX
Abbildungsverzeichnis	X
Tabellenverzeichnis	XI
Anlagenverzeichnis	XII
1 Einleitung	1
2 Forschungsdesign	5
3 Erster Design-Zyklus: Das Metamodell „ConFlex“	7
3.1 Initiale Problemidentifikation und Zielsetzung	7
3.2 Design und Entwicklung des Metamodells „ConFlex“	8
3.3 Zusammenfassung und Kommunikation	9
4 Zweiter Design-Zyklus: Wirtschaftliche Bewertung und Analyse von BPC basierend auf Basic Control Flow Patterns	11
4.1 Forschungsstand	11
4.1.1 Konzeptzentrierte Analyse	12
4.1.2 Autorenzentrierte Analyse	15
4.1.2.1 Ansätze zur nichtwirtschaftlichen Bewertung der Konformität von Geschäftsprozessen	17
4.1.2.2 Ansätze zur wirtschaftlichen Bewertung von Compliance-Kontrollen und Kontrollstrategien	24
4.1.2.3 Ansätze zur wirtschaftlichen Bewertung von Geschäftsprozessen	26
4.2 Problemidentifikation und adaptierte Zielsetzung	29
4.3 Design und Entwicklung des Pattern-basierten Bewertungsansatzes	33
4.3.1 Konzeptuelles Modell für die wirtschaftliche Bewertung von BPC	33
4.3.2 Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC	36
4.4 Demonstration und Evaluation des Bewertungsansatzes	41
4.5 Zusammenfassung und Kommunikation	41

	Seite
5	Dritter Design-Zyklus: Wirtschaftliche Bewertung und Analyse von BPC basierend auf Extensible Event Streams..... 44
5.1	Erweiterte Zielstellung 44
5.2	Design des XES-basierten Bewertungsansatzes 46
5.3	Implementierung und Demonstration des Softwareartefakts „EconBPC“..... 50
5.4	Evaluation der Design-Prinzipien und des Softwareartefakts „EconBPC“..... 54
5.4.1	Think Aloud Sessions..... 55
5.4.2	Expertenbefragung 57
5.5	Zusammenfassung und Kommunikation..... 61
6	Schlussbetrachtung..... 62
6.1	Zusammenfassung der Forschungsergebnisse 62
6.2	Limitationen und Forschungsdesiderate..... 65
	Literaturverzeichnis XIII

Abkürzungsverzeichnis

BPC.....	Business Process Compliance
BPM.....	Business Process Management
BPMN.....	Business Process Model and Notation
CMF.....	Compliance Measurement Framework
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
DSR	Design Science Research
EconBPC	Software artifact for the economic analysis of BPC
eCRG.....	Extended Compliance Rule Graph
eCRGL.....	Extended Compliance Rule Graph Language
ER.....	International Conference on Conceptual Modeling
FF.....	Forschungsfrage
GRL	Goal-oriented Requirement Language
KAI.....	Key Assurance Indicator
KPI.....	Key Performance Indicator
KSI.....	Key Security Indicator
KWG.....	Kreditwesengesetz
Legal-URN	Legal User Requirement Notation
LNCS	Lecture Notes in Computer Science
LNBIP.....	Lecture Notes in Business Information Processing
LNI	Lecture Notes in Informatics
M-PPCI.....	Multi Process Policy Compliance Index
NCG.....	Non-Compliance-Grad
OCI.....	Organisational Compliance Index
PPCI.....	Process Policy Compliance Index
SOX	Sarbanes Oxley Act
UML	Unified Modeling Language
URN.....	User Requirement Notation
XES.....	eXtensible Event Stream
XML	eXtensible Markup Language
XOR.....	Exklusives Oder

Symbolverzeichnis

N	Stichprobenumfang
p_j	Phase j des adaptierten DSR-Prozessmodells
R	Reliabilität
S	Subprozess „Design-Zyklus bearbeiten“
s_i	Instanz i des Subprozesses „Design-Zyklus bearbeiten“
W	Wertebereich
μ_1	Compliance Rate
μ_2	Critical Rate

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Absolute Häufigkeiten einschlägiger Publikationen geordnet nach Jahren.....	2
Abbildung 2: Design Science Research-Forschungsprozess der Dissertation.....	7
Abbildung 3: Literatursuch- und Selektionsprozess (in Anlehnung an Sackmann et al. 2018)	11
Abbildung 4: Absolute Häufigkeiten der Publikationen je Konzept	13
Abbildung 5: Schnittstellen zwischen den Ansätzen der konzeptzentrierten Literaturanalyse (in Anlehnung an Sackmann et al. 2018)	14
Abbildung 6: Einordnung des Forschungsstands in ein Venn-Diagramm der Bewertungsdimensionen.....	30
Abbildung 7: Beurteilung der Problem- und Lösungsreife vor der Design- und Entwicklungsphase gemäß (Gregor und Hevner 2013).....	31
Abbildung 8: Konzeptuelles Modell für die wirtschaftliche Bewertung von Business Process Compliance (Kühnel 2017a)	34
Abbildung 9: Pattern-basiertes Verfahren zur prozessbasierten Bewertung von BPC.....	36
Abbildung 10: Bewertungsaggregation, dargestellt am Beispiel der Aktivitätsabstraktion mit der BPMN 2.0.....	39
Abbildung 11: XES-basiertes Verfahren zur prozessbasierten Bewertung von BPC.....	46
Abbildung 12: Architektur von EconBPC als UML-Komponentendiagramm (Kuehnel et al. 2019)	50
Abbildung 13: Darstellung des rekonstruierten Prozessgraphen in EconBPC	52
Abbildung 14: Auszug des annotierten Logfiles in EconBPC	53
Abbildung 15: Darstellung des Compliance-Prozesses in EconBPC	53
Abbildung 16: EconBPC nach Implementierung von Verbesserungen.....	57
Abbildung 17: Box-Plots der Bewertungsergebnisse je Design-Prinzip.....	60

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Aktivitäten und Resultate des ersten Design-Zyklus	10
Tabelle 2: Aktivitäten und Resultate des zweiten Design-Zyklus	43
Tabelle 3: Design-Prinzipien für das Softwareartefakt (in Anlehnung an Kuehnel et al. 2019)	49
Tabelle 4: Ergebnisse der Think Aloud Sessions (in Anlehnung an Kuehnel et al. 2019).....	56
Tabelle 5: Items der Expertenbefragung	57
Tabelle 6: Relative Häufigkeiten je Bewertungsaspekt und Design-Prinzip	58
Tabelle 7: Aktivitäten und Resultate des dritten Design-Zyklus	61
Tabelle 8: Kernbeiträge der quasi-kumulativen Dissertation.....	62

Anlagenverzeichnis

	Seite
Anlage 1: Autorenerklärung über die Arbeitsanteile am Artikel „Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review”	XXV
Anlage 2: Volltext des Artikels „Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review“	XXVII
Anlage 3: Appendix des Artikels „Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review”	XLV
Anlage 4: Volltext des Artikels „Toward a Conceptual Model for Cost-Effective Business Process Compliance”	LII
Anlage 5: Autorenerklärung über die Arbeitsanteile am Artikel „An Approach Toward the Economic Assessment of Business Process Compliance”	LXII
Anlage 6: Volltext des Artikels „An Approach Toward the Economic Assessment of Business Process Compliance”	LXIII
Anlage 7: Autorenerklärung über die Arbeitsanteile am Artikel “Conceptualization, Design, and Implementation of EconBPC – A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance”	LXXV
Anlage 8: Volltext des Artikels „Conceptualization, Design, and Implementation of EconBPC – A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance“	LXXVII
Anlage 9: Appendizes des Artikels „Conceptualization, Design, and Implementation of EconBPC – A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance”	LXXXVII
Anlage 10: Benutzerhandbuch für das Tool „EconBPC“	XCVI

1 Einleitung

Der angloamerikanische Begriff „Compliance“ bezeichnet Regeltreue, d.h. das Handeln im Einklang mit geltenden Regeln (Ackermann et al. 2017), die ihren Ursprung in verschiedenen Quellen haben können, wie bspw. in Gesetzen, Regularien, Standards, Verträgen, organisationsinternen Vorgaben etc. (Rinderle-Ma et al. 2008a). Obwohl der „Compliance“-Begriff seinen Ursprung in der Rechtswissenschaft hat und dort nach wie vor geläufig ist, gibt es unterschiedliche begriffliche Spezifikationen in verschiedenen Domänen (Ackermann et al. 2017). Besonders häufig findet man den Begriff bspw. im betriebswirtschaftlichen Bereich (Ackermann et al. 2017), in dem er sich auf die Einhaltung von Anforderungen bei der Geschäftstätigkeit und bei dem Ablauf von Geschäftsprozessen bezieht (Sadiq et al. 2007). In der Disziplin Wirtschaftsinformatik wird Compliance von Geschäftsprozessen als „Business Process Compliance“ (BPC) bezeichnet und lässt sich als Einhaltung unternehmensrelevanter Anforderungen bei der Konstruktion und Ausführung von Geschäftsprozessen charakterisieren (Rinderle-Ma et al. 2008a).

BPC ist ein relativ junges Forschungsgebiet, das wissenschaftlich vor allem in der letzten Dekade untersucht wurde. Abbildung 1 zeigt die absoluten Häufigkeiten einschlägiger Publikationen des Themenbereichs BPC für den Zeitraum 2007 bis 2018¹. Die Abbildung verdeutlicht, dass vor 2007 kaum nennenswerter Forschungsoutput im Themenfeld BPC generiert wurde. In der wissenschaftlichen Literatur wird der Sarbanes Oxley Act (SOX), der im Jahr 2002 als Reaktion auf Bilanzmanipulationsskandale wie bspw. die Fälle von Enron oder WorldCom erlassen wurde (Unerman und O’Dwyer 2004; Li et al. 2008), häufig als Startpunkt einer sich stetig intensivierenden Regulation identifiziert (siehe bspw. (Fellmann und Zasada 2014; Mossanen und Amberg 2008; Rinderle-Ma et al. 2008a)). Infolgedessen zeigte sich in der Praxis ein zunehmender Bedarf an Unterstützung bei der Einhaltung von Regeln, woraufhin die BPC-Forschung in den Folgejahren mit der Konzeption von Ansätzen und der Implementierung von Softwareartefakten reagierte, deren Fokus vor allem auf der (semi-)automatisierten Unterstützung bei der Sicherstellung und Validierung von Compliance liegt (Sackmann et al. 2018). So lässt sich

¹ Die absoluten Häufigkeiten wurden im Rahmen einer systematischen Literatursuche ermittelt, die in Kapitel 4.1 dieser Arbeit genauer beschrieben wird.

bspw. mit Hilfe von Verifikationsprogrammen regelkonformes Prozessdesign überprüfen (Schumm et al. 2010b).

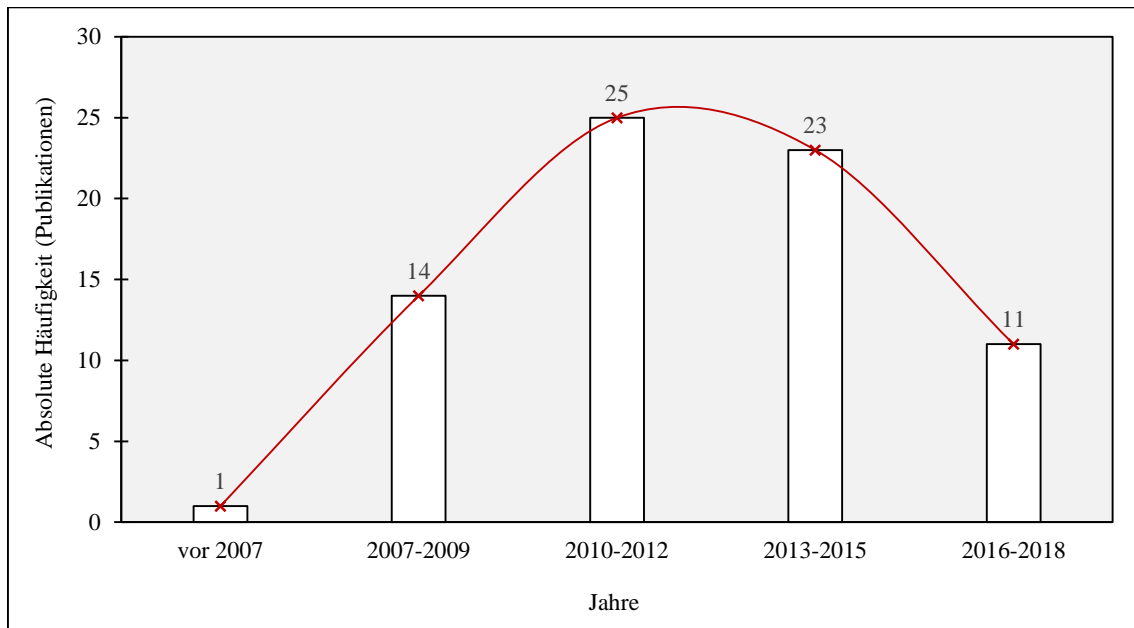


Abbildung 1: Absolute Häufigkeiten einschlägiger Publikationen geordnet nach Jahren

In den Jahren zwischen 2010 und 2014 hatte die Forschung zum Thema BPC ihre Hochphase und es wurden Ansätze entwickelt, die auf die Überprüfung verschiedener Prozessdimensionen ausgerichtet sind, wie bspw. den Kontrollfluss, zeitliche Restriktionen oder die Verfügbarkeit erforderlicher Daten, Informationen oder Ressourcen (Fellmann und Zasada 2014). Diese Ansätze adressieren BPC aus einer vornehmlich technischen Perspektive. Da viele Kernprobleme in den erwähnten Dimensionen bereits adressiert wurden (Fellmann und Zasada 2016), ist das Forschungsinteresse an BPC seit 2015 rückläufig. Darüber hinaus wurden zunehmend spezifischere Probleme adressiert, wie bspw. die Sicherstellung von BPC unter gleichzeitiger Berücksichtigung mehrerer Prozessdimensionen (Knuplesch und Reichert 2017), mehrerer verwobener Regularien (Jiang et al. 2015), in hierarchischen (Duan et al. 2018) oder kollaborativen Geschäftsprozessen (Fdhila et al. 2015). Dabei wurde unter anderem festgestellt, dass die Sicherstellung und Kontrolle von BPC nicht nur eine komplexe technische Herausforderung, sondern auch eine kostenintensive Aufgabe ist (Sackmann und Kittel 2015; Sadiq und Governatori 2015; La Rosa 2015). Im Zuge der stetig steigenden Anzahl von Compliance-Anforderungen wurde BPC sogar als „heftiger Kostentreiber“ für Unternehmen deklariert (Becker et al. 2016). Insbesondere im Kontext agiler Geschäftsprozesse wurde bereits der Bedarf an

Ansätzen kommuniziert, die auch nicht-technische wirtschaftliche Dimensionen bei der Sicherstellung von BPC berücksichtigen (Sackmann und Kittel 2015).

Das Prinzip der Wirtschaftlichkeit (auch: ökonomisches Prinzip oder Rationalprinzip) basiert im Kern auf dem sog. „Einsatz-Ergebnis-Verhältnis“ (auch als Input-Output-Relation bezeichnet) (Töpfer 2005; Kirzner et al. 2009), das durch quantitative Kenngrößen für verschiedenste Domänen (Staats 2009; Cantner et al. 2007; Färe et al. 1985) und somit auch für BPC spezifiziert werden kann (Kühnel et al. 2017c). Aus wirtschaftlicher Perspektive sind bei der Sicherstellung von BPC somit im Wesentlichen zwei Aspekte zu berücksichtigen: Einerseits verursacht die Sicherstellung von BPC Kosten (ökonomischer Input), z. B. für Personal (bspw. Arbeitsstunden), Software (bspw. Datenschutz- oder Verschlüsselungssoftware) und Hardware (bspw. Datenbanken für Datensicherungen) (Kuehnel und Zasada 2018). Andererseits verhindert die Sicherstellung von BPC Compliance-Verstöße, aus denen monetäre Konsequenzen resultieren würden, wie bspw. Sanktionen oder Bußgelder. Der durch die Sicherstellung von BPC verhinderte monetäre Schaden repräsentiert in diesem Kontext somit den ökonomischen Output (Kühnel 2017a).

Beide Aspekte spielen eine wichtige Rolle für die Profitabilität eines Unternehmens und müssen deshalb in einem angemessenen Verhältnis bleiben (Input-Output-Relation) (Kuehnel et al. 2019). Die wirtschaftliche Untersuchung von prozessbasierten Compliance-Maßnahmen (d.h. von Compliance-Aktivitäten und Compliance-Aktivitätssequenzen in Geschäftsprozessen) im Hinblick auf dieses Verhältnis ist ein Prozess, der als ökonomische Analyse von BPC bezeichnet wird (Kuehnel et al. 2019). Eine solche Analyse erfordert Ansätze zur wirtschaftlichen Bewertung von prozessbasierten Compliance-Maßnahmen, damit Ineffizienzen identifiziert und Prozessverbesserungen stimuliert werden können (Kuehnel et al. 2019). Dabei ist berücksichtigen, dass die wirtschaftliche Analyse von BPC nicht darauf abzielt, Kosten für die Sicherstellung von BPC zum Preis von Compliance-Verstößen einzusparen. Der Fokus ist vielmehr darauf ausgerichtet, eine geeignete Handlungsalternative zur Sicherstellung von BPC basierend auf ökonomischen Kriterien auszuwählen. Denn zumeist stehen für die Sicherstellung von BPC alternative Maßnahmen zur Verfügung (Ghanavati und Hulstijn 2015; Kühnel et al. 2017c; Kühnel 2017b).

Beispielsweise verpflichtet §18 des deutschen Kreditwesengesetzes (KWG) Kreditinstitute zur Durchführung einer Bonitätsprüfung von Kreditnehmern, die Großkredite beantragen. Die Prüfung der Bonität kann in Geschäftsprozessen durch automatisierte Aktivitäten (bspw. mit einer Prüfungs-Software), manuell durch Mitarbeiter mit verschiedenen Qualifikationen und Rollen oder durch beides gleichzeitig erfolgen (Kühnel 2017b). Da die Handlungsalternativen mit unterschiedlichen Kosten und Fehlerraten einhergehen, gilt es die wirtschaftlichste Alternative zur Sicherstellung von Compliance auszuwählen, um somit die Profitabilität eines Unternehmens zu unterstützen. Um diese Auswahl zu ermöglichen, bedarf es Ansätze zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC.

In der Literatur lassen sich bereits Abhandlungen finden, die sich mit der wirtschaftlichen Bewertung und Analyse von Compliance-Kontrollen beschäftigen (Narendra et al. 2008; Bhamidipaty et al. 2009; Doganata und Curbera 2009). Die darin vorgestellten Ansätze erlauben die Bestimmung einer adäquaten Kontrollintensität unter ökonomischen Gesichtspunkten. Wie in den Kapiteln 3 und 4 dieser Arbeit noch ausführlich gezeigt wird, vernachlässigen diese Ansätze die Bewertung prozessbasierter Compliance-Maßnahmen, die für die Sicherstellung von BPC erforderlich sind. Die Bewertung derartiger Compliance-Maßnahmen ist jedoch eine grundlegende Voraussetzung für die wirtschaftliche Analyse von BPC. Bisher fehlt es in der Literatur an Ansätzen, die diese Form der Bewertung adressieren.

Deshalb ist das Ziel dieser Dissertation die Konzeption, Implementierung und Evaluation eines Ansatzes zur wirtschaftlichen Bewertung und Analyse von BPC. Zur Erreichung dieses Ziels wird ein mehrzyklischer Design Science Research-Ansatz angewendet, der in Kapitel 2 dieser Arbeit detailliert beschrieben wird. Diesem Forschungsansatz folgend, werden im Rahmen von drei Design-Zyklen die Forschungsfragen spezifiziert und zugehörige Lösungsansätze entwickelt.

Kapitel 3 dieser Arbeit widmet sich dem ersten Design-Zyklus der Dissertation, in dem die initiale Problemstellung und Zielsetzung identifiziert werden. Mit dem Metamodell „ConFlex“ wird ein erster konzeptueller Entwurf zur Spezifikation ökonomischer Parameter für die Laufzeitverifikation von BPC vorgestellt. Im Rahmen des Entwurfsprozesses werden jedoch zwei neue Probleme identifiziert, die in Kapitel 3 ausgiebig diskutiert werden und eine Adaption der initialen Problemstellung und Zielsetzung einleiten.

Die Adaption erfolgt im zweiten Design-Zyklus unter Berücksichtigung der Ergebnisse einer extensiven systematischen Literaturrecherche, die in Kapitel 4 vorgestellt wird. Darüber

hinaus beinhaltet Kapitel 4 die Entwicklung sowohl eines neuen konzeptuellen Modells als auch eines wirtschaftlichen Bewertungsansatzes für BPC, der auf den Basiskontrollflussmustern („Basic Control Flow Patterns“) von (van der Aalst et al. 2003) basiert. Anschließend werden die Ergebnisse einer formativen Zwischenevaluation vorgestellt.

Die Verbesserungspotentiale, die im Rahmen der Zwischenevaluation identifiziert werden, haben die Durchführung eines dritten Design-Zyklus stimuliert, der in Kapitel 5 vorgestellt wird. In diesem Kapitel wird das Forschungsziel nochmals erweitert und darauf aufbauend ein Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC entwickelt, der auf domänenspezifischen Logfiles, sogenannten eXtensible Event Streams (XES), basiert. Kapitel 5 beinhaltet zudem die Implementierung des Bewertungsansatzes als Softwareartefakt namens „EconBPC“ sowie die Ergebnisse einer qualitativen und einer quantitativen Abschlussevaluation.

In der Schlussbetrachtung (Kapitel 6) werden die Forschungsergebnisse der Arbeit abschließend zusammengefasst sowie Limitationen und Forschungsdesiderate diskutiert.

2 Forschungsdesign

Die vorliegende Arbeit orientiert sich am gestaltungsorientierten Forschungsparadigma, besser bekannt als Design Science Research (DSR). Dieses Paradigma definiert ein systematisches Vorgehen zur Artefaktentwicklung (Meth 2004). Ein Artefakt ist ein künstlich hergestelltes Objekt (Goldkuhl 2002), das das Ergebnis eines Design-Prozesses darstellt und der Lösung eines vorab identifizierten Problems dient (Meth 2004). Artefakte können Konstrukte (bspw. Vokabular oder Symbole), Modelle (bspw. mathematische oder konzeptuelle Modelle), Methoden (bspw. Algorithmen oder Praktiken), Instanziierungen (bspw. Implementierungen oder Prototypen) und Design-Theorien (bspw. Design-Anforderungen und Design-Prinzipien für die Artefaktentwicklung) verkörpern (Gregor und Hevner 2013).

Zur Strukturierung der wissenschaftlichen Vorgehensweise bei der Themenbearbeitung und zur Sicherstellung wissenschaftlicher Rigorosität bei der Konzeptualisierung, dem Design und der Implementierung orientiert sich diese Arbeit an der DSR-Methode von (Peffers et al. 2007). Diese Methode beinhaltet die folgenden sechs Prozessschritte (Peffers et al. 2007):

1. *Problemidentifikation*

In diesem Prozessschritt erfolgt die Spezifizierung des Forschungsproblems und die Begründung des Nutzens einer Problemlösung.

2. *Ziele einer Lösung*

In diesem Prozessschritt gilt es aus der Problemspezifikation praktikable Ziele für eine denkbare Lösung zu definieren.

3. *Design und Entwicklung*

Dieser Prozessschritt adressiert die Konstruktion von Artefakten.

4. *Demonstration*

Dieser Prozessschritt adressiert die Instanziierung von Artefakten.

5. *Evaluation*

In diesem Prozessschritt erfolgt die formative und/oder summative Evaluation von Artefakten.

6. *Kommunikation*

Dieser Prozessschritt dient der schriftlichen und mündlichen Kommunikation mit Wissenschaftlern, Praktikern und anderen relevanten Adressaten über Probleme, Artefakte und Resultate.

Das DSR-Prozessmodell von (Peppers et al. 2007) beinhaltet eine grundsätzlich sequentielle Struktur von Prozessschritt 1 bis 6. In Abhängigkeit des Forschungsprojektes sind jedoch Prozessiterationen (sogenannte Design-Zyklen), Einstiege in fortgeschrittenen Prozessschritten sowie vorzeitige Beendigungen von Design-Phasen und -Zyklen möglich (Peppers et al. 2007).

Die Ausgestaltung des DSR-Forschungsprozesses ist für jedes Forschungsvorhaben individuell zu adaptieren. Abbildung 2 zeigt den dieser Arbeit zugrundeliegenden adaptierten DSR-Forschungsprozess, dargestellt in der Business Process Model and Notation 2.0 (BPMN)². Insgesamt wurden im Rahmen dieser Dissertation drei Design-Zyklen durchgeführt, d.h. der Subprozess „Design-Zyklus bearbeiten“ (S) wurde dreimal instanziiert ($i=3$). Jeder Design-Zyklus, d.h. jede Subprozessinstanz s_i , repräsentiert die Ablaufreihenfolge durch die $j=6$ Phasen p_j des adaptierten DSR-Prozessmodells von (Peppers et al. 2007).

² Die BPMN 2.0 ist eine grafische Sprache zur semi-formalen Spezifikation von Arbeitsabläufen in Form von Prozessen. Nähere Informationen über die BPMN 2.0 und deren Anwendung sind bspw. in (Göpfert und Lindenbach 2013) zu finden.

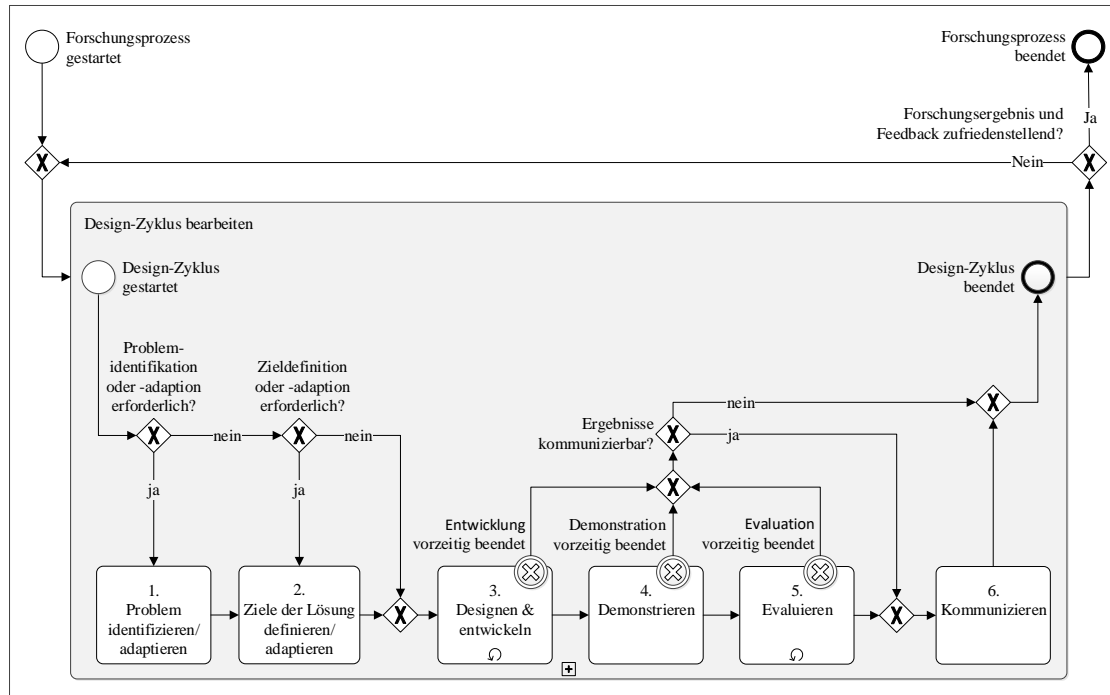


Abbildung 2: Design Science Research-Forschungsprozess der Dissertation

Die Ablaufreihenfolgen der Design-Zyklen lauten wie folgt: $s_1 = \{p_1, p_2, p_3, p_6\}$, $s_2 = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6\}$, $s_3 = \{p_2, p_3, p_4, p_5, p_6\}$. Deren Umsetzung wird nachfolgend in den Kapiteln 3 bis 5 detailliert vorgestellt.

3 Erster Design-Zyklus: Das Metamodell „ConFlex“

3.1 Initiale Problemidentifikation und Zielsetzung

Zur initialen Problemidentifikation wurde der erste Design-Zyklus mit einer Literatursuche eröffnet. Dabei wurde der Fokus zunächst auf den Einsatz von Kontrollen zur Verifikation von BPC und deren ökonomische Auswirkungen gelegt. Insbesondere die Arbeiten von Sackmann und Kittel zur Verifikation von Compliance in agilen Geschäftsprozessen (siehe bspw. (Sackmann und Kittel 2015; Kittel 2013a, 2013b) verdeutlichen die Themenrelevanz und stimulieren eine intensive Auseinandersetzung mit der Thematik. Die Forschungsergebnisse der Autoren zeigen, dass die Integration von Compliance-Kontrollen zur Laufzeit von Geschäftsprozessen nicht nur eine technische Herausforderung ist, sondern sich auch die Frage nach der ökonomischen Ausgestaltung von Kontrollstrategien stellt (Sackmann und Kittel 2015; Kittel 2013a). Eine Kontrollstrategie spezifiziert sowohl die Anzahl als auch die Integrationspunkte von Compliance-

Kontrollen in Geschäftsprozessen. Für die Laufzeitintegration von Compliance-Kontrollen stehen zumeist alternative Integrationspunkte zur Verfügung, die mit verschiedenen Implementierungs- und Ausführungskosten einhergehen (Kittel 2012). Somit stellt sich im Kontext der Ausgestaltung einer Kontrollstrategie einerseits die Frage, welche Integrationspunkte für Compliance-Kontrollen unter ökonomischen Gesichtspunkten ausgewählt werden sollen. Andererseits stellt sich die Frage nach der kostenoptimalen Anzahl von Kontrollen, die zur Laufzeit in einen Geschäftsprozess integriert werden sollen, da redundante Kontrollen zwar die Entdeckungswahrscheinlichkeit von Compliance-Verstößen erhöhen, gleichzeitig aber mit einer Kostenerhöhung einhergehen (Kittel 2013a). Während Kittel im Beitrag (Kittel 2013a) einen Ansatz für die Laufzeit-Verifikation von BPC vorstellt und somit die technische Herausforderung der Integration von Compliance-Kontrollen für agile Geschäftsprozesse adressiert, werden die ökonomischen Herausforderungen als Forschungsdesiderate präsentiert. Ausgehend von diesen Desideraten wurde für den ersten Design-Zyklus das Ziel abgeleitet einen Ansatz zu entwickeln, der die ökonomische Bewertung von Kontrollstrategien im Rahmen der Laufzeit-Verifikation von BPC ermöglicht.

3.2 Design und Entwicklung des Metamodells „ConFlex“

Unter Berücksichtigung der Zielstellung wurde in der Design- und Entwicklungsphase das Metamodell „ConFlex“ für die Laufzeitverifikation von Compliance-Kontrollen konzipiert. Das Modell zeigt auf konzeptueller Ebene eine Möglichkeit zur Spezifikation von Parametern für Compliance-Kontrollen und Integrationspunkte, die als Inputgrößen für eine ökonomische Bewertung genutzt werden können (Seyffarth et al. 2016). Die Konstruktion von ConFlex erfolgte unter Berücksichtigung von Erkenntnissen aus einer systematischen Literaturanalyse. So wurden bspw. Domänenmodelle, Frameworks und Ontologien der Literaturliteraturbasis nach wiederkehrenden Entitäten, Klassen und Konstrukten durchsucht und diese als Fundament für die Modellkonzeption genutzt. Dabei wurden zwei Probleme identifiziert, die einen vorzeitigen Abbruch des ersten Design-Zyklus anstießen.

Das erste Problem bezieht sich auf eine Uneinigkeit im wissenschaftlichen Diskurs über die Abgrenzung des Begriffs Compliance-Kontrolle (Seyffarth et al. 2016; Kühnel 2017a). Aus einer weiten Sichtweise heraus wird eine Compliance-Kontrolle als Mittel zur Sicherstellung von BPC (Kittel 2013a; Schumm et al. 2010b) oder als Maßnahme zur

Überprüfung, Verifikation und Erzwingung von Compliance-Anforderungen definiert (Elgammal und Turetken 2015; Schumm et al. 2010b). Im engen Sinne repräsentiert eine Compliance-Kontrolle allerdings einen Soll-Ist-Vergleich, wobei der Soll-Zustand durch eine Compliance-Anforderung vorgegeben und der Ist-Zustand aus einem Geschäftsprozessmodell, einer Geschäftsprozessinstanz oder einer Logdatei abgeleitet wird (Sackmann et al. 2013; Schumm et al. 2010a). Compliance-Kontrollen im engen Sinne ermöglichen zwar die Identifikation von Compliance-Verstößen und ggf. deren Ursachen (Sackmann et al. 2013), dienen jedoch nicht explizit der Implementierung von Compliance-Vorgaben oder der Sicherstellung von BPC (Kühnel 2017a). Diese Sichtweise liegt jedoch den initial identifizierten Forschungsdesideraten zur ökonomischen Ausgestaltung von Kontrollstrategien zugrunde. Da das Forschungsvorhaben auf die Entwicklung eines Ansatzes abzielt, der die wirtschaftliche Bewertung und Analyse bei der Sicherstellung von BPC adressiert, repräsentiert die ökonomische Ausgestaltung von Kontrollstrategien kein Kernziel dieser Dissertation. Die initiale Problemstellung und Zielsetzung mussten deshalb adaptiert werden.

Um die Sicherstellung von BPC einer wirtschaftlichen Analyse unterziehen zu können, müssen all diejenigen Aktivitäten eines Geschäftsprozesses analysiert werden, die der Einhaltung von Compliance-Anforderungen dienen. Das bedeutet, dass auch der Fokus eines wirtschaftlichen Bewertungsansatzes nicht auf Kontrollen, sondern auf Prozessflussobjekten liegt, die der Sicherstellung von BPC dienen (wie bspw. Compliance-Aktivitäten und -Aktivitätssequenzen).

Das zweite Problem ergibt sich aus der Problemspezifikation der ökonomischen Bewertung von Compliance speziell für die Laufzeit von Geschäftsprozessen. Verschiedene Studien zeigen, dass Kostenaspekte bei der Kontrolle und Sicherstellung von BPC nicht vornehmlich zur Laufzeit, sondern vor allem bei der Konstruktion (Design-Zeit) von Geschäftsprozessen eine bedeutende Rolle spielen (Syed Abdullah et al. 2010; Sadiq 2011; Doganata und Curbera 2009; Becker et al. 2016; La Rosa 2015). Demnach besteht insbesondere ein Bedarf an der Entwicklung ökonomischer Ansätze zur Bewertung von BPC für die Design-Zeit von Geschäftsprozessen.

3.3 Zusammenfassung und Kommunikation

Die angeführten Probleme stießen im Rahmen des Forschungsprozesses eine Überarbeitung der Problem- und Zieldefinition an und stimulierten deshalb den Abbruch des ersten

Design-Zyklus während der 3. Prozessphase. Trotz des vorzeitigen Ausstiegs wurden die Forschungsergebnisse und das Metamodell ConFlex im Jahr 2016 auf der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2016) präsentiert und ein zugehöriger Beitrag im Tagungsband veröffentlicht. Gemäß (Gregor und Hevner 2013) repräsentiert ConFlex ein Artefakt des Typs Modell, das einen Beitrag zur präskriptiven Wissensbasis der Wirtschaftsinformatik leistet. Da dieser Beitrag für den weiteren Gang der Untersuchung jedoch von untergeordneter Bedeutung ist und keinen Kernbeitrag der Dissertation darstellt, wird auf eine weitere Ergebnisdiskussion verzichtet. Tabelle 1 beinhaltet nochmals eine Zusammenfassung der Aktivitäten und Resultate des ersten Design-Zyklus.

Tabelle 1: Aktivitäten und Resultate des ersten Design-Zyklus

Prozessphase	Aktivitäten und Resultate
Problem-identifikation	<ul style="list-style-type: none"> • Literaturanalyse • Problem der ökonomischen Auswahl von Integrationspunkten für Compliance-Kontrollen zur Laufzeit von Geschäftsprozessen • Problem der Bestimmung einer kostenoptimalen Anzahl von Compliance-Kontrollen zur Laufzeit von Geschäftsprozessen
Ziele einer Lösung	<ul style="list-style-type: none"> • Ansatz zur ökonomischen Bewertung von Kontrollstrategien im Rahmen der Laufzeit-Verifikation von BPC
Design und Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Metamodell „ConFlex“ für die Laufzeitverifikation von Compliance-Kontrollen • Spezifikation von Parametern für Compliance-Kontrollen und Integrationspunkte, die als Inputgrößen für eine ökonomische Bewertung genutzt werden können
Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> • Publikation: Seyffarth, Tobias; Kühnel, Stephan; Sackmann, Stefan (2016): "ConFlex - An Ontology-Based Approach for the Flexible Integration of Controls into Business Processes" • Vortrag: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2016

4 Zweiter Design-Zyklus: Wirtschaftliche Bewertung und Analyse von BPC basierend auf Basic Control Flow Patterns

4.1 Forschungsstand

Der zweite Design-Zyklus wurde durch eine Literaturanalyse zum Thema BPC eingeleitet, deren Fokus aufgrund der Erkenntnisse aus dem ersten Zyklus bewusst nicht auf Ansätze beschränkt wurde, die sich mit der ökonomischen Ausgestaltung von Kontrollstrategien für die Laufzeitverifikation von Compliance beschäftigen. Zur Sicherstellung wissenschaftlicher Rigorosität folgt die Literatursuche der strukturierten Methode von (Vom Brocke et al. 2009) und berücksichtigt dabei insbesondere die Hinweise zur rigorosen Dokumentation des Literatursuchprozesses. Um eine möglichst große Masse an relevanter Literatur finden zu können, wurde mit den Suchbegriffen „Business Process“ und „Compliance“ in den Datenbanken SpringerLink, ACM Digital Library, AIS Electronic Library, EBSCOHost Academic Search Premier, EBSCOHost Business Source Premier und EBSCOHost Information Science and Technology gesucht. Die Wahl sechs verschiedener Datenbanken stellt dabei sicher, dass die Suchergebnisse nicht auf bestimmte Verlage oder Literaturlisten beschränkt sind (Fellmann und Zasada 2014). Aus der Suche in den Datenbanken resultierten insgesamt 252 Treffer.

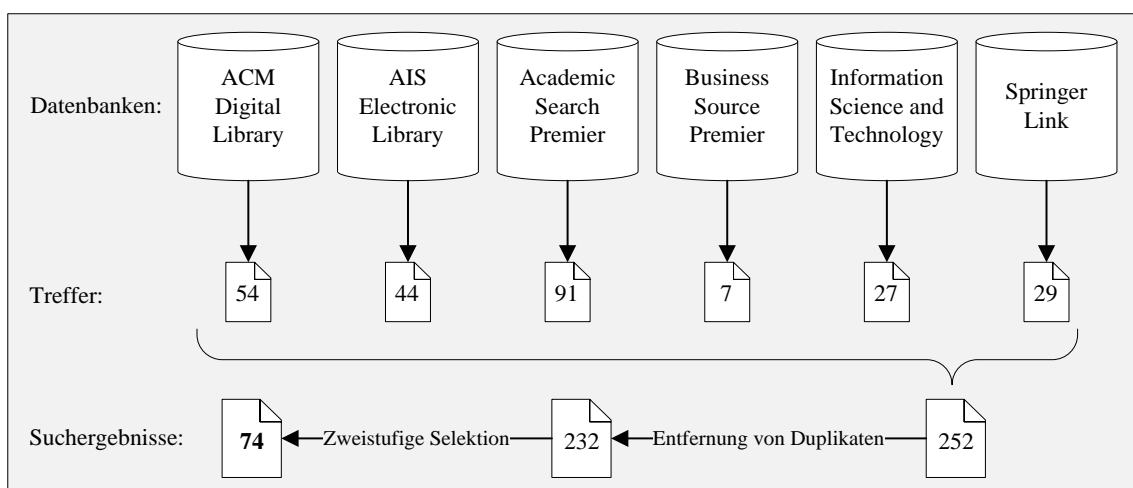


Abbildung 3: Literatursuch- und Selektionsprozess (in Anlehnung an Sackmann et al. 2018)

Nach Entfernung von Duplikaten und einer zweistufigen Selektion (basierend auf Publikationstiteln und Zusammenfassungen der Suchergebnisse) verblieben 74 relevante

Publikationen für eine Volltextevaluation. Der Literatursuch- und Selektionsprozess ist in Abbildung 3 zusammenfassend dargestellt.

4.1.1 Konzeptzentrierte Analyse

Die 74 relevanten Publikationen wurden zum Zweck der Literatursynthese gemäß des konzeptzentrierten Ansatzes von (Webster und Watson 2002) in eine Konzeptmatrix eingeordnet. Eine solche Matrix dient der Beurteilung der Publikationen im Hinblick auf vorher definierte Kriterien, die die Konzepte repräsentieren (Webster und Watson 2002). Die konzeptzentrierte Analyse des Themas BPC wurde in folgendem Beitrag publiziert:

Sackmann, S.; Kuehnel, S.; Seyffarth, T. (2018): "Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review"

Eine Erklärung über die Arbeitsanteile der Autoren am Artikel kann Anlage 1, der Volltext der Publikation Anlage 2 und ein zugehöriger Appendix Anlage 3 dieser Arbeit entnommen werden. Im Rahmen der Literaturanalyse wurden die wohlbekanntesten Phasen des Compliance Management Lifecycles von (Ramezani et al. 2011) als Ausgangspunkt zur Ableitung von insgesamt neun Konzepten verwendet (Sackmann et al. 2018):

1. Dem Konzept „manuelle Internalisierung“ wurden BPC-Ansätze zugeordnet, die die manuelle Identifikation relevanter Compliance-Anforderungen adressieren.
2. Dem Konzept „automatische Internalisierung“ wurden BPC-Ansätze zugeordnet, die die automatische Identifikation relevanter Compliance-Anforderungen adressieren.
3. Dem Konzept „formale Spezifikation“ wurden BPC-Ansätze zugeordnet, die die Repräsentation von Compliance-Anforderungen mit formalen Sprachen adressieren, wie bspw. mit linearer temporaler Logik.
4. Dem Konzept „semi-formale Spezifikation“ wurden BPC-Ansätze zugeordnet, die die Repräsentation von Compliance-Anforderungen mit semi-formalen Sprachen adressieren, wie bspw. mit graphischen Modellierungssprachen.
5. Dem Konzept „Forward Compliance Checking“ wurden BPC-Ansätze zugeordnet, die die Verhinderung des Auftretens von Compliance-Verstößen bei der Konstruktion und/oder Ausführung von Geschäftsprozessen adressieren.

6. Dem Konzept „Backward Compliance Checking“ wurden BPC-Ansätze zugeordnet, die die retrospektive Identifikation von Compliance-Verstößen nach der Ausführung von Geschäftsprozessen adressieren.
7. Dem Konzept „manuelle Geschäftsprozessadaption“ wurden BPC-Ansätze zugeordnet, die die manuelle Überarbeitung und Umgestaltung von Geschäftsprozessen nach Feststellung eines Compliance-Verstoßes adressieren.
8. Dem Konzept „automatische Geschäftsprozessadaption“ wurden BPC-Ansätze zugeordnet, die die automatische Überarbeitung und Umgestaltung von Geschäftsprozessen nach Feststellung eines Compliance-Verstoßes adressieren.
9. Dem Konzept „Messung und Bewertung“ wurden alle BPC-Ansätze zugeordnet, die in irgendeiner Form die Bewertung oder Optimierung, ggf. in Verbindung mit dafür erforderlichen Quantifizierungs- und Messverfahren, adressieren.

Die Konzepte zergliedern das Forschungsgebiet BPC in relevante Teilgebiete. Die Publikationen wurden jeweils einem oder mehreren Konzepten zugeordnet. Durch diese Zuordnung entsteht ein Gesamtüberblick über das Forschungsfeld BPC und die Forschungsintensität in den einzelnen Teilgebieten. Abbildung 4 zeigt die absoluten Häufigkeiten der Publikationen je Konzept.

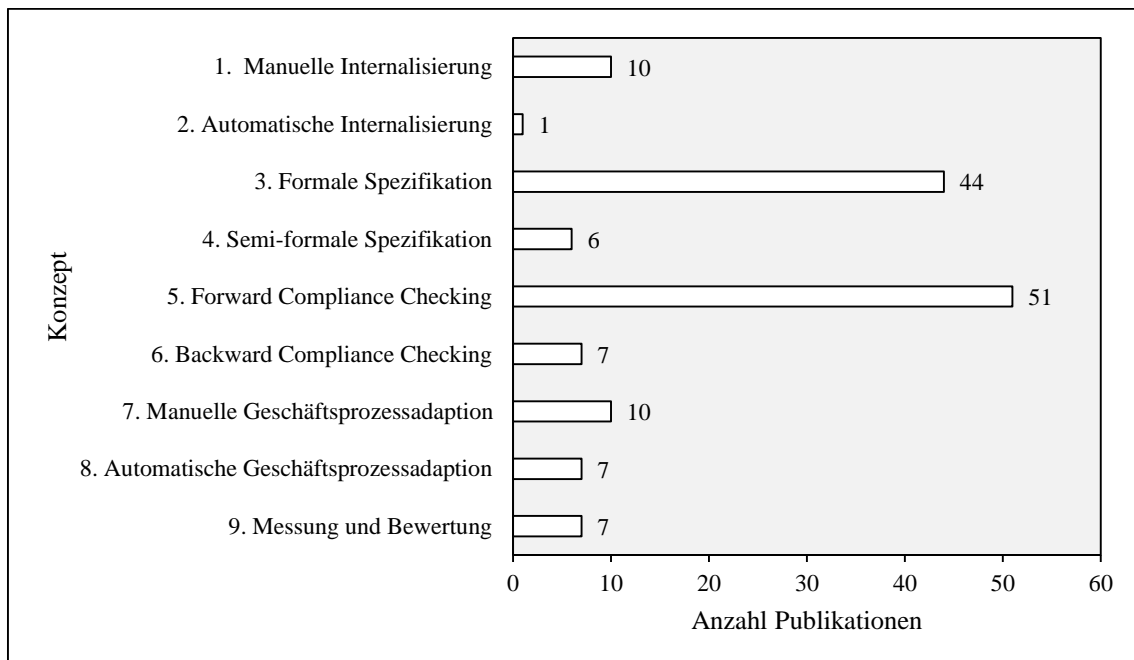


Abbildung 4: Absolute Häufigkeiten der Publikationen je Konzept

Die vollständige Konzeptmatrix, die eine Einordnung aller 74 Publikationen enthält, ist dem Appendix von (Sackmann et al. 2018) zu entnehmen (siehe Anlage 3). Es zeigt sich,

dass die Themen Forward Compliance Checking in 69 % und formale Spezifikation in 59 % der Publikationen adressiert und somit am intensivsten erforscht wurden (Sackmann et al. 2018). Jeweils 14 % der Publikationen adressieren die manuelle Internalisierung und die manuelle Geschäftsprozessadaption (Sackmann et al. 2018). Alle weiteren Themen wurden jeweils in weniger als 10 % der Publikationen adressiert und somit vergleichsweise wenig erforscht. Dies betrifft auch das für diese Arbeit besonders relevante Konzept Messung und Bewertung.

Das Konzept Messung und Bewertung wurde anschließend einer genaueren Analyse unterzogen. Es wurde untersucht, ob die Ansätze, die die Messung und Bewertung von BPC adressieren, Schnittstellen zu weiteren Konzepten aufweisen. Dabei wurden Informationen über den Anwendungskontext der Bewertungsansätze gewonnen. Eine Schnittstelle liegt dann vor, wenn ein Ansatz eines Konzepts auf einem oder mehreren Ansätzen anderer Konzepte aufbaut oder diese nutzt. Abbildung 5 stellt alle Konzepte als gestrichelte Kreise und deren Schnittstellen als Verbindungslinien dar.

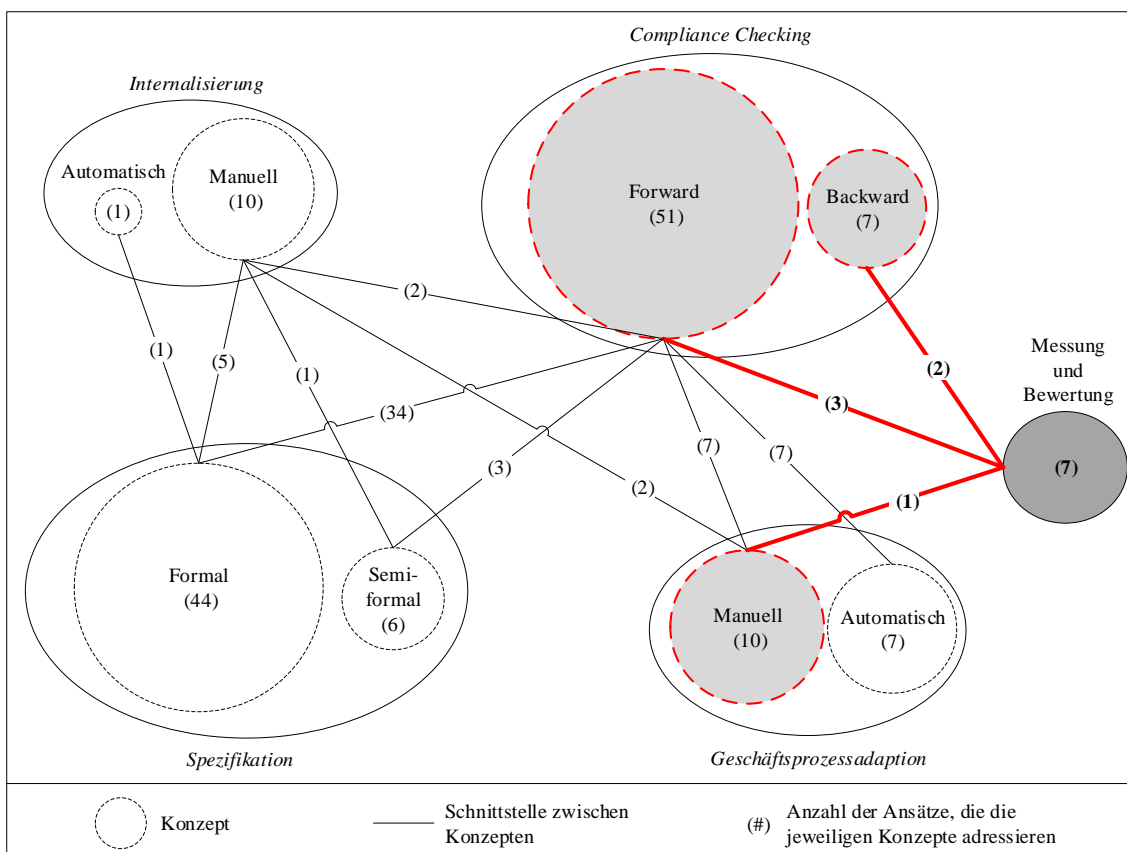


Abbildung 5: Schnittstellen zwischen den Ansätzen der konzeptzentrierten Literaturanalyse (in Anlehnung an Sackmann et al. 2018)

Die Schnittstellen des Konzepts Messung und Bewertung zu anderen Konzepten wurden in Abbildung 5 durch Fettdruck und rote Färbung hervorgehoben. Eine Nummer in Klammern repräsentiert jeweils die Anzahl der Ansätze, die zu einem Konzept oder einer Schnittstelle zugeordnet wurden (Sackmann et al. 2018).

Das Konzept Messung und Bewertung wird von insgesamt 7 Ansätzen adressiert. Davon kommen zwei Ansätze zur Messung und Bewertung im Kontext von Backward Compliance Checking und 3 Ansätze im Kontext von Forward Compliance Checking zum Einsatz. Damit bestätigt sich der in Kapitel 3.2 angesprochene Aspekt, dass die Messung und Bewertung von BPC kein reines Problem der Laufzeitverifikation von Geschäftsprozessen ist. Ein weiterer Ansatz nutzt Bewertungsergebnisse zur manuellen Geschäftsprozessoptimierung (Geschäftsprozessadaption). Daraus lässt sich ableiten, dass Ansätze zur Messung und Bewertung auch Anwendungspotentiale im Kontext von Prozessverbesserungen bieten.

4.1.2 Autorenzentrierte Analyse

Ein Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC fokussiert im Kern die folgenden drei Bewertungsdimensionen:

1. *Bewertungsdimension (B1)*

Der Ansatz fokussiert sich auf die Bewertung von BPC.

2. *Bewertungsdimension (B2)*

Der Ansatz fokussiert sich auf eine ökonomische/wirtschaftliche Bewertung.

3. *Bewertungsdimension (B3)*

Die Bewertung basiert auf den Prozessflussobjekten eines zugrundeliegenden Geschäftsprozesses.

Während sich B1 und B2 unmittelbar aus der Zielstellung dieser Dissertation ableiten lassen, ist das Hinzuziehen von B3 die logische Konsequenz aus der Problemdiskussion des ersten Design-Zyklus (siehe Kapitel 3.2).

Um die konzeptzentrierte Analyse aus (Sackmann et al. 2018) weiter in Bezug auf das Forschungsvorhaben zu vertiefen, wurde eine autorenzentrierte Auswertung vorgenommen. Diese war ausgerichtet auf eine inhaltliche Auseinandersetzung mit den Publikationen, die dem Konzept Messung und Bewertung zugeordnet wurden, sowie auf eine Analyse der adressierten Bewertungsdimensionen. Wie in Abbildung 4 dargestellt, wurden

insgesamt sieben einschlägige Publikationen identifiziert. Ausgehend von dieser Literaturbasis wurde, den Empfehlungen von (Webster und Watson 2002) folgend, eine mehrstufige Rückwärts- und Vorwärtssuche durchgeführt. Durch dieses Vorgehen konnte die Literaturbasis für die autorenzentrierte Analyse auf insgesamt 13 Artikel ausgeweitet werden, die sich in die folgenden Publikationskategorien einordnen lassen:

I. *Ansätze zur nichtwirtschaftlichen Bewertung der Konformität von Geschäftsprozessen*

Ansätze dieser Kategorie sind ausgerichtet auf die Bewertung des Ausmaßes, in dem ein Geschäftsprozessmodell oder eine ausgeführte Geschäftsprozessinstanz mit einer oder mehreren Compliance-Anforderungen im Einklang steht.

II. *Ansätze zur wirtschaftlichen Bewertung von Compliance-Kontrollen und Kontrollstrategien*

Ansätze dieser Kategorie sind ausgerichtet auf die Identifikation einer geeigneten Kontrollintensität sowie die wirtschaftliche Auswahl und Bewertung von Compliance-Kontrollen.

III. *Ansätze zur wirtschaftlichen Bewertung von Geschäftsprozessen*

Ansätze dieser Kategorie sind ausgerichtet auf die Bewertung von Geschäftsprozessen unter Berücksichtigung von Prozessflussobjekten.

Aufbauend auf den Bewertungsdimensionen B1-B3 wurden Untersuchungskriterien für die drei Publikationskategorien definiert.

Die Ansätze aus Publikationskategorie I nehmen zwar keine direkte wirtschaftliche Bewertung vor (Dimension B2), bieten jedoch vielversprechendes Anwendungspotential für eine ökonomische Analyse von BPC, da die Konformität eines Geschäftsprozesses oder einer Geschäftsprozessinstanz einen direkten Einfluss auf die Kosten hat, die aus Compliance-Verstößen resultieren (sogenannte „Non-Compliance-Kosten“). Im Rahmen der autorenzentrierten Analyse wurde deshalb untersucht, inwiefern die Ansätze der Publikationskategorie I bereits zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC genutzt wurden (Untersuchungskriterium 1).

Die Ansätze der Publikationskategorie II adressieren die wirtschaftliche Bewertung von Kontrollstrategien und damit die ökonomische Auswahl und Bewertung von Compliance-Kontrollen. Wie in Kapitel 3.2 bereits diskutiert wurde, ist für die wirtschaftliche Bewertung von BPC jedoch die Berücksichtigung von Prozessflussobjekten erforderlich, die der

Sicherstellung von Compliance dienen (Dimension B3). Im Rahmen der autorenzentrierten Analyse wurde deshalb untersucht, inwiefern die Ansätze der Publikationskategorie II bei der Bewertung auch Prozessflussobjekte, wie bspw. Prozessaktivitäten, berücksichtigen (Untersuchungskriterium 2).

Die Ansätze der Publikationskategorie III adressieren die wirtschaftliche Bewertung von Geschäftsprozessen basierend auf der Annotation von Prozessflussobjekten. Im Rahmen der autorenzentrierten Analyse wurde untersucht, ob die Ansätze dieser Kategorie bereits für eine Bewertung von BPC (Dimension B1) adaptiert wurden (Untersuchungskriterium 3).

4.1.2.1 Ansätze zur nichtwirtschaftlichen Bewertung der Konformität von Geschäftsprozessen

(Varshney et al. 2008)

Das sogenannte Compliance Measurement Framework (CMF) ist ein Rahmenwerk für die Quantifizierung und Analyse von Business Process Compliance, das von (Varshney et al. 2008) entwickelt wurde. Das Konzept des Frameworks basiert im Kern auf zwei praktischen Anforderungen: 1. eine möglichst simple Bewertung von BPC und 2. eine möglichst leichte Interpretierbarkeit der Bewertungsergebnisse. Die erste Anforderung wird adressiert durch die Entwicklung des Process Policy Compliance Index, kurz PPCI. Dessen Berechnung basiert auf einem verschachtelten Modell, in dem eine Verfahrensrichtlinie (auch: Policy) als ein Konstrukt angesehen wird, das aus einer endlichen Menge einzeln bewertbarer Compliance-Anforderungen (auch: Policy-Klauseln) besteht. (Varshney et al. 2008) nehmen an, dass für jede Policy-Klausel ein Non-Compliance-Maß bestimmt werden kann, das angibt, zu welchem Grad die Klausel in einer Prozessinstanz nicht eingehalten wird.

Zur Bestimmung des Non-Compliance-Grads (NCG) wird zunächst die Einhaltung einer Policy-Klausel in einer Prozessinstanz nach jeder ausgeführten Prozessaktivität überprüft. Darauf aufbauend wird die Anzahl nicht regelkonform abgelaufener Prozessaktivitäten bestimmt und in ein Verhältnis zur Gesamtzahl der abgelaufenen Aktivitäten der Instanz gesetzt. Der NCG kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei ein Wert von 0 vollständige Konformität und ein Wert von 1 vollständige Nonkonformität einer Prozessinstanz mit einer Policy-Klausel repräsentiert.

Sofern die Regelkonformität einer Klausel objektiv bestimmbar ist, kann der NCG aus den Daten einer Instanz abgeleitet werden, wie bspw. im Falle von Zugriffskontrollen als Anteil unberechtigter Zugriffe an der Gesamtzahl der Zugriffe während der Prozessausführung. Ist die Regelkonformität einer Policy-Klausel hingegen nicht objektiv bestimmbar, bspw. wenn zur Beurteilung menschliche Intuition erforderlich ist, erfolgt eine subjektive Einschätzung des NCG durch die kontrollierende Person. Der NCG wird für jede Klausel einer Policy bestimmt und zu einem Policy-NCG der Prozessinstanz aggregiert. Dieses Vorgehen wird für jede Prozessinstanz eines Prozessmodells innerhalb eines definierten Untersuchungszeitraums wiederholt. Das arithmetische Mittel der Policy-NCG aller Prozessinstanzen eines definierten Untersuchungszeitraumes bildet schließlich den Prozess-NCG, bzw. nach Subtraktion von 1 den PPCI.

Die zweite Anforderung des Frameworks wird durch ein hierarchisches Kennzahlensystem adressiert. (Varshney et al. 2008) argumentieren, dass feingranulare Maße, wie bspw. NCG für Policy-Klauseln, zwar eine einfache Bewertung ermöglichen, deren Ergebnisse jedoch zum Teil schwer zu interpretieren sind. Die Autoren schlagen deshalb Indizes vor, die die feingranularen Maße für unterschiedliche Hierarchieebenen aggregieren. Neben dem PPCI, der eine Bewertung von Compliance auf Prozessebene ermöglicht, schlagen (Varshney et al. 2008) noch den Multi-PPCI (M-PPCI) und den Organisational Compliance Index (OCI) vor. Während der M-PPCI eine Aggregation von PPCI für eine beliebige Anzahl von Prozessen und Policies ermöglicht, dient der OCI zur Bewertung des Compliance-Grades von strategischen Geschäftseinheiten. Die Berechnungsgrundlagen des M-PPCI und des OCI werden im Beitrag nicht weiter diskutiert.

Im Hinblick auf Untersuchungskriterium 1 lässt sich festhalten, dass der Ansatz von (Varshney et al. 2008) die wirtschaftliche Bewertung von BPC nicht adressiert. (Varshney et al. 2008) erwähnen lediglich, dass sich durch eine möglichst frühzeitige Erkennung von Compliance-Verstößen potentielle Non-Compliance-Kosten verringern oder sogar verhindern lassen.

(Lu et al. 2008)

Die „Compliance Distance“ ist ein von (Lu et al. 2008) entwickeltes prozessorientiertes Maß zur Bewertung des Konformitätsgrades der Geschäftspraxis. Das Maß nutzt den in (van der Aalst et al. 2006) vorgestellten Quantifizierungsansatz für die Ähnlichkeit von Prozessmodellen. Für die Bestimmung der Ähnlichkeit spezifizieren (van der Aalst et al.

2006) die wohlbekanntesten Maße Genauigkeit (auch: Precision) und Sensitivität (auch: Recall) sowie die Passung (auch: Fitness)³. Diese Maße können jeweils Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei gilt: je höher der Wert desto ähnlicher die Prozessmodelle.

In einem ersten Schritt spezifizieren (Lu et al. 2008) ein Maß für die Ähnlichkeit zwischen dem Entwurf eines Geschäftsprozessmodells (auch: design-time Geschäftsprozessmodell) und Compliance-Regeln, die sich auf den Kontrollfluss beziehen. So kann gemessen werden, zu welchem Grad die verschiedenen Pfade eines Geschäftsprozesses die Kontrollflussbedingungen einer Compliance-Anforderung erfüllen. Das Ähnlichkeitsmaß kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei ein Wert von 0 vollständige Nonkonformität und ein Wert von 1 vollständige Konformität eines Prozesspfades mit einer Kontrollflussbedingung repräsentiert. Der Abstand des Ähnlichkeitsmaßes zum Maximalwert von 1 entspricht schließlich der Compliance Distance.

In einem zweiten Schritt erfolgt eine Kalibrierung des Maßes unter Berücksichtigung historischer Daten aus Logdateien. Basierend auf Informationen über den Kontrollfluss realer Prozessinstanzen kann für jeden Prozesspfad eine Gewichtung des Maßes mit dessen Auftrittswahrscheinlichkeit vorgenommen werden. Das Ähnlichkeitsmaß für das Gesamtmodell berechnet sich dann als gewichtete Summe der Ähnlichkeitsmaße der einzelnen Prozesspfade.

Da der Ansatz von (Lu et al. 2008) bei der Bestimmung der Compliance-Distance bis dato keine ökonomischen Parameter berücksichtigt, lässt sich im Hinblick auf Untersuchungskriterium 1 festhalten, dass die wirtschaftliche Bewertung von BPC nicht adressiert wird.

(Gheorghe et al. 2009)

Das prozessorientierte Reifegradmodell für Sicherheits- und Compliance-Aspekte namens „GoCoMM“ wurde von (Gheorghe et al. 2009) entwickelt. Die Beurteilung der Reife eines Geschäftsprozesses erfolgt im Hinblick auf die Fähigkeit, regelkonform abzulaufen. Dabei werden Aspekte wie die Automatisierung von Compliance-Kontrollen und die Fähigkeit, flexibel auf Änderungen der Regulation reagieren zu können, berücksichtigt. Die Eingruppierung erfolgt anhand einer fünfstufigen verbal-numerischen Skala mit den Ausprägungen „0. Chaos“, „1. Kontrolle“, „2. Korrelation“, „3. Automatisierung“ und „4. Messung“.

³ Für eine detaillierte Erklärung von Precision, Recall und Fitness sei auf die Arbeiten von (Rozinat und van der Aalst 2005) sowie von (van der Aalst et al. 2006) verwiesen.

Der Beitrag fokussiert sich insbesondere auf die Voraussetzungen, die zur Erhöhung des Reifegrades notwendig sind. Die Autoren argumentieren, dass der höchste Reifegrad nur dann erreicht werden kann, wenn messbare Indikatoren zur Verfügung stehen, die eine stetige und automatische Sicherheits- und Compliance-Bewertung ermöglichen. Hierfür wird zum einen der sogenannte Key Assurance Indicator (KAI) vorgeschlagen, der die Messung des Grades der Konformität eines Geschäftsprozesses mit regulatorischen Anforderungen ermöglicht. Zum anderen wird der sogenannte Key Security Indicator (KSI) eingeführt, mit dem sich die korrekte Funktionalität von Compliance-Kontrollen bestimmen lässt.

Die Berechnung der Indikatoren basiert in beiden Fällen auf einem Soll-Ist-Vergleich. Für die Bestimmung des KAI werden reale Prozessinstanzen mit einem vorher definierten, sogenannten „idealen Prozess“ verglichen, der ausschließlich konforme Prozesspfade beinhaltet. Für eine festgelegte Periode kann die Anzahl der Instanzen, die mit dem idealen Prozess im Einklang stehen, zur Gesamtzahl aller Instanzen der Periode in ein Verhältnis gesetzt werden, um den Grad der Konformität zu bestimmen. Die Bestimmung des KSI folgt dem gleichen Prinzip, da die korrekte Funktionalität von Compliance-Kontrollen realer Prozessinstanzen mit einem vorher definierten idealen Kontrollverhalten verglichen wird. Zeigen die Indikatoren geringe Werte, wird eine systematische Verbesserung des Geschäftsprozesses und der Compliance-Kontrollen stimuliert, um deren Reifegrade zu steigern.

(Gheorghe et al. 2009) zeigen zwar, dass sich der KAI auch für monetäre Anforderungen spezifizieren lässt, jedoch ermöglicht diese Kennzahl keine wirtschaftliche Bewertung von BPC im Sinne von Untersuchungskriterium 1.

(Shamsaei et al. 2010)

(Shamsaei et al. 2010) schlagen vor, BPC mit Leistungskennzahlen, auch Key Performance Indicators (KPI), zu messen. Ähnlich wie bei dem Ansatz von (Varshney et al. 2008) werden hierbei Policies als Konstrukte interpretiert, die in eine endliche Menge bewertbarer Compliance-Anforderungen zerlegbar sind. Für jede Compliance-Anforderung werden individuelle KPI definiert. So könnte bspw. ein Personalbeschaffungsprozess der Anforderung unterliegen, dass jeder Bewerber vor der Einstellung ein Vorstellungsgespräch durchlaufen muss. Ein denkbarer Indikator für diese Anforderung ist der Anteil eingestellter Personen, die ein Vorstellungsgespräch absolviert haben.

Die Definition der KPI wird von (Shamsaei et al. 2010) der sogenannten „Modellierungsphase“ zugeordnet, in der auch die Prozessmodellierung und Identifikation von Compliance-Anforderungen erfolgt. Für die KPI werden Ausprägungen für Zielwerte, Schwellenwerte und Tiefstwerte definiert und diesen Werten jeweils ein sogenannter Erfüllungsgrad der Compliance-Anforderung aus dem Wertebereich $W=[-100, 100]$ zugewiesen. Dabei wird dem Erfüllungsgrad der Compliance-Anforderung eine lineare Abhängigkeit vom KPI unterstellt. Die Interpretation positiver und negativer Ausprägungen des Erfüllungsgrades wird in (Shamsaei et al. 2010) nicht weiter diskutiert.

Im Rahmen der „Evaluationsphase“ werden für einen definierten Untersuchungszeitraum die realen Ausprägungen der KPI bestimmt und mit Hilfe linearer Interpolation die zugehörigen Erfüllungsgrade berechnet. Diese geben Aufschluss über die Konformität des Geschäftsprozesses mit den einzelnen Compliance-Anforderungen. Neben dem Erfüllungsgrad wird jeder Anforderung zudem ein Relevanzfaktor aus dem Wertebereich $W=[0, 100]$ zugewiesen, wobei ein Wert von 0 Irrelevanz und ein Wert von 100 maximale Relevanz repräsentiert. Der Faktor dient der Beurteilung der Wichtigkeit einer Compliance-Anforderung in Bezug auf ein definiertes Unternehmensziel und wird aus einem in der Goal-oriented Requirement Language (GRL)⁴ modellierten Geschäftszielmodell abgeleitet. Mit Hilfe der GRL können hierarchische Beziehungen zwischen Geschäftszielen modelliert und Abhängigkeiten quantifiziert werden.

Dem definierten Unternehmensziel wird der maximale Relevanzwert von 100 zugewiesen, der sich gleichmäßig entlang einer Zielhierarchie auf die Unterziele des Unternehmens verteilt. Wird bspw. das Unternehmensziel „Geschäftserfolg“ vollständig determiniert durch zwei Unterziele „Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit“ und „Einhaltung des Finanzplans“, wird beiden Unterzielen ein Relevanzfaktor von 50 zugewiesen. Mit Hilfe des Modellelements „Link“ lassen sich Verbindungen von (Unter-)Zielen zu Compliance-Anforderungen herstellen und somit auch die Relevanzfaktoren übertragen. Basierend auf den Erfüllungsgraden und den Relevanzfaktoren lässt sich schließlich diejenige Compliance-Anforderung identifizieren, die die höchste Relevanz in Bezug auf das Unternehmensziel und gleichzeitig den geringsten Erfüllungsgrad besitzt. Der mit dieser Compliance-Anforderung in Verbindung stehende Geschäftsprozess wird im Rahmen der „Verbesserungsphase“ zur Steigerung des Erfüllungsgrades einer Überarbeitung unterzogen.

⁴ Nähere Informationen zur GRL und deren Anwendung sind bspw. in (Ghanavati et al. 2009) zu finden.

Im Kontext der Verbesserungsphase gehen (Shamsaei et al. 2010) kurz beispielhaft darauf ein, dass Entscheidungen über Prozessänderungen nicht ohne die Berücksichtigung von Kostenaspekten getroffen werden sollten. Ein korrespondierender Bewertungsansatz wird jedoch nicht vorgestellt. Somit lässt sich auch für den Ansatz von (Shamsaei et al. 2010) im Hinblick auf Untersuchungskriterium 1 festhalten, dass die wirtschaftliche Bewertung von BPC nicht adressiert wird.

(Ghanavati und Hulstijn 2015)

Ebenfalls auf der GRL basiert der Ansatz von (Ghanavati und Hulstijn 2015), der den Einfluss der Interpretation von Rechtstexten auf BPC adressiert. Die Autoren erläutern, dass Rechtstexte häufig generisch oder mehrdeutig sind, zum Teil wechselseitig in Konflikt stehen und im Regelfall keine Implementierungsdetails enthalten. Deshalb basiert die Umsetzung der Vorgaben aus Rechtstexten zur Sicherstellung von BPC in der Regel auf kontext- bzw. unternehmensspezifischen Interpretationen von Compliance-Anforderungen.

(Ghanavati und Hulstijn 2015) argumentieren, dass häufig Interpretationsspielraum gegeben ist und verschiedene Interpretationen von Rechtstexten auch zu verschiedenen Umsetzungsstrategien führen können. Dieser Interpretationsspielraum eröffnet die Möglichkeit, alternative Umsetzungsstrategien zu konstruieren, miteinander zu vergleichen und diejenige auszuwählen, die die strategischen Ziele eines Unternehmens am besten erfüllt, wie bspw. die Minimierung von Implementierungskosten.

Die strategischen Ziele werden, analog zum Ansatz von (Shamsaei et al. 2010), im Rahmen eines Geschäftszielmodells mit der GRL modelliert. Darüber hinaus werden die alternativen Umsetzungsstrategien in der Legal User Requirement Notation (Legal-URN)⁵ erfasst – einer grafischen Sprache zur Modellierung rechtlicher Anforderungen. Jede Alternative wird dabei als Aufgabe (Task) abgebildet. Ein Task ist ein URN-Modellelement, das einen Weg zur Zielerreichung definiert, wie bspw. zur Einhaltung einer konkreten Compliance-Anforderung. Ein Task steht somit immer in Relation zu einem (Sub-)Ziel eines Geschäftszielmodells, wobei die Verbindung modellierungsseitig über URN-Links realisiert wird.

Jeder Task wird durch den Erfüllungsgrad der zugehörigen Compliance-Anforderung aus dem Wertebereich $W=[-100, 100]$ spezifiziert. Analog zu (Shamsaei et al. 2010) werden

⁵ Nähere Informationen über die Legal-URN und deren Anwendung sind bspw. in (Ghanavati 2013) zu finden.

auch in (Ghanavati und Hulstijn 2015) die positiven und negativen Ausprägungen des Erfüllungsgrades nicht weiterführend interpretiert.

Mit Hilfe von URN-Links kann der Erfüllungsgrad eines (Sub-)Ziels in Abhängigkeit eines oder mehrerer Tasks ermittelt werden. Unter Berücksichtigung der Struktur des Geschäftszielmodells lassen sich somit die Erfüllungsgrade für rechtliche und strategische Ziele auf unterschiedlichen Hierarchieebenen berechnen. Diese Berechnung wird für alle alternativen Umsetzungsstrategien durchgeführt, sodass anschließend ein Vergleich der Alternativen im Hinblick auf den Erfüllungsgrad der Geschäftsziele möglich wird. Die Ergebnisse der Berechnungen werden zur Entscheidungsunterstützung genutzt. Unternehmen können somit genau die Umsetzungsstrategie auswählen, die die Geschäftsziele am besten unterstützt.

(Ghanavati und Hulstijn 2015) erwähnen, dass alternative Umsetzungsstrategien zur Sicherstellung von Compliance mit unterschiedlichen Kosten einhergehen können und sich deshalb ein wirtschaftlicher Vergleich von Strategien lohnen kann. Allerdings stellen die Autoren keinen Ansatz vor, der eine Kostenbewertung von Alternativen oder einen wirtschaftlichen Vergleich ermöglicht. Im Hinblick auf Untersuchungskriterium 1 lässt sich deshalb festhalten, dass die wirtschaftliche Bewertung von BPC von (Ghanavati und Hulstijn 2015) zwar explizit motiviert, jedoch nicht adressiert wird.

(Knuplesch et al. 2017)

Die Entwicklung eines Frameworks zur visuellen Überwachung von BPC auf Basis der Extended Compliance Rule Graph Language (eCRGL) geht auf (Knuplesch et al. 2017) zurück. Die Sprache dient der Modellierung von Regelgraphen (eCRG), die dazu verwendet werden, die Einhaltung von Compliance-Regeln in Geschäftsprozessen zu prüfen. Mit Hilfe von eCRG können verschiedene Prozessdimensionen adressiert werden, wie bspw. die Einhaltung von Kontrollflüssen oder von zeitlichen Restriktionen sowie die Verfügbarkeit von Daten oder Ressourcen.

Auf Basis des Frameworks können Compliance-Verstöße und deren Ursachen identifiziert werden. Hierfür wird der sogenannte „Compliance-Zustand“ eines eCRGs, wie bspw. „aktiviert“, „ausstehend“, „zufriedengestellt“, „verletzbar“ oder „verletzt“, farblich markiert und durch Symbole und Texte spezifiziert. So werden bspw. Verstöße gegen Kontrollflussbedingungen direkt an der betroffenen Kante im Prozessgraphen mit roter Farbe visualisiert. Die Markierungen können anschließend für Analyse- und Bewertungszwecke genutzt werden.

Hierfür wird die Anzahl der eCRG in den verschiedenen Compliance-Zuständen bestimmt und zur Berechnung von Metriken verwendet. (Knuplesch et al. 2017) führen beispielhaft die Metriken „Compliance Rate“ (μ_1) und „Critical Rate“ (μ_2) an. μ_1 ist eine Erfolgsgröße, die die Anzahl zufriedengestellter, d.h. regelkonformer eCRG in das Verhältnis zu der Gesamtzahl der aktivierten eCRG setzt. Zur Bestimmung von μ_2 wird hingegen die Anzahl verletzbarer und ausstehender eCRG in das Verhältnis zu der Gesamtzahl der aktivierten eCRG gesetzt.

Für den Ansatz von (Knuplesch et al. 2017) lässt sich im Hinblick auf Untersuchungskriterium 1 festhalten, dass ökonomische Prozessdimensionen in eCRG und damit auch Möglichkeiten zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC bis dato nicht adressiert werden.

4.1.2.2 Ansätze zur wirtschaftlichen Bewertung von Compliance-Kontrollen und Kontrollstrategien

(Narendra et al. 2008)

(Narendra et al. 2008) stellen ein Verfahren zur Kontrollpunktselektion für IT-Dienstleistungsprozesse vor. Ein Kontrollintegrationspunkt definiert eine Stelle in einem Geschäftsprozess, an der die Einhaltung einer Compliance-Anforderung überprüft wird. Das Verfahren von (Narendra et al. 2008) dient der Bestimmung einer geeigneten Anzahl solcher Integrationspunkte unter Berücksichtigung zweier Aspekte.

Der erste Aspekt bezieht sich auf die Minimierung der Anzahl von Integrationspunkten. (Narendra et al. 2008) argumentieren, dass IT-Dienstleistungsprozesse im Regelfall nur semi-automatisiert sind und zusätzliche Compliance-Audits auch zusätzliche personelle Ressourcen erfordern. Die Einstellung und Bindung neuer Fachkräfte erzeugt organisatorischen Aufwand, der durch die Integrationspunktminimierung reduziert werden soll.

Der zweite Aspekt bezieht sich auf die Kosteneffekte, die mit einer Reduktion der Anzahl von Kontrollintegrationspunkten einhergehen. Laut (Narendra et al. 2008) beeinträchtigt eine zu große Anzahl von Integrationspunkten die Kosteneffektivität interner Audits. Demgegenüber kann eine zu geringe Anzahl an Integrationspunkten wiederum zu Compliance-Verstößen führen, aus denen hohe Non-Compliance-Kosten resultieren können. (Narendra et al. 2008) nehmen an, dass sowohl die internen Audit- als auch die Non-Compliance-Kosten vollständig in Währungen ausgedrückt und ex ante auf Basis historischer Daten für beliebige Kontrollszenarien geschätzt werden können. Ausgehend von diesen Annahmen wird mit Hilfe eines Approximationsalgorithmus die minimale Anzahl

an Kontrollintegrationspunkten identifiziert, bei der die eingesparten internen Auditkosten nicht von zusätzlichen Non-Compliance-Kosten überkompensiert werden.

(Narendra et al. 2008) adressieren somit die ökonomische Bewertung von Kontrollstrategien unter Berücksichtigung von Audit- und Non-Compliance-Kosten sowie die Bestimmung einer minimal erforderlichen Kontrollintensität unter ökonomischen Gesichtspunkten. Dabei fokussieren sich die Autoren mit ihrem Ansatz auf die Bewertung von Compliance-Kontrollen im engen Sinne, d.h. auf Maßnahmen zur Identifikation von Compliance-Verstößen. Eine Bewertung von prozessbasierten Compliance-Maßnahmen, die der Sicherstellung oder Wiederherstellung von BPC dienen, wird dabei vernachlässigt. Im Hinblick auf Untersuchungskriterium 2 ist deshalb festzuhalten, dass der Ansatz keine Bewertung von BPC basierend auf Prozessflussobjekten ermöglicht.

(Bhamidipaty et al. 2009)

Der Algorithmus von (Narendra et al. 2008) wird von (Bhamidipaty et al. 2009) aufgegriffen und in „Indra“ – einem integrierten quantitativen Compliance Management-System für IT-Dienstleistungen – implementiert. Indra ergänzt die Kontrollpunktselektion durch eine nachgelagerte Analyse-Phase, in der die identifizierte Kontrollstrategie ex post mit Hilfe des CMF von (Varshney et al. 2008) verifiziert wird. Dabei wird der Compliance-Grad mit dem PPCI bewertet, der wiederum zur Kalkulation von Non-Compliance-Kosten herangezogen wird. Darauf aufbauend ermöglicht Indra einen Soll-Ist-Vergleich zwischen den ex ante berechneten und den ex post ermittelten realen Kosten. Im Falle einer Abweichung werden die Sollwerte analysiert und es wird eine neue Iteration des Approximationsalgorithmus angestoßen.

Analog zu (Narendra et al. 2008) fokussiert sich der Ansatz von (Bhamidipaty et al. 2009) auf die Bewertung von Compliance-Kontrollen im engen Sinne. Deshalb ist auch für (Bhamidipaty et al. 2009) im Hinblick auf Untersuchungskriterium 2 festzuhalten, dass der Ansatz keine Bewertung von BPC basierend auf Prozessflussobjekten ermöglicht.

(Doganata und Curbera 2009)

Einen ähnlichen Ansatz wie (Narendra et al. 2008) und (Bhamidipaty et al. 2009) verfolgen auch (Doganata und Curbera 2009), die eine Methode zur Risikoreduktion und zur Quantifizierung von Compliance-Risiken vorstellen. Im Rahmen des Ansatzes wird untersucht, inwiefern sich die Exposition von Compliance-Risiken mithilfe interner Audits an ausgewählten Kontrollintegrationspunkten beeinflussen lässt.

Die Risikoexposition eines festgelegten Untersuchungszeitraums wird definiert als Produkt aus vier Faktoren: (1) die Quote extern überprüfter Prozessinstanzen, (2) die Gesamtzahl aller Prozessinstanzen, (3) die Quote nicht regelkonformer Prozessinstanzen sowie (4) die Strafe pro nicht regelkonformer Prozessinstanz. Das Produkt aus (1) und (2) ergibt die Anzahl der Prozessinstanzen, die durch einen externen Auditor geprüft werden. Multipliziert man diesen Wert mit (3), erhält man die Anzahl nicht regelkonformer Prozessinstanzen, die bei einem Audit identifiziert werden, vorausgesetzt der Auditor arbeitet fehlerfrei. Die Multiplikation dieser Anzahl mit der Strafe pro nicht regelkonformer Prozessinstanz ergibt die Risikoexposition im definierten Untersuchungszeitraum.

(Doganata und Curbera 2009) fokussieren sich mit ihrem Ansatz auf die Kosten von Compliance-Verstößen, weshalb die Risikoexposition nur für monetäre Strafen bestimmt und nur in Geldeinheiten angegeben werden kann. Die Autoren nehmen an, dass bei Vorliegen eines Compliance-Verstoßes die monetäre Risikoexposition durch interne Audits an ausgewählten Kontrollintegrationspunkten verringert werden kann, bspw. indem nicht regelkonformes Verhalten identifiziert und anschließend dessen Ursache beseitigt wird. (Doganata und Curbera 2009) argumentieren, dass die Anzahl manueller interner Audits (d.h. manueller Kontrollen) aufgrund von Budgetrestriktionen beschränkt ist und schlagen deshalb die Nutzung eines automatisierten Audit-Tools vor, das bei gleichem Budget eine höhere Kontrollintensität realisiert. Basierend auf den Ergebnissen eines Kostenmodells wird schließlich die Nutzung des Audit-Tools empfohlen, sofern die Reduktion der Risikoexposition größer ausfällt als die Kosten des automatisierten internen Audits.

Der Ansatz von (Doganata und Curbera 2009) nutzt eine neue Quantifizierungsmethode zur Verbesserung von Kontrollstrategien mit dem Ziel der Risikoreduktion. Die dem Ansatz zugrundeliegende Kostenbetrachtung von Kontrollen basiert jedoch ebenfalls auf der Definition von Kontrollen im engen Sinne. Im Hinblick auf Untersuchungskriterium 2 ist deshalb festzuhalten, dass auch dieser Ansatz keine Bewertung von BPC auf Basis von Prozessflussobjekten ermöglicht.

4.1.2.3 Ansätze zur wirtschaftlichen Bewertung von Geschäftsprozessen

(Magnani und Montesi 2007a/b)

Ein Modell zur Kostenbewertung von Geschäftsprozessen basierend auf Erweiterungen der BPMN wird von (Magnani und Montesi 2007a; Magnani und Montesi 2007b) entwickelt. Die Autoren schlagen vor, die Flussobjekte der BPMN, wie bspw. Aufgaben

(Tasks), Ereignisse (Events) und Konnektoren (Gateways), durch Annotationen um Kosten zu erweitern. Die Kosten werden hierbei textuell am jeweiligen Flussobjekt visualisiert.

Diese einfache Form der Kostenannotation stößt an ihre Grenzen, wenn Geschäftsprozesse verschachtelt sind, also einen oder mehrere Subprozesse beinhalten, deren Kosten abhängig sind vom Verlauf der jeweiligen Prozessinstanz. Dies ist bspw. dann der Fall, wenn ein Subprozess Konnektoren vom Typ „Exklusives Oder“ (XOR) enthält, da dann alternative Pfadverläufe im Subprozess möglich sind. Als Lösung schlagen (Magnani und Montesi 2007b; Magnani und Montesi 2007a) zwei Alternativen vor.

Eine Alternative beinhaltet die Annotation von Kostenintervallen anstelle einzelner Kostenwerte an allen Flussobjekten (inklusive Subprozessen). Hierzu werden Maximal- und Minimalkosten der Flussobjekte als Intervallgrenzen annotiert. Prozesse mit vollständig annotierten Kostenintervallen sind zugänglich für die Anwendung graphenbasierter Algorithmen zur Bestimmung von Minimal- und Maximalkosten. So kann bspw. der Dijkstra-Algorithmus⁶ angewendet werden, um in einem Geschäftsprozess einen kostenminimalen Pfad zwischen Start- und End-Event zu identifizieren. Die Annotation von Kostenintervallen stößt jedoch an Grenzen, wenn Schleifen in Subprozessen enthalten sind, da die obere Intervallgrenze in diesem Fall gegen unendlich tendiert.

Die zweite Alternative adressiert dieses Problem durch die Berechnung und Annotation von Durchschnittskosten, sofern hierfür Daten aus einer Stichprobe von Prozessinstanzen zur Verfügung stehen. Da aus Prozessinstanzen die Anzahl der Schleifendurchläufe abgeleitet werden kann, tendieren die Durchschnittskosten nicht gegen unendlich, sondern repräsentieren den empirischen Mittelwert der Stichprobe. Die Genauigkeit der Durchschnittskosten ist in diesem Falle jedoch abhängig von der Repräsentativität der Stichprobe.

(Magnani und Montesi 2007a; Magnani und Montesi 2007b) annotieren sowohl Kostenintervalle als auch Durchschnittskosten an spezifischen Prozessbeispielen und berechnen darauf aufbauend jeweils die Kosten einer vollständigen Prozessausführung. Eine Anwendung im Kontext von BPC erfolgt jedoch nicht. Im Hinblick auf Untersuchungskriterium 3 ist deshalb festzuhalten, dass der Ansatz bisher nicht für die Bewertung von BPC adaptiert wurde.

⁶ Der Dijkstra-Algorithmus ist ein Algorithmus zur Bestimmung kürzester Pfade in Graphen, der auch zur Identifikation kostenminimaler Pfade adaptiert werden kann. Nähere Informationen zum Dijkstra-Algorithmus und dessen Anwendung sind bspw. in (Turau 2010) zu finden.

(Sampathkumaran und Wirsing 2009/2013)

(Sampathkumaran und Wirsing 2013; Sampathkumaran und Wirsing 2009) stellen einen ähnlichen Ansatz vor, der drauf ausgerichtet ist, die erwarteten Kosten der erfolgreichen Ausführung eines Prozesses, die sogenannten „Business Costs“, zu bestimmen. Im Gegensatz zu (Magnani und Montesi 2007a; Magnani und Montesi 2007b) steht bei diesem Ansatz nicht nur die Kostenbestimmung im Fokus, sondern auch der Zielerreichungsgrad eines definierten Geschäftsziels.

Um diesen Zielerreichungsgrad bei der Berechnung mit einbeziehen zu können, erweitern (Sampathkumaran und Wirsing 2009; Sampathkumaran und Wirsing 2013) den Ansatz von (Magnani und Montesi 2007a; Magnani und Montesi 2007b) um ein Konstrukt namens Reliabilität, das die Wahrscheinlichkeit der erfolgreichen Ausführung eines Flussobjekts repräsentiert. In Analogie zu Kostenannotationen wird auch die Reliabilität in der BPMN an jedes Flussobjekt annotiert. Aus Praktikabilitätsgründen werden von (Sampathkumaran und Wirsing 2013; Sampathkumaran und Wirsing 2009) lediglich Tasks annotiert und die Berechnungen von Business Costs für ausgewählte Szenarien vorgestellt. Für einen beispielhaften Geschäftsprozess, der lediglich aus einem Start- und einem End-Event sowie einem einzelnen Task besteht, der im Falle eines Fehlers nicht kompensiert wird, werden die Business Costs als Quotient aus Task-Kosten und Task-Reliabilität bestimmt. Diesem Quotienten liegt die Idee zugrunde, dass bei jeder Ausführung eines Tasks Kosten anfallen, unabhängig davon, ob der Task erfolgreich oder fehlerhaft ausgeführt wird. Ist die Reliabilität (R) kleiner als 1 und wird ein Task n -mal ausgeführt, dann fallen n -mal die Task-Kosten an, obwohl das Geschäftsziel nur mit einer Häufigkeit von $n \cdot R < n$ erreicht wird.

Für sequentielle Task-Folgen von beliebiger Länge werden die Business Costs rekursiv bestimmt, d.h. die Berechnung der Business Costs des i -ten Tasks erfolgt unter Einbezug der Business Costs der Tasks $1 \dots i-1$. Dieser Logik folgend wird die Berechnung der Business Costs von (Sampathkumaran und Wirsing 2009; Sampathkumaran und Wirsing 2013) für weitere Szenarien vorgestellt und es wird veranschaulicht, wie sich durch Dekomposition auch komplexere Prozessmodelle bewerten lassen.

Die Autoren stellen im Rahmen ihrer Beiträge keine Anwendungsszenarien vor, die BPC adressieren. Deshalb kann auch für (Sampathkumaran und Wirsing 2009; Sampathkumaran und Wirsing 2013) im Hinblick auf Untersuchungskriterium 3 festgehalten werden, dass der Ansatz bisher nicht für die Bewertung von BPC adaptiert wurde.

4.2 Problemidentifikation und adaptierte Zielsetzung

Es gibt bereits eine Vielzahl von Verfahren und Methoden zur nichtwirtschaftlichen Bewertung der Konformität von Geschäftsprozessen (Publikationskategorie I), die sowohl für verschiedene Anwendungsszenarien als auch Abstraktionsebenen entwickelt wurden und auf unterschiedlichen Bewertungskonzepten beruhen. Aus der autorenzentrierten Literaturanalyse geht jedoch hervor, dass bisher keiner dieser Ansätze im Kontext der wirtschaftlichen Bewertung von BPC zur Anwendung kam oder dafür adaptiert wurde (Untersuchungskriterium 1).

Auch zur wirtschaftlichen Bewertung von Compliance-Kontrollen und Kontrollstrategien (Publikationskategorie II) wurden bereits Verfahren, Methoden und Softwareartefakte entwickelt. Die Ansätze von (Narendra et al. 2008; Bhamidipaty et al. 2009; Doganata und Curbera 2009) ermöglichen eine ökonomische Bewertung von Kontrollstrategien unter Berücksichtigung von Audit- und Non-Compliance-Kosten, die wirtschaftliche Auswahl von Kontrollintegrationspunkten sowie die Bestimmung einer erforderlichen Kontrollintensität unter ökonomischen Gesichtspunkten. Damit werden im Wesentlichen die in Kapitel 3.1 vorgestellten Forschungsdesiderate zur wirtschaftlichen Integration und Bewertung von Compliance-Kontrollen adressiert. Die Ansätze von (Narendra et al. 2008; Bhamidipaty et al. 2009; Doganata und Curbera 2009) können zudem mit den in ConFlex (Seyffarth et al. 2016) enthaltenen Erweiterungen für die Anwendung zur Laufzeitverifikation von Compliance adaptiert werden. Da diese Ansätze jedoch keine Prozessflussobjekte berücksichtigen, stoßen sie bei der wirtschaftlichen Bewertung von BPC im Sinne von Untersuchungskriterium 2 bis dato an ihre Grenzen.

Die vorgestellten Ansätze zur wirtschaftlichen Bewertung von Geschäftsprozessen (Publikationskategorie III) basieren zwar auf der Annotation von Prozessflussobjekten, wurden jedoch noch nicht zur ökonomischen Bewertung von BPC genutzt oder entsprechend adaptiert (Untersuchungskriterium 3). Wie in Kapitel 4.3 noch ausführlicher diskutiert wird, kommen diese Ansätze jedoch als konzeptuelles Fundament für die Entwicklung eines prozessbasierten Berechnungsverfahrens zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC in Frage.

Im Zuge der Ableitung der Untersuchungskriterien für die autorenzentrierte Analyse wurde bereits erwähnt, dass ein Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC ausgerichtet ist auf drei Bewertungsdimensionen: 1. die Bewertung von BPC (B1), 2. die ökonomische bzw. wirtschaftliche Bewertung (B2) und 3. die Bewertung basierend auf den

Prozessflussobjekten eines zugrundeliegenden Geschäftsprozesses (B3). Abbildung 6 visualisiert diese Bewertungsdimensionen in einem Venn-Diagramm als Kreise und ordnet darin die Publikationen der autorenzentrierten Analyse ein. Publikationen, die mehrere Dimensionen adressieren, sind in den Schnittmengen zwischen diesen Kreisen abgetragen. Dabei zeigt sich, dass die im Rahmen der autorenzentrierten Literaturanalyse vorgestellten Ansätze jeweils nur ein oder zwei Bewertungsdimensionen adressieren.

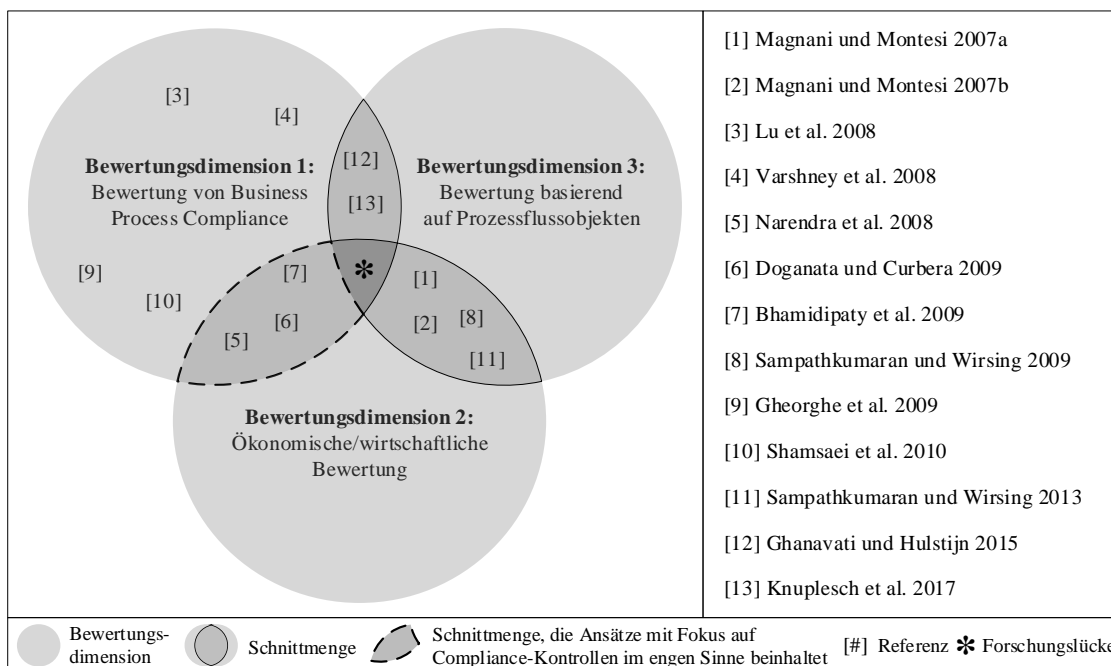


Abbildung 6: Einordnung des Forschungsstands in ein Venn-Diagramm der Bewertungsdimensionen

Die Ansätze von (Magnani und Montesi 2007a; Magnani und Montesi 2007b; Sampathkumaran und Wirsing 2009; Sampathkumaran und Wirsing 2013) adressieren sowohl die ökonomische/wirtschaftliche Bewertung (B2) als auch die Bewertung basierend auf Prozessflussobjekten (B3).

Die Ansätze von (Narendra et al. 2008; Bhamidipaty et al. 2009; Doganata und Curbera 2009) adressieren die ökonomische/wirtschaftliche Bewertung (B2) und die Bewertung von BPC (B1), jedoch ausschließlich im Sinne der engen Definition von Compliance-Kontrollen.

Die Ansätze von (Ghanavati und Hulstijn 2015; Knuplesch et al. 2017) adressieren die Bewertung von Business Process Compliance (B1) und operationalisieren dafür Prozessflussobjekte (B3).

Aus Abbildung 6 lässt sich eine Forschungslücke ableiten, da keiner der im Rahmen der Literaturanalyse identifizierten Ansätze die drei vorgestellten Bewertungsdimensionen

gleichzeitig adressiert. Zur Beurteilung, ob durch die Schließung dieser Forschungslücke ein Wissensbeitrag zur Disziplin Wirtschaftsinformatik geleistet werden kann, wird das DSR Knowledge Contribution Framework von (Gregor und Hevner 2013) herangezogen (siehe Abbildung 7). Dementsprechend gilt es vor der Design- und Entwicklungsphase die Ausgangslage in Bezug auf Problem- und Lösungsreife zu beurteilen.

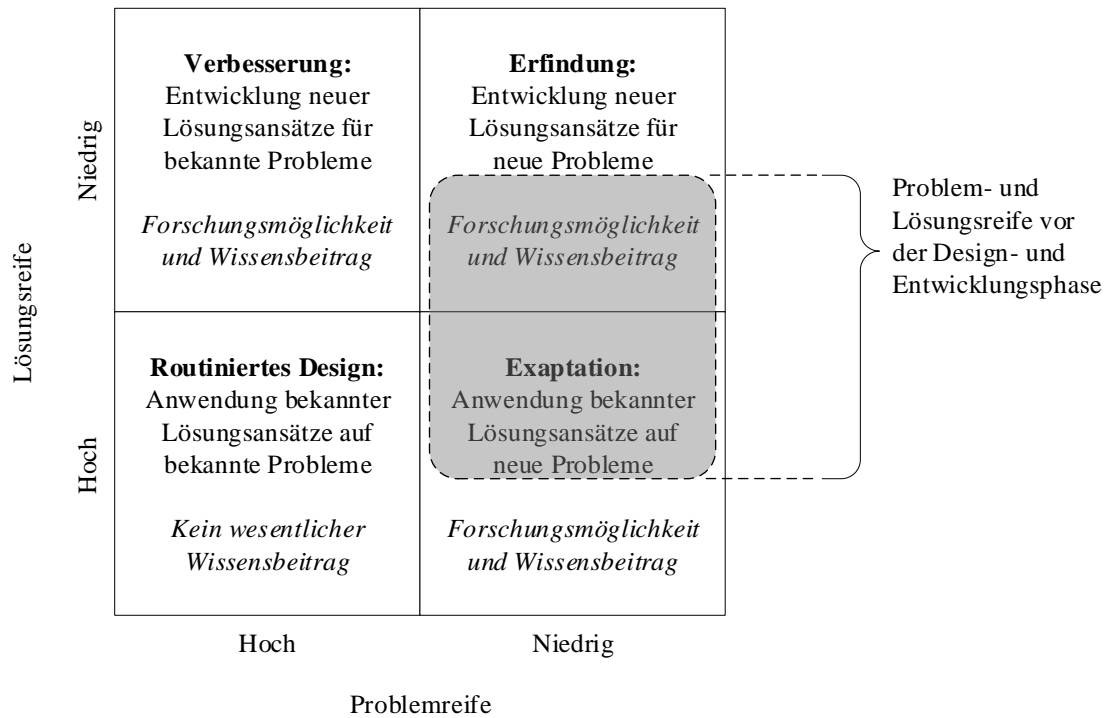


Abbildung 7: Beurteilung der Problem- und Lösungsreife vor der Design- und Entwicklungsphase gemäß (Gregor und Hevner 2013)

Die Problemreife wird hoch eingestuft, wenn es sich um ein bekanntes Problem handelt und niedrig eingestuft, wenn es sich um ein neues Problem handelt. Die Lösungsreife wird hoch eingestuft, wenn bereits Ansätze zur Lösung des Problems existieren und niedrig eingestuft, wenn die Entwicklung neuer Ansätze erforderlich ist.

Wie in der Einleitung dieser Dissertation bereits angesprochen wurde, ist BPC noch ein junges Forschungsgebiet, das vornehmlich in der letzten Dekade untersucht wurde. Die Ergebnisse der konzeptzentrierten Literaturanalyse zeigen, dass der Großteil der Forschung auf die Sicherstellung von Compliance vor- und während der Prozessausführung sowie auf die formale Spezifikation von Compliance-Regeln ausgerichtet ist. Die autorzentrierte Literaturanalyse hat darüber hinaus verdeutlicht, dass die Wirtschaftlichkeit von BPC und das Problem der Compliance-induzierten Kostenbelastung hohe Relevanz

besitzen, bis dato jedoch nicht im Fokus der Forschung stehen. Die Problemreife ist deshalb als niedrig einzustufen.

Die Lösungsreife kann hingegen aus zwei Perspektiven betrachtet werden. Einerseits hat sich anhand der autorenzentrierten Literaturanalyse gezeigt, dass es bisher an einem ganzheitlichen Ansatz fehlt, der die ökonomische bzw. wirtschaftliche Bewertung und Analyse von BPC basierend auf den Prozessflussobjekten eines Geschäftsprozesses realisiert. Andererseits existiert bereits ein Fundament an Lösungsansätzen, die einen oder teilweise zwei der oben genannten Bewertungsdimensionen adressieren. Ob und in wie weit diese Lösungen für eine wirtschaftliche Bewertung von BPC adaptiert werden können, ist ex ante jedoch nur schwer abschätzbar. Unter Berücksichtigung beider Perspektiven wurde die Lösungsreife schließlich in einem mittleren Bereich eingeordnet.

In Konsequenz ließe sich ein neuer Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC basierend auf Prozessflussobjekten im DSR Knowledge Contribution Framework von (Gregor und Hevner 2013) sowohl in den Quadrant „Erfindung“ als auch in den Quadrant „Exaptation“ einordnen. Gemäß des Frameworks bieten jedoch beide Quadranten Forschungspotentiale, aus denen Wissensbeiträge hervorgehen können.

Aufbauend auf dieser Erkenntnis wurde für den zweiten Design-Zyklus die Zielstellung abgeleitet, einen Ansatz zu entwickeln, der die wirtschaftliche Bewertung von BPC basierend auf den Prozessflussobjekten eines zugrundeliegenden Geschäftsprozesses ermöglicht. Dieses Ziel wurde im Rahmen zweier Forschungsfragen (FF) adressiert:

- FF1: Wie kann ein Ansatz konzeptuell aufgebaut werden, der die wirtschaftliche Bewertung von BPC basierend auf den Prozessflussobjekten des zugrundeliegenden Geschäftsprozesses realisiert?
- FF2: Wie kann ein Ansatz umgesetzt werden, der die wirtschaftliche Bewertung von BPC basierend auf den Prozessflussobjekten des zugrundeliegenden Geschäftsprozesses realisiert?

4.3 Design und Entwicklung des Pattern-basierten Bewertungsansatzes

4.3.1 Konzeptuelles Modell für die wirtschaftliche Bewertung von BPC

In Anlehnung an die Aufteilung des Forschungsvorhabens in zwei Forschungsfragen wurde im zweiten Design-Zyklus auch die Phase „Design- und Entwicklung“ in zwei Abschnitte untergliedert. Im ersten Abschnitt wurde ein konzeptuelles Modell designt, das FF1 adressiert und in folgendem Artikel publiziert wurde:

Kühnel, Stephan (2017): "Toward a Conceptual Model for Cost-Effective Business Process Compliance"

Der Volltext der Publikation ist in Anlage 4 dieser Arbeit zu finden. Die Konstruktion eines konzeptuellen Modells für die wirtschaftliche Bewertung von BPC erfolgte unter Berücksichtigung von Erkenntnissen aus der Design- und Entwicklungsphase des ersten Design-Zyklus. Analog zum Vorgehen bei der Konstruktion von ConFlex wurden die im Rahmen der systematischen Literatursuche identifizierten Beiträge nach einschlägigen konzeptuellen Modellen, Domänenmodellen und Ontologien durchsucht, um zunächst einen Überblick über wesentliche Konzepte, Rollen, Daten(typen) und deren Abhängigkeiten zu erhalten. Insgesamt wurden sieben Beiträge identifiziert, die relevante Modelle für die Domäne BPC enthalten und als konzeptuelles Fundament genutzt wurden.

Das in (Kühnel 2017a) vorgestellte konzeptuelle Modell für die wirtschaftliche Bewertung von BPC wurde mit der Unified Modeling Language (UML) modelliert, da UML die Modellierung von Klassendiagrammen nicht nur für Software-Entitäten, sondern auch für Domänenkonzepte ermöglicht (Funes und George 2003). Das Modell beinhaltet sowohl die relevanten Klassen als auch deren Beziehungen und bildet den Gegenstandsbe- reich so einfach wie möglich aber so kompliziert wie nötig ab (Helfrich 2016). Bei der Modellierung wurden die methodischen Anmerkungen von (March und Smith 1995) be- rücksichtigt, wonach konzeptuelle Modelle auf Grundlage von Domänenwissen erstellt werden können und zur Darstellung neuer Ideen, Ansätze, Theorien und Phänomene die- nen (March und Smith 1995).

In einem ersten Schritt wurden aus den Modellen der Literaturbasis fünf Kernelemente abgeleitet, die zur Sicherstellung von BPC erforderlich sind. Diese wurden als UML-

in einem dritten Schritt ein neues UML-Paket entwickelt, das BPC konzeptuell um den Aspekt der wirtschaftlichen Bewertung erweitert (siehe Abbildung 8, rechts). Eine ausgedehnte Diskussion des in Abbildung 8 dargestellten Modells und der darin enthaltenen Klassen und Pakete ist (Kühnel 2017a) zu entnehmen.

Im Rahmen der Modellkonstruktion wurde zudem eine Abgrenzung zwischen der Compliance-Kontrolle im Sinne eines Soll-Ist-Vergleichs (Compliance-Kontrolle im engen Sinne) und Maßnahmen zur Sicherstellung von BPC vorgenommen (siehe auch Diskussion in Kapitel 3.2). Maßnahmen zur Sicherstellung von BPC werden demnach nicht mehr als Kontrollen im weiten Sinne aufgefasst, sondern durch Prozessflussobjekte, konkret durch Compliance-Aktivitäten und/oder -Aktivitätssequenzen abgebildet und fortan als Compliance-(Sub-)Prozesse bezeichnet (Kühnel 2017a). Wie sowohl (Magnani und Montesi 2007b) als auch (Sampathkumaran und Wirsing 2013) für ausgewählte Geschäftsprozesse gezeigt haben, lassen sich Prozessaktivitäten bspw. mit der BPMN durch Annotationen um Attribute wie Kosten und Reliabilitäten erweitern. Analog lassen sich auch Compliance-Aktivitäten und -Aktivitätssequenzen quantitativ attribuieren und werden somit für eine wirtschaftliche Bewertung zugänglich.

Häufig stehen zur Sicherstellung ein und derselben Compliance-Anforderung alternative Compliance-Maßnahmen zur Verfügung, die sich jeweils durch Compliance-Aktivitäten oder -Aktivitätssequenzen darstellen lassen. Eine wirtschaftliche Bewertung von Alternativen ermöglicht die Unterstützung von Auswahlentscheidungen unter ökonomischen Gesichtspunkten. In diesem Kontext stellt sich jedoch die Frage, wie alternative Compliance-Aktivitäten, die das gleiche Ziel verfolgen, voneinander abgegrenzt werden können. Die modellbasierte Konzeptualisierung der wirtschaftlichen Bewertung von BPC stimulierte somit eine weitere Fragestellung, zu deren Beantwortung eine Taxonomie für BPC entwickelt wurde. Die Taxonomie ermöglicht die Kategorisierung von Compliance-Aktivitäten und -Aktivitätssequenzen anhand von 9 Dimensionen und 37 Eigenschaften. So lassen sich bspw. alternative Compliance-Aktivitäten anhand der zur Ausführung benötigten Daten und Ressourcen oder anhand des Automatisierungsgrades (manuell, teilautomatisiert oder vollautomatisiert) unterscheiden. Die Taxonomie wurde, basierend auf der Methode von (Nickerson et al. 2013), entwickelt und in Ko-Autorenschaft in (Seyfarth et al. 2017) veröffentlicht.

4.3.2 Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC

Basierend auf dem konzeptuellen Modell wurde im zweiten Phasenabschnitt der Design- und Entwicklungsphase ein Berechnungsverfahren zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC entwickelt, das FF2 adressiert. Das Berechnungsverfahren ermöglicht die Bewertung von Prozessflussobjekten basierend auf den Basic Control Flow Patterns von (van der Aalst et al. 2003) und wurde in folgendem Artikel publiziert:

Kuehnel, Stephan; Zasada, Andrea (2018): "An Approach Toward the Economic Assessment of Business Process Compliance"

Eine Erklärung über die Arbeitsanteile der Autoren am Artikel kann Anlage 5 und der Volltext der Publikation Anlage 6 dieser Arbeit entnommen werden.

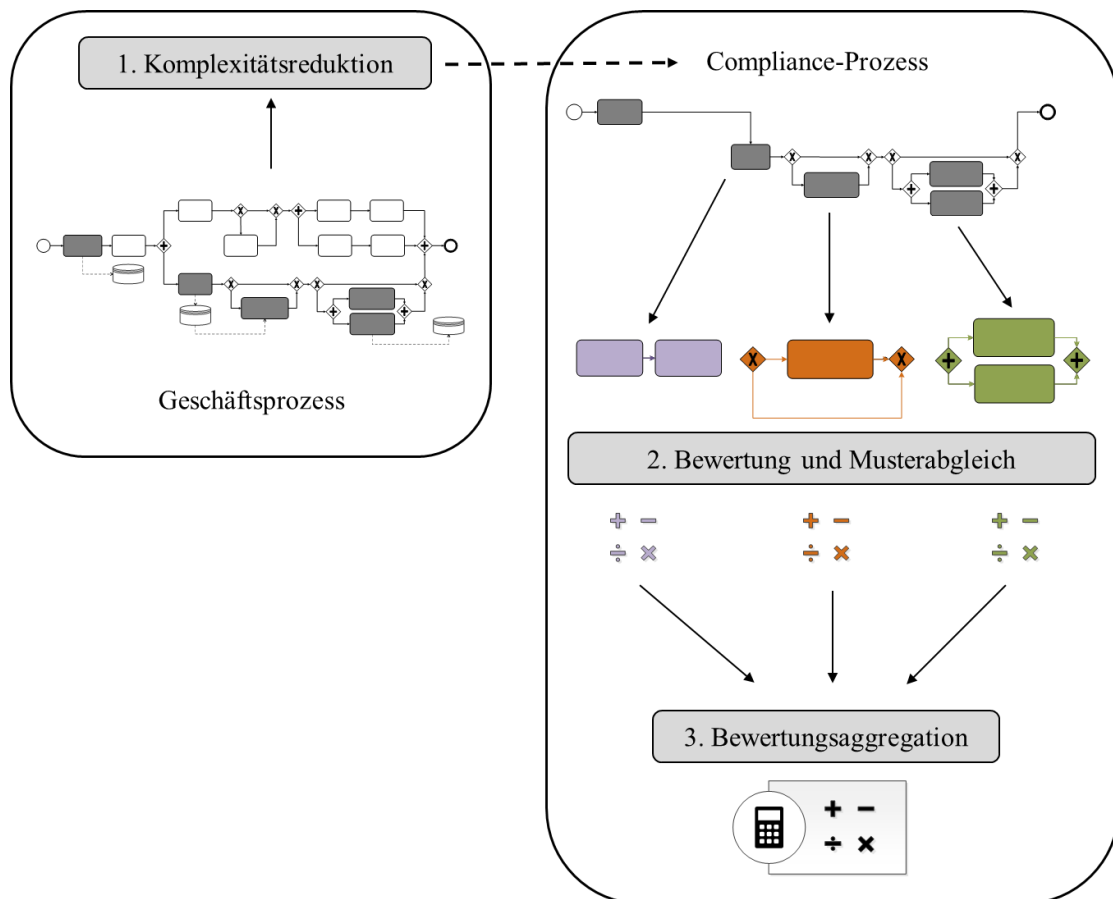


Abbildung 9: Pattern-basiertes Verfahren zur prozessbasierten Bewertung von BPC

Der Bewertungsansatz baut zunächst auf einer adaptierten graphentheoretischen Definition eines Geschäftsprozesses auf. Die graphentheoretische Standarddefinition eines Geschäftsprozesses spezifiziert im Wesentlichen die vier Knotentypen Start- und Endknoten, Aktivitäten und Konnektoren sowie Kanten, die diese vier Knotentypen miteinander

verbinden (Rastrepkina 2010). Die Definition eines Geschäftsprozesses, die dem Bewertungsansatz von (Kuehnel und Zasada 2018) zugrunde liegt, nimmt eine Spezifizierung des Knotentyps Aktivität vor, der nunmehr durch Knoten vom Typ Compliance-Aktivität und Knoten vom Typ Geschäftsaktivität ersetzt wird. Die Definition wird begleitet von der Annahme, dass die Menge der Knoten vom Typ Geschäftsaktivität und die Menge der Knoten vom Typ Compliance-Aktivität disjunkt und echte Teilmengen der Obermenge von Typ Aktivität sind (Kuehnel und Zasada 2018).

Die definitorische Unterscheidung von Geschäfts- und Compliance-Aktivitäten ist die Grundlage des Pattern-basierten Verfahrens, das zur zielgerichteten prozessbasierten Bewertung von BPC dient und auf den folgenden drei Schritten basiert (siehe auch Abbildung 9):

1. Komplexitätsreduktion

Da die wirtschaftliche Bewertung von BPC nur auf Compliance-Aktivitäten ausgerichtet ist, können die Geschäftsaktivitäten eines zugrundeliegenden Geschäftsprozesses prinzipiell vernachlässigt werden. Insbesondere bei großen Prozessmodellen bietet es sich deshalb an, vor der Bewertung in einem ersten Schritt eine Komplexitätsreduktion durchzuführen.

Geeignete Mechanismen zur Komplexitätsreduktion, wie bspw. „Delete Activity“ (Rinderle-Ma et al. 2008b) oder „Elimination“ (La Rosa et al. 2011), ermöglichen die gezielte Entfernung von Aktivitäten aus einem Prozessmodell und die Verbindung verbliebener Prozesselemente mit einer neuen Kante unter Erhaltung der ursprünglichen Reihenfolgebedingungen. Basierend auf der oben erwähnten graphentheoretischen Definition eines Geschäftsprozesses, die eine Unterscheidung von Compliance- und Geschäftsaktivitäten ermöglicht, lassen sich die angesprochenen Komplexitätsreduktionsmechanismen derart adaptieren, dass aus einem Prozessmodell alle Knoten vom Typ Geschäftsaktivität entfernt werden. Der resultierende reduzierte Prozess beinhaltet nur noch bewertungsrelevante Compliance-Aktivitäten und wird als Compliance-Prozess bezeichnet (Kühnel 2017a; Kuehnel und Zasada 2018).

2. Bewertung und Musterabgleich

Zunächst wird jede Compliance-Aktivität durch zwei Variablen spezifiziert: (1) die Gesamtkosten und (2) die Zuverlässigkeit der fehlerfreien Ausführung (Reliabilität). Zur Berechnung der Gesamtkosten wurde eine Formel aufgestellt, die

sowohl instanzabhängige (variable) Kosten als auch periodische instanzunabhängige (periodenfixe) Kosten berücksichtigt (Kuehnel und Zasada 2018). Die Reliabilität berechnet sich als Quotient aus der Anzahl fehlerfreier Ausführungen und der Gesamtzahl der Ausführungen einer Compliance-Aktivität. Analog zur Definition von (Sampathkumaran und Wirsing 2013) repräsentiert die Reliabilität somit die Wahrscheinlichkeit der zuverlässigen Ausführung einer Aktivität. Die Gegenwahrscheinlichkeit hierzu repräsentiert das Risiko, dass die Compliance-Aktivität aufgrund einer fehlerhaften Ausführung einen Compliance-Verstoß verursacht (Kuehnel und Zasada 2018). Deshalb gilt: je höher die Reliabilität, desto geringer ist die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Compliance-Verstoßes.

Da in der Regel in Geschäftsprozessen nicht nur eine isolierte Compliance-Aktivität enthalten ist, bedarf es eines Bewertungsansatzes, auf dessen Basis sich Kosten und Reliabilitäten auch für Compliance-Prozesse bestimmen lassen. Hierfür folgt der in (Kuehnel und Zasada 2018) vorgestellte Ansatz der Idee, eine prozessbasierte Bewertung auf Mustern aufzubauen (Sampathkumaran und Wirsing 2013; Magnani und Montesi 2007b). Ein Compliance-Prozess wird somit zunächst in bewertbare Teilprozesse bzw. Prozessfragmente zerlegt, die bekannten Prozessklassen oder Prozessmustern entsprechen (sogenanntes „Pattern Matching“ bzw. „Musterabgleich“). Abweichend von (Sampathkumaran und Wirsing 2013; Magnani und Montesi 2007b) basiert der Ansatz von (Kuehnel und Zasada 2018) jedoch auf den wohlbekanntem Basic Control Flow Patterns von (van der Aalst et al. 2003).

Die Basic Control Flow Patterns repräsentieren die am häufigsten wiederkehrenden Kontrollflussmuster von Geschäftsprozessen. Diese Muster wurden von (van der Aalst et al. 2003) im Rahmen einer umfangreichen Studie ermittelt und korrespondieren mit den Definitionen der elementaren Kontrollflusskonzepte der Workflow Management Coalition (Workflow Management Coalition 1999). Im Gegensatz zu ausgewählten Prozessklassen und Prozessmustern beispielhafter Geschäftsprozesse, wie sie in (Sampathkumaran und Wirsing 2013; Magnani und Montesi 2007b) verwendet werden, kann mit den Basic Control Flow Patterns

eine generellere Anwendbarkeit des Bewertungsansatzes, speziell für wohlgeformte Prozesse⁷, sichergestellt werden. Folglich wurden für die Basic Control Flow Patterns, d.h. für „Sequences“, „Parallel Splits“, „Synchronizations“, „Exclusive Choices“ und „Simple Merges“, Berechnungsvorschriften für Compliance-Kosten und Reliabilitäten aufgestellt (siehe (Kuehnel und Zasada 2018)).

3. Bewertungsaggregation

Mit Hilfe der Berechnungsvorschriften für die Basic Control Flow Patterns lassen sich Kosten und Reliabilitäten für wohlgeformte Kombinationen von Compliance-Aktivitäten auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen bestimmen (Kuehnel und Zasada 2018). Die Komplexität von (umfangreichen) Compliance-Prozessen kann somit schrittweise aufgelöst werden.

Das Vorgehen bei der Bewertungsaggregation lässt sich am Beispiel der Aktivitätsabstraktion mit der BPMN 2.0 veranschaulichen (Liu und Shen 2003). Aktivitätsabstraktionen werden vorgenommen, um Prozessinformationen adressatengerecht bereitzustellen, wie bspw. aggregierte Informationen für das Management.

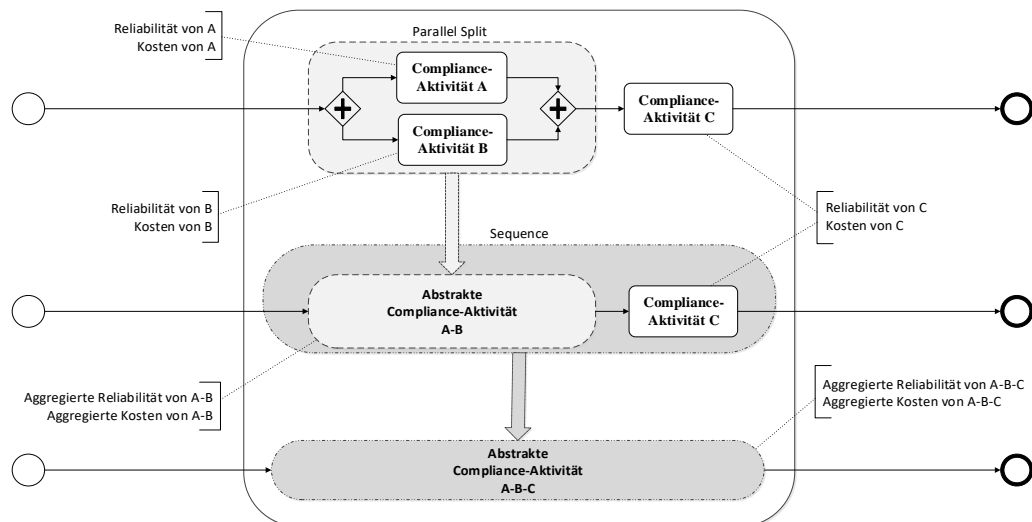


Abbildung 10: Bewertungsaggregation, dargestellt am Beispiel der Aktivitätsabstraktion mit der BPMN 2.0

Angenommen die Compliance-Aktivitäten A, B und C bilden gemeinsam einen Compliance-Prozess, in dem A und B parallel verlaufen (Abbildung 10, oben). Die im Prozess enthaltene Parallelität kann auch als abstrakte Compliance-Aktivität A-B abgebildet werden (Abbildung 10, Mitte). Analog lassen sich die Reli-

⁷ Eine graphentheoretische Definition wohlgeformter Prozesse sowie eine Abgrenzung von Prozessen, die nicht wohlgeformt sind, ist bspw. in (Awad 2010) zu finden.

abilitäten und Kosten der parallelen Aktivitäten A und B mit Hilfe der Berechnungsvorschriften für Parallel Splits aus (Kuehnel und Zasada 2018) mathematisch aggregieren. Die daraus resultierenden Ergebnisse (Reliabilität von A-B und Kosten von A-B) sind aggregierte Werte der abstrakten Compliance-Aktivität A-B. Gemeinsam mit der noch verbliebenen Compliance-Aktivität C bildet die abstrakte Compliance-Aktivität A-B eine Sequenz (Abbildung 10, Mitte), deren Kosten und Reliabilitäten mit Hilfe der Berechnungsvorschriften für Sequences aus (Kuehnel und Zasada 2018) aggregiert werden können. Die daraus resultierenden Ergebnisse (Reliabilität von A-B-C und Kosten von A-B-C) sind aggregierte Werte der abstrakten Compliance-Aktivität A-B-C (Abbildung 10, unten).

Stehen mehrere alternative Compliance-Prozesse zur Sicherstellung einer Anforderung zur Verfügung, können für alle Alternativen die aggregierten Kosten und Reliabilitäten bestimmt werden. Somit wird es möglich, eine Auswahlentscheidung auf Basis des Prinzips der Wirtschaftlichkeit zu treffen, bspw. indem aus den Alternativen derjenige Compliance-Prozess ausgewählt wird, der die höchste Reliabilität zu gegebenen Kosten (Maximumprinzip) oder eine gewünschte Reliabilität zu geringsten Kosten (Minimumprinzip) realisiert.

Darüber hinaus kann auch eine Input-Output-Relation zum Zwecke einer wirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Analyse von BPC hergestellt werden. Hierfür müssen die erwarteten Compliance-Kosten, die den monetären Input repräsentieren, mit dem zugehörigen Output in Verbindung gebracht werden. Der Output wird repräsentiert durch den monetären Schaden, der durch den Einsatz von Compliance-Aktivitäten verhindert wird (Kuehnel und Zasada 2018). Dieser berechnet sich grundlegend durch Multiplikation der Reliabilität mit der monetären Konsequenz, die sich aus einem Verstoß gegen die zugrundeliegende Compliance-Anforderung ergeben würde (Kuehnel und Zasada 2018). Unter Berücksichtigung dieser Input- und Output-Spezifikation wurden für die Basic Control Flow Patterns in (Kuehnel und Zasada 2018) Formeln zur Berechnung des wirtschaftlichen Nutzens aufgestellt.

4.4 Demonstration und Evaluation des Bewertungsansatzes

Der Pattern-basierte Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC wurde prototypisch in R als Shiny-Applikation⁸ implementiert und mit synthetischen Daten getestet. Darüber hinaus wurde der Ansatz in (Kuehnel und Zasada 2018) beispielhaft auf den Bestellprozess eines Online-Händlers angewendet, der den Anforderungen des Artikel 32 (1) der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) genügen muss. Das Beispiel demonstriert sowohl die Attribution erforderlicher Daten im zugrundeliegenden Geschäftsprozessmodell als auch die wirtschaftliche Bewertung einer Folge von fünf im Prozess enthaltenen Compliance-Aktivitäten.

Um formatives Feedback zu erhalten, wurde einer Stichprobe von N=31 Studierenden und Absolventen⁹ des Mastersstudiengangs Wirtschaftsinformatik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg ein Anwendungsszenario vorgestellt und anschließend die wahrgenommene Nützlichkeit des Ansatzes sowie erwartete Anwendbarkeitsbarrieren abgefragt (Kuehnel et al. 2019).

Die wahrgenommene Nützlichkeit wurde auf einer fünfstufigen verbal-numerischen Ratingskala erfasst, wobei ein Wert von 1 für „gar nicht nützlich“, ein Wert von 2 für „wenig nützlich“, ein Wert von 3 für „nützlich“, ein Wert von 4 für „sehr nützlich“ und ein Wert von 5 für „außerordentlich nützlich“ steht. 26 % der Probanden schätzten den Ansatz als außerordentlich nützlich, 48 % als sehr nützlich, 23 % als nützlich, 3 % als wenig nützlich und 0 % als gar nicht nützlich ein (Kuehnel et al. 2019).

Als erwartete Anwendungsbarriere kristallisierte sich die Verfügbarkeit erforderlicher Daten und Datenschnittstellen (insbesondere bei Kleinunternehmen) heraus (Kuehnel et al. 2019).

4.5 Zusammenfassung und Kommunikation

Mit der Evaluation des Ansatzes zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC basierend auf den Basic Control Flow Patterns von (van der Aalst et al. 2003) wurde der zweiten Design-Zyklus abgeschlossen. Die identifizierte Anwendungsbarriere offenbarte jedoch ein

⁸ Shiny ist eine R-Bibliothek, die die Entwicklung interaktiver leistungsfähiger Webanwendungen ermöglicht (Chang et al. 2018).

⁹ N=31 entspricht 26 % Rücklaufquote von insgesamt 120 Personen, denen das Anwendungsszenario vorgestellt und der Fragebogen ausgehändigt bzw. zugesendet wurde.

neues Problem, das in einem dritten Design-Zyklus einer genaueren Untersuchung unterzogen wird.

Die Forschungsergebnisse des zweiten Design-Zyklus wurden im Rahmen mehrerer Publikationen und Vorträge kommuniziert. Das konzeptuelle Modell für die wirtschaftliche Bewertung von BPC wurde im Jahr 2017 auf der 47. Konferenz INFORMATIK vorgestellt und in der Reihe Lecture Notes in Informatics (LNI) veröffentlicht. Die zu Beginn des zweiten Design-Zyklus vorgestellte konzeptzentrierte Literaturstudie wurde im Jahr 2018 auf der führenden Konferenz im Bereich des Geschäftsprozessmanagements – der International Conference on Business Process Management (BPM 2018) – vorgestellt und in der Reihe Lecture Notes in Computer Science (LNCS) veröffentlicht. Der Pattern-basierte Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC wurde im Jahr 2018 im Rahmen des 5th International Workshop on Conceptual Modeling in Requirements and Business Analysis auf der führenden Konferenz im Bereich der konzeptuellen Modellierung – der International Conference on Conceptual Modeling (ER 2018) – vorgestellt und ebenfalls in der Reihe LNCS veröffentlicht.

Neben den drei Kernpublikationen wurde die in Kapitel 4.3.1 angesprochene Taxonomie im Jahr 2017 auf dem Forum der International Conference on Business Process Management vorgestellt und in der Reihe Lecture Notes in Business Information Processing (LNBIP) veröffentlicht. Das gesamte Forschungsvorhaben wurde zudem im Jahr 2017 sowohl auf dem Doctoral Consortium der 13. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2017) als auch auf dem Doktorandensymposium der 47. Konferenz INFORMATIK vorgestellt und ein zugehöriges Exposé in der Reihe LNI veröffentlicht (siehe (Kühnel 2017b)). Im Rahmen der Diskussionen bei den Doctoral Consortia wurde die Idee entwickelt, Design-Prinzipien für den Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC abzuleiten, um damit einen weiteren Beitrag zur präskriptiven Wissensbasis der Wirtschaftsinformatik zu leisten. Dieses Vorhaben wird im Rahmen des dritten Design-Zyklus umgesetzt.

Tabelle 2 gibt nochmals einen zusammenfassenden Überblick über die Aktivitäten, Resultate und Publikationen des zweiten Design-Zyklus.

Tabelle 2: Aktivitäten und Resultate des zweiten Design-Zyklus

Prozessphase	Aktivitäten und Resultate
Problem-identifikation	<ul style="list-style-type: none"> • Konzept- und autorzentrierte Literaturanalyse • Problem der ganzheitlichen wirtschaftlichen Bewertung von BPC basierend auf Prozessflussobjekten
Ziele einer Lösung	<ul style="list-style-type: none"> • Konzeptionierung und Entwicklung eines Ansatzes, der die wirtschaftliche Bewertung von BPC basierend auf den Prozessflussobjekten eines Geschäftsprozesses realisiert
Design und Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Konzeptuelles Modell zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC • Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC basierend auf Basic Control Flow Patterns
Demonstration	<ul style="list-style-type: none"> • Prototypische Implementierung als Shiny-Applikation in R und Test mit synthetischen Daten • Anwendung des Bewertungsansatzes auf den Bestellprozess eines Online-Händlers unter Berücksichtigung der Anforderungen des Artikels 32 (1) DSGVO
Evaluation	<ul style="list-style-type: none"> • Befragung von Studierenden und Alumni des Masterstudiengangs Wirtschaftsinformatik (Stichprobe, N=31)
Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> • Publikationen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Kühnel, Stephan (2017): "Toward a Conceptual Model for Cost-Effective Business Process Compliance" ○ Kühnel, Stephan (2017): "Toward Cost-Effective Business Process Compliance: A Research Agenda" ○ Seyffarth, Tobias; Kühnel, Stephan; Sackmann, Stefan (2017): „A Taxonomy of Compliance Processes for Business Process Compliance“ ○ Sackmann, Stefan; Kuehnel, Stephan; Seyffarth, Tobias (2018): "Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review" ○ Kuehnel, Stephan; Zasada, Andrea (2018): "An Approach Toward the Economic Assessment of Business Process Compliance"

(Fortsetzung)

Tabelle 2: (Fortsetzung)

Prozessphase	Aktivitäten und Resultate
Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> • Vorträge auf Konferenzen: <ul style="list-style-type: none"> ○ INFORMATIK 2017 ○ International Conference on Business Process Management 2017 (Forum) ○ International Conference on Conceptual Modeling 2018 ○ International Conference on Business Process Management 2018
	<ul style="list-style-type: none"> • Vorträge auf Doctoral Consortia: <ul style="list-style-type: none"> ○ Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik 2017 ○ INFORMATIK 2017

5 Dritter Design-Zyklus: Wirtschaftliche Bewertung und Analyse von BPC basierend auf Extensible Event Streams

5.1 Erweiterte Zielstellung

Da der dritte Design-Zyklus auf der Problemstellung des zweiten Design-Zyklus aufbaut, wurde er von der Phase „Ziele einer Lösung“ eingeleitet, in deren Rahmen ein weiteres Forschungsziel abgeleitet wurde.

Während der formativen Evaluation des Pattern-basierten wirtschaftlichen Bewertungsansatzes für BPC wurde im zweiten Design-Zyklus die Verfügbarkeit erforderlicher Daten und Datenschnittstellen als mögliche Anwendungsbarriere identifiziert. Durch die Analyse von Möglichkeiten zur Datenanbindung und die Bereitstellung geeigneter Datenschnittstellen soll diese Barriere nunmehr abgebaut werden. Hierfür wird in einem ersten Schritt untersucht, inwiefern in den Forschungspapieren, die im zweiten Design-Zyklus der autorenzentrierten Analyse unterzogen wurden, auf die Verfügbarkeit von Daten und Datenschnittstellen eingegangen wird.

Ein Großteil der Beiträge adressiert die Datenverfügbarkeit und Datenanbindung nicht oder geht davon aus, dass erforderliche Daten entweder zur Verfügung stehen oder durch Experten geschätzt werden können. Im Gegensatz dazu verdeutlichen die Ansätze von

(Lu et al. 2008) und (Knuplesch et al. 2017), dass Logfiles, die Daten über ausgeführte Prozessinstanzen enthalten, eine solide Datenquelle darstellen.

Auf Basis von Logfiles können (1) Prozessmodelle rekonstruiert werden („process discovery“), (2) Konformitäten von ausgeführten Prozessinstanzen überprüft werden („conformance checking“) und (3) Potentiale zur Prozessverbesserung identifiziert werden („process enhancement“) (van der Aalst et al. 2012). Bei (1), (2) und (3) handelt es sich um die Basistypen des Process Mining (van der Aalst et al. 2012). Process Mining-Techniken bieten vielversprechende Anwendungspotentiale für BPC, sowohl zur Überprüfung der Einhaltung von Compliance-Anforderungen, als auch zur Identifikation von Verbesserungspotentialen (van der Aalst et al. 2012). Wie (Lu et al. 2008) und (Knuplesch et al. 2017) zeigen, können Logfiles auch als Datenquellen für die Berechnung von Compliance-Maßen genutzt werden.

Die IEEE Task Force on Process Mining hat mit dem Standard für eXtensible Event Streams einen XML-basierten Standard für Logfiles herausgegeben, der ein allgemein anerkanntes Format für den Austausch von Protokolldaten zwischen Informationssystemen und für die Bereitstellung von Daten für Analysewerkzeuge definiert (Günther und Verbeek 2014). Der XES-Standard ist durch sogenannte „Extensions“ flexibel erweiterbar und bietet bereits eine Reihe von Standarderweiterungen, wie z. B. die Cost Extension, die es ermöglicht, Kostendaten von Prozessaktivitäten in Log-Dateien zu speichern (Wynn et al. 2014; Günther und Verbeek 2014). Daraus ergeben sich vielversprechende Anwendungspotentiale, sowohl für die ökonomische Bewertung von BPC, als auch für den Abbau der identifizierten Anwendungsbarriere.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde für den dritten Design-Zyklus die Zielstellung abgeleitet, einen Ansatz für die wirtschaftliche Bewertung von BPC basierend auf XES zu entwickeln. Den Empfehlungen von den Doctoral Consortia des zweiten Design-Zyklus folgend, werden für die Entwicklung des Ansatzes Design-Prinzipien abgeleitet, auf deren Basis eine Implementierung als Softwareartefakt erfolgt. Somit ergeben sich für den dritten Design-Zyklus die folgenden zusätzlichen Forschungsfragen:

- FF3: Wie kann ein Ansatz gestaltet (designt) werden, der die wirtschaftliche Bewertung von BPC basierend auf XES realisiert?
- FF4: Wie kann ein Ansatz, der die wirtschaftliche Bewertung von BPC basierend auf XES realisiert, als Softwareartefakt implementiert werden?

5.2 Design des XES-basierten Bewertungsansatzes

Das Design eines Ansatzes zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC basierend auf XES und die Entwicklung eines zugehörigen Softwareartefakts adressieren sowohl FF3 als auch FF4 und erfolgten im Rahmen des folgenden Artikels:

Kuehnel, Stephan; Trang, Simon; Lindner, Sebastian (2019): "Conceptualization, Design, and Implementation of EconBPC – A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance"

Eine Erklärung über die Arbeitsanteile der Autoren am Artikel kann Anlage 7, der Volltext der Publikation Anlage 8 und zugehörige Appendizes Anlage 9 dieser Arbeit entnommen werden. Der dem Artikel zugrundeliegende Bewertungsansatz baut auf den folgenden vier Schritten auf (siehe Abbildung 11):

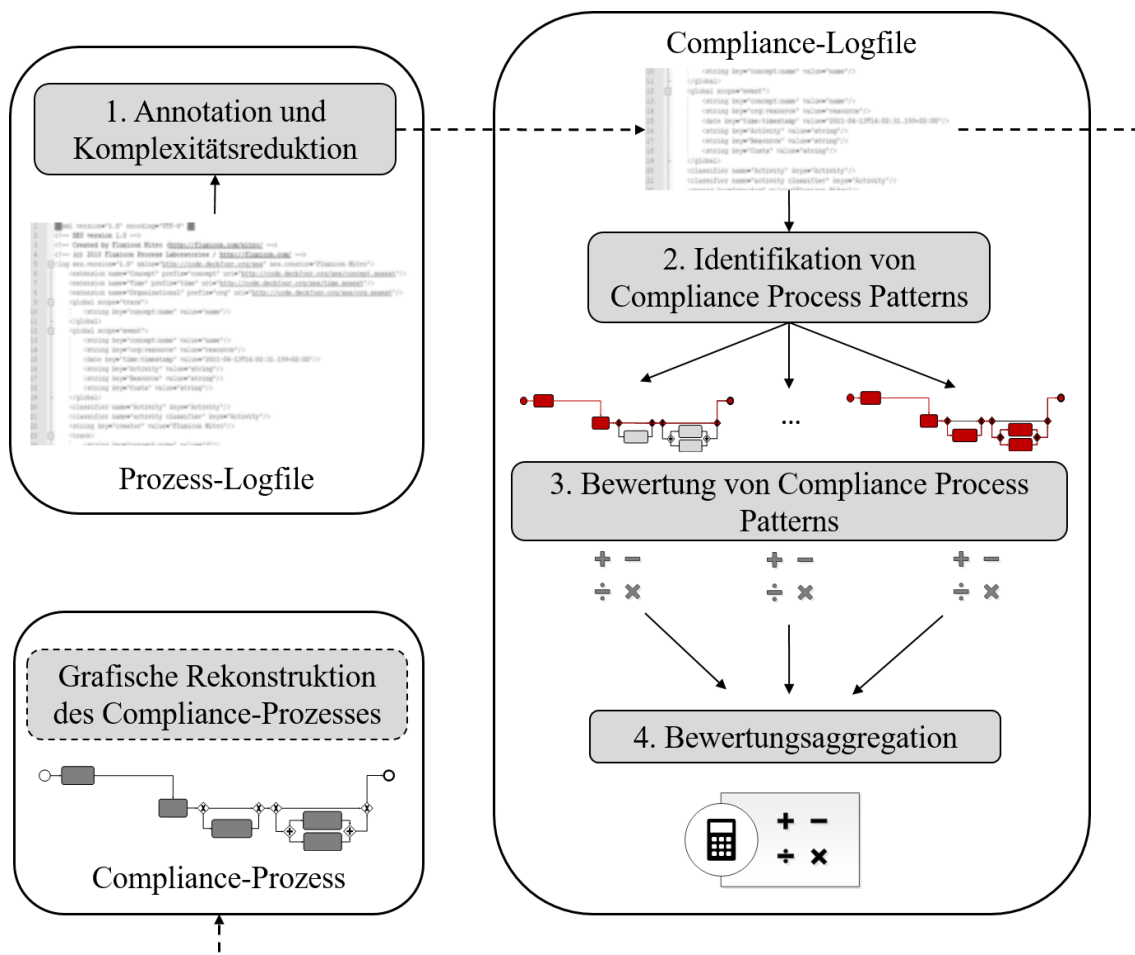


Abbildung 11: XES-basiertes Verfahren zur prozessbasierten Bewertung von BPC

1. *Annotation und Komplexitätsreduktion von Logfiles*

Der flexible Charakter des XES-Standards eröffnet die Möglichkeit, Logfiles zu annotieren, d.h. mit weiteren Daten anzureichern (Günther und Verbeek 2014). Somit lassen sich bspw. zusätzliche Daten in Logfiles speichern, die ausgeführte Aktivitäten (sogenannte Events) weiter spezifizieren (Wynn et al. 2014; van der Aalst et al. 2012). Sofern in dem zur Verfügung stehenden Logfile noch keine Daten über den Event-Typ (Geschäfts-/Compliance-Event), Kosten oder Reliabilitäten von Events enthalten sind, gilt es diese zu annotieren.

Analog zum Pattern-basierten Verfahren lässt sich zudem auch im Rahmen des XES-basierten Ansatzes eine Komplexitätsreduktion durchführen. Hierbei werden alle Events, die nicht vom Typ Compliance-Event sind, aus dem Logfile entfernt. Das daraus resultierende, sogenannte „Compliance-Logfile“ enthält somit nur noch die Daten, die für die wirtschaftliche Bewertung von BPC erforderlich sind, wodurch sich die Recheneffizienz des Verfahrens erhöht.

Obwohl für den XES-basierten Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC keine graphische Prozessrekonstruktion erforderlich ist, kann der Compliance-Prozess aus dem Compliance-Logfile rekonstruiert und visualisiert werden. Eine solche Visualisierung liefert einen Überblick über die Compliance-Aktivitäten und kann als Grundlage zur adressatengerechten grafischen Darstellung von Berechnungsergebnissen auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen genutzt werden, wie bspw. für Annotationen von Kosten und Reliabilitäten an (abstrakten) Compliance-Aktivitäten.

2. *Identifikation von Compliance Process Patterns*

Jede abgelaufene Instanz eines Prozesses besteht aus einer endlichen Menge von Events und wird gemäß XES-Standard als Trace bezeichnet (Günther und Verbeek 2014). Ein Compliance-Logfile enthält ausschließlich Compliance-Traces, d.h. die abgelaufenen Instanzen eines Compliance-Prozesses.

Zunächst werden die Event-Sequenzen aller Compliance-Traces analysiert und es wird eine Liste aller Sequenzen erstellt, die sich in ihrem Ablauf unterscheiden. Jeder Eintrag in der Liste ist ein eindeutiges Tupel, das einen von endlich vielen Pfadverläufen durch einen Compliance-Prozess repräsentiert und als Com-

pliance Process Pattern bezeichnet wird. Unterscheiden sich z. B. zwei Compliance-Traces weder anhand der Menge ihrer Events, noch in deren Ablaufreihenfolge, so liegt ihnen das gleiche Compliance Process Pattern zugrunde.

Deshalb wird anschließend für jedes Compliance Process Pattern die relative Auftrittshäufigkeit bestimmt. Beinhaltet ein Compliance-Logfile bspw. Daten von insgesamt drei Compliance-Traces und unterscheiden sich zwei davon weder in der Menge der Events, noch in deren Ablaufreihenfolge, so liegt die relative Auftrittshäufigkeit des zugrundeliegenden Compliance Process Patterns bei $66,6\bar{6}\%$.

3. *Bewertung von Compliance Process Patterns*

Mit Hilfe des Ansatzes von (Kuehnel und Zasada 2018) werden die Kosten und Reliabilitäten der in Punkt 2 beschriebenen Compliance Process Patterns bestimmt. Da die Compliance Process Patterns aus den Traces eines Geschäftsprozesses abgeleitet werden und der Kontrollfluss eines Traces immer einen entweder parallelen oder sequentiellen Charakter hat, müssen bei der Bewertung lediglich die Berechnungsvorschriften für Sequence-, Parallel Split- und Synchronization-Patterns berücksichtigt werden.

4. *Bewertungsaggregation*

Im Rahmen der Bewertungsaggregation werden, unter Berücksichtigung der in Punkt 2 bestimmten relativen Auftrittshäufigkeiten der Compliance Process Patterns, die erwarteten Kosten und die erwartete Reliabilität des Compliance-Prozesses berechnet. Darauf aufbauend kann, dem Ansatz von (Kuehnel und Zasada 2018) folgend, der wirtschaftliche Nutzen auf unterschiedlichen Aggregationsebenen bestimmt werden. Der XES-basierte Ansatz ist dabei nicht auf wohlgeformte Prozesse beschränkt.

Als konzeptuelles Fundament für die Implementierung des XES-basierten Ansatzes zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC wurden Design-Prinzipien genutzt. Die Ableitung der Design-Prinzipien und die Entwicklung des Softwareartefakts bauen auf den vier vorgestellten Schritten auf und erfolgen unter Berücksichtigung der methodischen Anmerkungen von (Vaishnavi und Kuechler 2015).

Unter Design-Prinzipien werden Gestaltungsanweisungen bzw. Gestaltungsvorschläge für Softwareartefakte verstanden, die der Lösung von Design-Problemen dienen (Fu et al. 2016) und eine konzeptuelle Vorstufe der Artefaktimplementierung repräsentieren (Meth

et al. 2015). Bei der Formulierung der Design-Prinzipien für den XES-basierten Bewertungsansatz von BPC wurden die methodischen Hinweise von (Fu et al. 2016) zur präskriptiven Artikulation berücksichtigt. Demnach sollen Design-Prinzipien die geplanten Maßnahmen des Designers und die damit einhergehenden (gewünschten) Konsequenzen beschreiben (Fu et al. 2016).

Neben der Implementierung des vierschrittigen Algorithmus soll der Softwareprototyp eine Reihe weiterer funktionaler und nichtfunktionaler Anforderungen erfüllen. Aus funktionaler Sicht soll das Softwareartefakt neben der Bewertung von BPC auch eine Analyse ineffizienter Compliance-Aktivitäten und Compliance Process Patterns sowie einen ökonomischen Vergleich zwischen alternativen prozessbasierten Compliance-Maßnahmen zum Zwecke der Entscheidungsunterstützung ermöglichen (Kuehnel et al. 2019).

Tabelle 3: Design-Prinzipien für das Softwareartefakt (in Anlehnung an Kuehnel et al. 2019)

Design-Prinzip 1: „Log File Import“	Dieses Prinzip adressiert die Bereitstellung einer Schnittstelle für den Import von Logfiles, um Prozess(re)konstruktionen, Datenrepräsentationen und wirtschaftliche Berechnungen zu ermöglichen.
Design-Prinzip 2: „Process Modularity“	Dieses Prinzip adressiert die modulare Darstellung von Geschäfts- und Compliance-Aktivitäten zur Verbesserung der Prozesstransparenz und zur Realisierung einer fokussierten wirtschaftlichen Analyse von BPC.
Design-Prinzip 3: „Monetary Input-Output Ratio“	Dieses Prinzip adressiert die Integration monetärer Daten über Input- und Outputfaktoren prozessbasierter Compliance-Maßnahmen zur Berechnung monetärer Input-Output-Verhältnisse.
Design-Prinzip 4: „Economic Assessment and Analysis“	Dieses Prinzip adressiert die Identifikation und Bewertung von Compliance Process Patterns, um sowohl die Berechnung wirtschaftlicher Indikatoren für BPC (Bewertungsaggregation) als auch die Analyse von Ineffizienzen zu ermöglichen.
Design-Prinzip 5: „Compliance Enhancement Support“	Dieses Prinzip adressiert sowohl die wirtschaftliche Bewertung geplanter Änderungen an prozessbasierten Compliance-Maßnahmen als auch den wirtschaftlichen Vergleich alternativer Compliance-Aktivitäten/-Prozesse zur Unterstützung wirtschaftlicher Entscheidungen über Compliance-Verbesserungen.

Aus nichtfunktionaler Sicht soll das Softwareartefakt die Anforderung erfüllen, den kognitiven Aufwand des Nutzers bei der ökonomischen Bewertung von BPC möglichst gering zu halten (Kuehnel et al. 2019), z.B. durch einfach zu bedienende Datenschnittstellen oder eine intuitive grafische Aufbereitung von Ergebnissen in der Benutzerschnittstelle. Diese Anforderungen wurden im Rahmen von fünf Design-Prinzipien adressiert, die Tabelle 3 entnommen werden können. Die Ableitung der Design-Prinzipien wird in (Kuehnel et al. 2019) ausführlich beschrieben und begründet. Darüber hinaus erfolgt dort eine Zuordnung der Prinzipien zur funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen.

5.3 Implementierung und Demonstration des Softwareartefakts „EconBPC“

Aufbauend auf den Design-Prinzipien wurde ein Softwareartefakt zur ökonomischen Bewertung und Analyse von BPC („EconBPC“¹⁰) entwickelt. Abbildung 12 zeigt die Architektur von EconBPC als Komponentendiagramm in UML. Das Architekturmodell stellt die Grundlage für die Implementierung von EconBPC in R als Shiny-Applikation¹¹ dar.

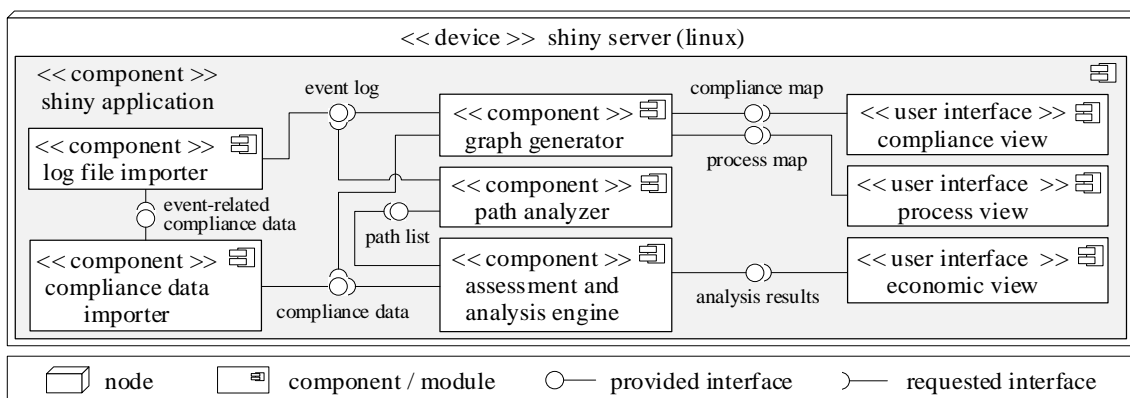


Abbildung 12: Architektur von EconBPC als UML-Komponentendiagramm (Kuehnel et al. 2019)

Die Importschnittstelle für Logfiles (Komponente „log file importer“) ermöglicht den Import von XES und adressiert das Design-Prinzip 1 (Kuehnel et al. 2019). Die Komponente „compliance data importer“ ist eine Importschnittstelle für bewertungsrelevante Compliance-Daten, die Design-Prinzip 3 adressiert. Die Schnittstelle ermöglicht die Annotation von Logfiles mit quantitativen Daten von Input- und Outputfaktoren prozessbasierter

¹⁰ Hinweise zu Installation und Nutzung von EconBPC können dem Benutzerhandbuch in Anlage 10 entnommen werden.

¹¹ Shiny ist eine R-Bibliothek, die die Entwicklung interaktiver leistungsfähiger Webanwendungen ermöglicht (Chang et al. 2018).

Compliance-Maßnahmen, die für die Berechnung monetärer Input-Output-Verhältnisse erforderlich sind (Kuehnel et al. 2019). Der Graph-Generator (Komponente „graph generator“) dient einerseits der Rekonstruktion eines Geschäftsprozessgraphen aus dem Logfile (process discovery), der in der Benutzerschnittstelle „process view“ ausgegeben wird (Kuehnel et al. 2019). Basierend auf einem Event-Filter, der zur Komplexitätsreduktion des annotierten Logfiles eingesetzt wird, ermöglicht der Graph-Generator andererseits die modulare Darstellung von Compliance-Aktivitäten und -Aktivitätssequenzen in der Benutzerschnittstelle „compliance view“, womit Design-Prinzip 2 adressiert wird. Die Design-Prinzipien 4 und 5 werden gemeinsam durch die Komponenten „path analyzer“, „assessment and analysis engine“ und die Benutzerschnittstelle „economic view“ adressiert (Kuehnel et al. 2019). Der path analyzer identifiziert die Compliance Process Patterns, bestimmt deren relative Auftrittshäufigkeiten und übermittelt eine Ergebnisliste an die assessment and analysis engine (Kuehnel et al. 2019). Darauf aufbauend ermöglicht die Engine (Kuehnel et al. 2019):

- (1) die wirtschaftliche Bewertung von Compliance Process Patterns und Compliance-Prozessen,
- (2) die wirtschaftliche Bewertung geplanter Änderungen an prozessbasierten Compliance-Maßnahmen,
- (3) die Identifikation von ineffizienten Compliance-Aktivitäten und Compliance Process Patterns,
- (4) den wirtschaftlichen Vergleich von alternativen Compliance-Aktivitäten/-Prozessen

und damit die wirtschaftliche Bewertung und Analyse von BPC. Die aggregierten Bewertungsergebnisse werden in der Benutzerschnittstelle economic view dargestellt und können schließlich zur Entscheidungsunterstützung genutzt werden (Kuehnel et al. 2019). Zu Demonstrationszwecken wurde das Softwareartefakt EconBPC mit einem XES-Datensatz getestet, der von der Eindhoven University of Technology zur Verfügung stellt wird (Buijs 2013)¹². Dabei handelt es sich um einen anonymisierten Datensatz, der 104 Instanzen eines Kreditantragsprozesses beinhaltet. Da der XES-Datensatz keine Spezifikation der Compliance-Events enthält, wurde das Logfile mit Hilfe des compliance data

¹² Der XES-Datensatz „loan application example, configuration 4“ der Eindhoven University of Technology kann kostenfrei unter <https://doi.org/10.4121/uuid:bd8fcc48-5bf3-480e-8775-d79d6c700e90> heruntergeladen werden.

importers annotiert.¹³ Zudem wurde in EconBPC eine fiktive Compliance-Anforderung hinterlegt, deren Verstoß mit einem Bußgeld in Höhe von 30.000€ einhergeht.

Abbildung 13 zeigt den anonymisierten Prozessgraphen der Kreditantragsabwicklung, der von EconBPC aus dem Logfile rekonstruiert und in der Benutzerschnittstelle process view dargestellt wird.

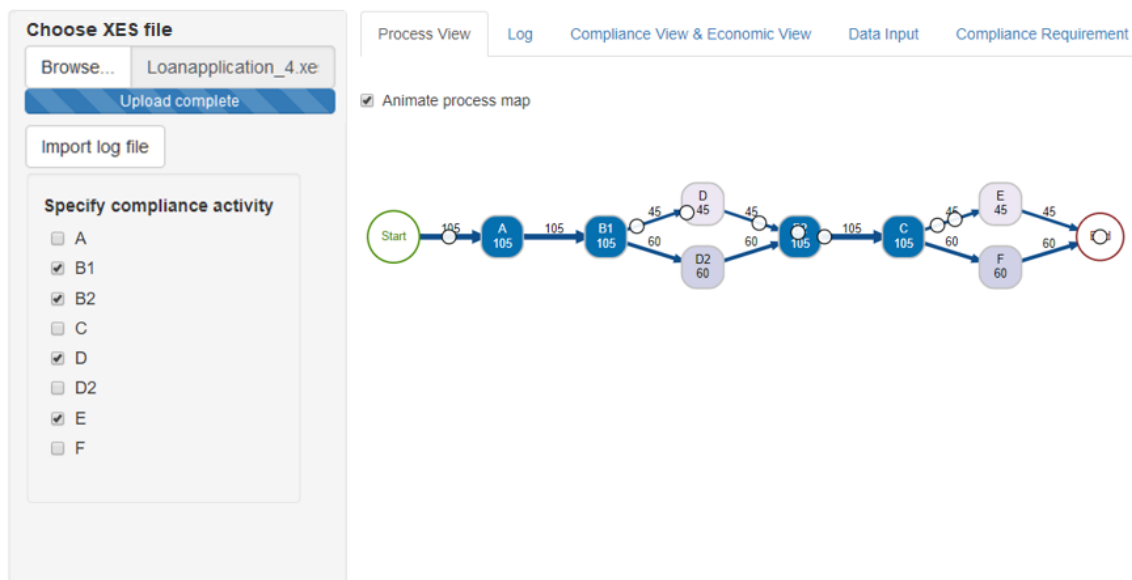


Abbildung 13: Darstellung des rekonstruierten Prozessgraphen in EconBPC

Der Prozessgraph wird in EconBPC als Multigraph visualisiert und dessen Knoten und Kanten mit absoluten Ausführungshäufigkeiten annotiert. Knoten mit verhältnismäßig hohen absoluten Ausführungshäufigkeiten werden von EconBPC im Multigraphen dunkelblau und Knoten mit verhältnismäßig geringen absoluten Ausführungshäufigkeiten hellblau hervorgehoben.

EconBPC ermöglicht zudem ein sogenanntes animiertes „Token Replay“ (Mannhardt und Janssenswillen 2018) auf Basis des Multigraphen. Dabei werden die Prozessinstanzen durch Token abgebildet (weiße Kreise in Abbildung 13), die den Multigraphen unter Berücksichtigung des Kontrollflusses der jeweiligen Instanz durchlaufen.

Abbildung 14 zeigt einen Auszug des annotierten Logfiles des Beispiels in EconBPC. Die Spalte „compliance“ definiert den Event-Typ, wobei die Ausprägung „TRUE“ ein Compliance-Event spezifiziert. Die Spalte „relCol“ enthält die Reliabilitäten und die Spalte „costCol“ die Kostendaten der Compliance-Events.

¹³ „B1“, „B2“, „D“ und „E“ wurden als Events vom Typ Compliance spezifiziert und mit Kosten von 2000\$, 300\$, 5000\$ und 400\$ sowie Reliabilitäten von 99 %, 95 %, 83 % und 100 % annotiert.

Process View | Log | Compliance View & Economic View | Data Input | Compliance Requirement

Show 10 entries Search:

	CASE_concept_name	activity_id	lifecycle_id	timestamp	resource_id	activity_instance_id	.order	compliance	costCol	relCol
1	trace 0	A	complete	2013-04-16T08:08:03Z		1	1	FALSE		
2	trace 0	B1	complete	2013-04-16T08:16:08Z		2	2	TRUE	2000	99
3	trace 0	D	complete	2013-04-16T08:22:14Z		3	3	TRUE	5000	83
4	trace 0	B2	complete	2013-04-16T08:30:51Z		4	4	TRUE	300	95
5	trace 0	C	complete	2013-04-16T08:35:49Z		5	5	FALSE		
6	trace 0	E	complete	2013-04-16T08:45:40Z		6	6	TRUE	400	100
7	trace 1	A	complete	2013-04-16T08:15:00Z		7	7	FALSE		
8	trace 1	B1	complete	2013-04-16T08:19:58Z		8	8	TRUE	2000	99
9	trace 1	D	complete	2013-04-16T08:24:45Z		9	9	TRUE	5000	83
10	trace 1	B2	complete	2013-04-16T08:24:58Z		10	10	TRUE	300	95

Showing 1 to 10 of 630 entries

Previous 2 3 4 5 ... 63 Next

Abbildung 14: Auszug des annotierten Logfiles in EconBPC

Abbildung 15 zeigt den Compliance-Prozess des Beispiels in EconBPC als Multigraph und eine Auflistung der zwei identifizierten Compliance Process Patterns ((B1, D, B2, E) und (B1, B2)) in der Tabelle unterhalb des Prozesses (Spalte „pattern“).

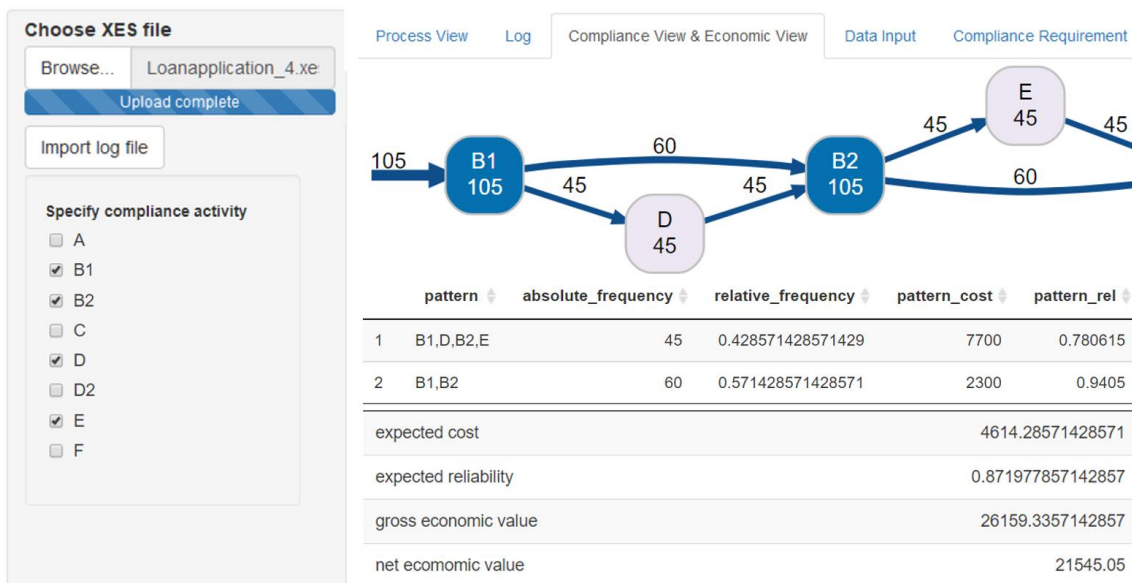


Abbildung 15: Darstellung des Compliance-Prozesses in EconBPC

Die Spalte „absolute_frequency“ enthält die absoluten und die Spalte „relative_frequency“ die relativen Auftretshäufigkeiten, die Spalte „pattern_cost“ die Kosten und die Spalte „pattern_rel“ die Reliabilitäten der Compliance Process Patterns. Die Zeilen „expected cost“, „expected reliability“, „gross economic value“ und „net economic value“ enthalten die Ergebnisse der Bewertungsaggregation des Beispiels.

5.4 Evaluation der Design-Prinzipien und des Softwareartefakts „EconBPC“

Für eine summative Evaluation design-orientierter Studien empfehlen (Fu et al. 2016) die spezifische Evaluation der zugrundeliegenden Design-Prinzipien. Den methodischen Anmerkungen von (Offermann et al. 2009) folgend, beinhaltet die Evaluationsstrategie des dritten Designzyklus sowohl eine quantitative als auch eine qualitative Komponente.

Im Rahmen der quantitativen Evaluation wurde eine Expertenbefragung zur Beurteilung der Design-Prinzipien durchgeführt (Kuehnel et al. 2019). Zur qualitativen Evaluation wurden Think Aloud Sessions mit Experten durchgeführt, in deren Rahmen überprüft wurde, ob Diskrepanzen zwischen dem Konzept bzw. dem Design von EconBPC und den Nutzeranforderungen bestehen (Kuehnel et al. 2019). Think Aloud Sessions dienen zur Beurteilung von Software-Designs, in deren Rahmen potentielle Benutzer oder Experten aufgefordert werden, eine Reihe von Aufgaben mit dem zu testenden Artefakt zu erledigen und dabei stetig ihre Gedanken zu verbalisieren (van den Haak et al. 2003).

Zur Definition des Stichprobenumfangs wurde die „10±2-Regel“ (Hwang und Salvendy 2010; Schoormann et al. 2018) herangezogen. Gemäß dieser Regel steigt die Erkennungsrate von Problemen in Think Aloud Sessions nur noch sehr geringfügig an, wenn die Anzahl der Probanden 12 übersteigt (Hwang und Salvendy 2010). Der „sample size of 12 per group rule of thumb“ (Julious 2005) folgend, ist ein Stichprobenumfang von 12 auch für quantitative Primärstudien ausreichend, ohne die Genauigkeit deskriptiver Analyseergebnisse ernsthaft zu beeinträchtigen. Aus diesem Grund wurden 12 Teilnehmer eines regelmäßig stattfindenden Expertenforums zum Thema „Governance, Risk und Compliance in der IT“ als Probanden akquiriert (Kuehnel et al. 2019). Zu den Probanden gehörten drei Senior Consultants und ein Junior Consultant, ein IT-Manager, zwei IT-Risiko-manager, zwei Professoren und drei wissenschaftliche Mitarbeiter (Kuehnel et al. 2019).

5.4.1 Think Aloud Sessions

Der Ablauf der Think Aloud Sessions basierte auf drei Schritten (Kuehnel et al. 2019):

1. *Bereitstellung von Informationen über das Software-Artefakt und die zu erfüllende Aufgabe*

In diesem Schritt wurden die Probanden über das Forschungsprojekt, die Forschungsmethode, die Design-Prinzipien, das Software-Artefakt und das Anwendungsbeispiel informiert. Im Rahmen des Anwendungsbeispiels sollten die Compliance-Aktivitäten eines Musterprozesses aus dem Bankensektor wirtschaftlich bewertet werden.

2. *Systematische Protokollierung der verbalisierten Gedanken der Probanden*

In diesem Schritt wurden die verbalisierten Gedanken respektive die Kommentare der Probanden schriftlich protokolliert.

3. *Analyse der Protokolle*

In diesem Schritt wurden die protokollierten Kommentare den jeweiligen Design-Prinzipien zugeordnet. Ähnliche Kommentare wurden manuell gebündelt.

Die Ergebnisse der Think Aloud Sessions können Tabelle 4 entnommen werden. Positive Äußerungen wurden mit einem „+“, geäußerte Verbesserungspotentiale mit einem „o“ gekennzeichnet. Eine detaillierte Diskussion sowohl der positiven Äußerungen als auch der Verbesserungspotentiale kann (Kuehnel et al. 2019) entnommen werden.

Die Probanden äußerten im Zusammenhang mit Design-Prinzip 3 die Idee, dass der Import von Compliance-Daten erleichtert werden würde, wenn die Daten automatisch mit dem Logfile importiert werden könnten (Kuehnel et al. 2019). Hierfür wurde nicht EconBPC angepasst, sondern eine neue XES-Extension¹⁴ entwickelt. Die Extension ermöglicht es Compliance-Daten, wie bspw. Event-Typen oder Reliabilitäten, in Logfiles zu speichern (Kuehnel et al. 2019). Diese Daten können nunmehr automatisch eingelesen und für die wirtschaftliche Bewertung von BPC verwendet werden (Kuehnel et al. 2019). Darüber hinaus wurde sowohl eine von den Probanden gewünschte Datenexportfunktion für Logfiles implementiert (siehe Abbildung 16, Schaltfläche „save log file“), als auch der Graph-Generator um eine gewünschte Annotationsfunktion für den Compliance-Prozess ergänzt, sodass die Knoten des Multigraphen nunmehr auch mit Werten für Kosten

¹⁴ Die XES-Extension ist im Appendix von (Kuehnel et al. 2019) enthalten und kann Anlage 9 entnommen werden.

und Reliabilitäten annotiert werden können. In Zuge dessen wurde auch das animierte Token-Replay für Compliance-Prozesse implementiert.

Tabelle 4: Ergebnisse der Think Aloud Sessions (in Anlehnung an Kuehnel et al. 2019)

	Gebündelte verbalisierte Kommentare der Probanden
Design-Prinzip 1: „Log File Import“	+ Intuitive XES-Importschnittstelle o Zusätzliche Exportfunktion könnte nützlich sein
Design-Prinzip 2: „Process Modularity“	+ Process view und compliance view bieten schnellen Überblick über Geschäfts- und Compliance-Aktivitäten o Weitere Annotationen würden den informativen Charakter des Compliance-Prozesses verbessern
Design-Prinzip 3: „Monetary Input-Output Ratio“	+ Intuitive Schnittstelle für Compliance-Daten o XES-Extension könnte den Import von Compliance-Daten vereinfachen
Design-Prinzip 4: „Economic Assessment and Analysis“	+ Kognitive Entlastung durch automatische Identifikation und Bewertung von Compliance Process Patterns
Design-Prinzip 5: „Compliance Enhancement Support“	+ Berechnungsergebnisse werden übersichtlich dargestellt + Berechnungsergebnisse erlauben Identifikation ineffizienter Compliance-Aktivitäten und Compliance Process Patterns + Berechnungsergebnisse ermöglichen den Anstoß von Prozessverbesserungen

Legende: + = positive Äußerung, o = geäußertes Verbesserungspotential

Abbildung 16 zeigt den Compliance-Prozess des Beispiels aus Kapitel 5.3, dessen Knoten nun beispielhaft mit Kostendaten annotiert wurden. Knoten, an denen hohe Kosten annotiert sind, werden von EconBPC farblich hervorgehoben, um potentielle Ineffizienzen zu visualisieren.

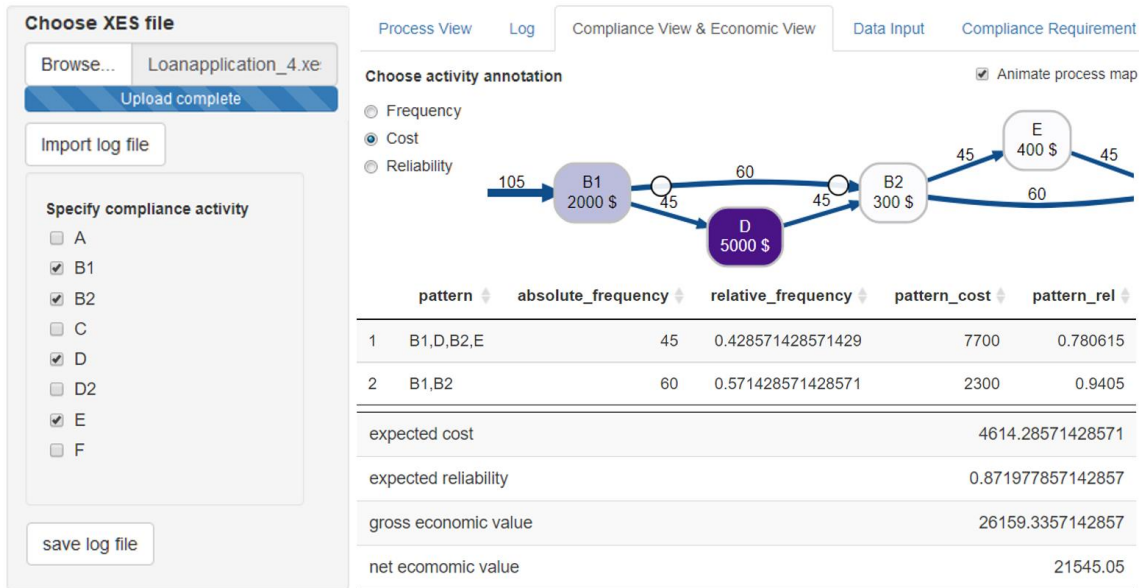


Abbildung 16: EconBPC nach Implementierung von Verbesserungen

5.4.2 Expertenbefragung

Im Anschluss an die Think Aloud Sessions wurde jedem Probanden ein Fragebogen zu den Design-Prinzipien ausgehändigt (Kuehnel et al. 2019). Für jedes der fünf Prinzipien wurden Items zu insgesamt vier Bewertungsaspekten formuliert (siehe Tabelle 5), konkret zur wahrgenommenen Verständlichkeit, wahrgenommenen Nachvollziehbarkeit, wahrgenommenen Nützlichkeit und zur wahrgenommenen Praktikabilität. Die Items wurden von den Probanden jeweils auf einer vierstufigen verbal-numerischen Ratingskala mit den Ausprägungen 1 = keine Zustimmung, 2 = partielle Zustimmung, 3 = überwiegende Zustimmung und 4 = volle Zustimmung bewertet (Kuehnel et al. 2019).

Tabelle 5: Items der Expertenbefragung

Bewertungsaspekt	Item im Fragebogen
Wahrgenommene Verständlichkeit	„Das Design-Prinzip ist klar verständlich.“
Wahrgenommene Nachvollziehbarkeit	„Die Notwendigkeit des Design-Prinzips zur Erreichung des Forschungsziels ist nachvollziehbar“
Wahrgenommene Nützlichkeit	„Das Design-Prinzip ist nützlich im Hinblick auf die Lösung des Design-Problems.“
Wahrgenommene Praktikabilität	„Das Design-Prinzip kann in einem praktischen/unternehmerischen Kontext angewendet bzw. umgesetzt werden“

Die Resultate der quantitativen Expertenbefragung können Tabelle 6 entnommen werden. Die Tabelle enthält für alle Design-Prinzipien die relativen Häufigkeiten der Abstimmungsergebnisse je Bewertungsaspekt (in Prozent).

Tabelle 6: Relative Häufigkeiten je Bewertungsaspekt und Design-Prinzip

		<i>Relative Häufigkeit in %</i>				
		Bewertungsaspekt	<i>x</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Design-Prinzip 1	Wahrgenommene Verständlichkeit	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	Wahrgenommene Nachvollziehbarkeit	0,0	0,0	0,0	25,00	75,0
	Wahrgenommene Nützlichkeit	0,0	0,0	8,3	16,7	75,0
	Wahrgenommene Praktikabilität	0,0	0,0	8,3	41,6	50,0
Design-Prinzip 2	Wahrgenommene Verständlichkeit	0,0	0,0	8,3	41,6	50,0
	Wahrgenommene Nachvollziehbarkeit	8,3	0,0	8,3	16,7	66,7
	Wahrgenommene Nützlichkeit	8,3	0,0	25,0	8,3	58,3
	Wahrgenommene Praktikabilität	0,0	0,0	8,3	50,0	41,7
Design-Prinzip 3	Wahrgenommene Verständlichkeit	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	Wahrgenommene Nachvollziehbarkeit	8,3	0,0	0,0	16,7	75,0
	Wahrgenommene Nützlichkeit	8,3	0,0	0,0	25,0	66,7
	Wahrgenommene Praktikabilität	0,0	8,3	41,7	33,3	16,7
Design-Prinzip 4	Wahrgenommene Verständlichkeit	0,0	0,0	0,0	25,0	75,0
	Wahrgenommene Nachvollziehbarkeit	8,3	0,0	0,0	8,3	83,3
	Wahrgenommene Nützlichkeit	8,3	0,0	0,0	25,0	66,7
	Wahrgenommene Praktikabilität	0,0	0,0	16,7	41,7	41,7
Design-Prinzip 5	Wahrgenommene Verständlichkeit	0,0	0,0	0,0	8,3	91,7
	Wahrgenommene Nachvollziehbarkeit	8,3	0,0	0,0	0,0	91,7
	Wahrgenommene Nützlichkeit	8,3	0,0	0,0	8,3	83,3
	Wahrgenommene Praktikabilität	0,0	0,0	16,7	33,3	50,0

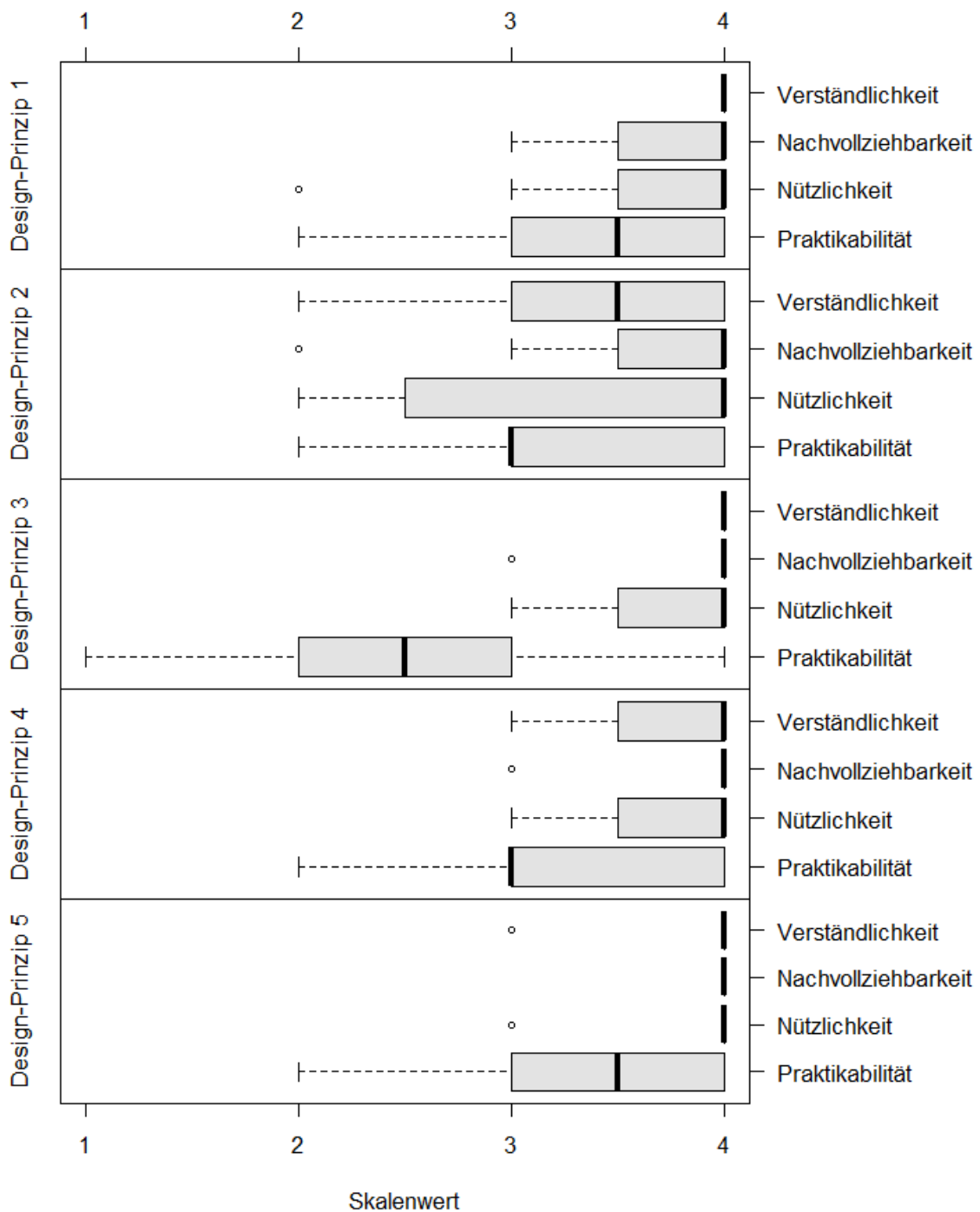
Legende: 1 = keine Zustimmung, 2 = partielle Zustimmung, 3 = überwiegende Zustimmung, 4 = volle Zustimmung, x = Enthaltung

Die Design-Prinzipien 1, 4 und 5 wurden überwiegend sehr positiv bewertet. So stimmten für das erste Design-Prinzip 100 % der Probanden den Items zur wahrgenommenen Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit und 92 % den Items zur wahrgenommenen Nützlichkeit und Praktikabilität vollständig oder überwiegend zu. Für die Design-Prinzipien 4 und 5 stimmten jeweils 100 % dem Item zur wahrgenommenen Verständlichkeit, 92 % den Items zur wahrgenommenen Nachvollziehbarkeit und Nützlichkeit sowie 83 % dem Item zur wahrgenommenen Praktikabilität vollständig oder überwiegend zu.

Für Design-Prinzip 2 stimmten 92 % der Probanden den Items zur wahrgenommenen Verständlichkeit und Praktikabilität und 83 % dem Item zur wahrgenommenen Nachvollziehbarkeit vollständig oder überwiegend zu. Für Design-Prinzip 3 stimmten 100 % dem Item zur wahrgenommenen Verständlichkeit und 92 % den Items zur wahrgenommenen Nachvollziehbarkeit und Nützlichkeit vollständig oder überwiegend zu. Dem Item zur wahrgenommenen Nützlichkeit von Design-Prinzip 2 stimmten 67 % der Probanden vollständig oder überwiegend zu. 25 % stimmten partiell zu und 8 % enthielten sich der Abstimmung. Dem Item zur wahrgenommenen Praktikabilität von Design-Prinzip 3 stimmten 50 % der Probanden vollständig oder überwiegend zu. 42 % stimmten partiell zu und 8 % stimmten gar nicht zu.

Aufgrund der Bewertungsergebnisse von Design-Prinzip 2 und 3 wurden die Probanden nochmals kontaktiert und es wurde jedem Probanden die Möglichkeit eingeräumt, die Bewertung der wahrgenommenen Nützlichkeit von Design-Prinzip 2 und der wahrgenommenen Praktikabilität von Design-Prinzip 3 zu kommentieren (Kuehnel et al. 2019). Dabei hat sich herausgestellt, dass die im Vergleich zu den anderen Bewertungskriterien leicht niedrigere Bewertung aufgrund der während der Think Aloud Sessions identifizierten Verbesserungspotentiale zustande kam (Kuehnel et al. 2019). Die Probanden gaben an, dass sich die Nützlichkeit von Design-Prinzip 2 erhöhen ließe, wenn der informative Charakter des Compliance-Prozesses durch die gewünschten Annotationen verbessert werden würde (Kuehnel et al. 2019). Darüber hinaus gaben die Probanden an, dass sich die Bewertung der wahrgenommenen Praktikabilität von Design-Prinzip 3 noch spürbar steigern ließe, wenn die empfohlene XES-Extension umgesetzt werden würde (Kuehnel et al. 2019). Da in Reaktion auf die Ergebnisse der Think Aloud Sessions sowohl die Annotationsfunktion für den Compliance-Prozess implementiert als auch die XES-Erweiterung entwickelt wurde, können die Kritikpunkte an der Nützlichkeit von Design-Prinzip 2 und an der Praktikabilität von Design-Prinzip 3 als beseitigt angesehen werden.

Abbildung 17 stellt die Verteilung der Bewertungsergebnisse für jedes Design-Prinzip und jeden Bewertungsaspekt nochmals grafisch in Form von Box-Plots dar¹⁵.



Legende: 1 = keine Zustimmung, 2 = partielle Zustimmung, 3 = überwiegende Zustimmung, 4 = volle Zustimmung

Abbildung 17: Box-Plots der Bewertungsergebnisse je Design-Prinzip

¹⁵ Fehlende Werte (Enthaltungen) wurden zum Zwecke der Darstellung aus den Datensätzen entfernt.

5.5 Zusammenfassung und Kommunikation

Mit der summativen Evaluation wurde der dritte Design-Zyklus abgeschlossen. Aufgrund zufriedenstellender Evaluationsergebnisse und der vollständigen Implementierung der geäußerten Verbesserungsvorschläge wurde somit auch der Forschungsprozess der Dissertation beendet. Die Forschungsergebnisse des dritten Design-Zyklus wurden bei der 38th International Conference on Conceptual Modeling (ER2019) vorgestellt und ein zugehöriger Artikel in der Reihe LNCS veröffentlicht. Tabelle 7 beinhaltet eine Zusammenfassung der Aktivitäten und Resultate des dritten Design-Zyklus.

Tabelle 7: Aktivitäten und Resultate des dritten Design-Zyklus

Prozessphase	Aktivitäten und Resultate
Ziele einer Lösung	<ul style="list-style-type: none"> • Design und Implementierung eines Ansatzes, der die wirtschaftliche Bewertung von BPC basierend auf XES realisiert
Design und Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Design-Prinzipien für die wirtschaftliche Bewertung von BPC basierend auf XES • Komponentendiagramm zur Darstellung der Architektur des Softwareartefakts EconBPC • Implementierung des Softwareartefakts EconBPC in R als Shiny-Applikation
Demonstration	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendung des Softwareartefakts EconBPC am Beispiel eines XES-Datensatzes, der 104 Instanzen eines Kreditantragsprozesses beinhaltet
Evaluation	<ul style="list-style-type: none"> • Think Aloud Sessions (N=12) • Expertenbefragung (N=12)
Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> • Publikation: Kuehnel, Stephan; Trang, Simon; Lindner, Sebastian (2019): „Conceptualization, Design, and Implementation of EconBPC - A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance“ • Vortrag: International Conference on Conceptual Modeling 2019

6 Schlussbetrachtung

6.1 Zusammenfassung der Forschungsergebnisse

Die Sicherstellung von BPC ist nicht nur eine komplexe technische Herausforderung, sondern auch eine kostenintensive Aufgabe (Sackmann und Kittel 2015; Sadiq und Governatori 2015; La Rosa 2015) bzw. ein „heftiger Kostentreiber“ für Unternehmen (Becker et al. 2016). Damit die Profitabilität eines Unternehmens in diesem Kontext nicht beeinträchtigt wird, gilt es die Wirtschaftlichkeit von BPC zu analysieren und geeignete Handlungsalternativen zur Sicherstellung von Compliance basierend auf wirtschaftlichen Kriterien auszuwählen. Um eine solche wirtschaftliche Analyse und Auswahl zu ermöglichen, bedarf es eines Ansatzes zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC. Die Konzeptionierung, Implementierung und Evaluation eines solchen Ansatzes war das Ziel der vorliegenden Dissertation.

Dafür wurden in dieser Arbeit insgesamt drei Design-Zyklen in Anlehnung an den DSR-Forschungsansatz von (Peffer et al. 2007) durchgeführt, in deren Rahmen sieben Forschungsbeiträge entstanden sind, von denen die vier in Tabelle 8 enthaltenen Beiträge den Kern der vorliegenden quasi-kumulativen Dissertation darstellen.

Tabelle 8: Kernbeiträge der quasi-kumulativen Dissertation

Kernbeitrag 1	Sackmann, Stefan; Kuehnel, Stephan; Seyffarth, Tobias (2018): "Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review"
Kernbeitrag 2	Kühnel, Stephan (2017): "Toward a Conceptual Model for Cost-Effective Business Process Compliance"
Kernbeitrag 3	Kuehnel, Stephan; Zasada, Andrea (2018): "An Approach Toward the Economic Assessment of Business Process Compliance"
Kernbeitrag 4	Kuehnel, Stephan; Trang, Simon; Lindner, Sebastian (2019): „Conceptualization, Design, and Implementation of EconBPC – A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance“

Der erste Design-Zyklus kann als Vorstufe der Untersuchung verstanden werden, da in dessen Rahmen keine Kernpublikation entstanden ist. Zwar wurde mit dem Meta-Modell ConFlex ein Artefakt entwickelt und publiziert, das die Spezifikation von Parametern für Compliance-Kontrollen und Kontrollintegrationspunkte im Rahmen der Laufzeit-Verifikation von BPC adressiert. Allerdings wurden bei dessen Entwicklung zwei Probleme identifiziert, die eine Adaption der initialen Problem- und Zielstellung angestoßen haben. Zum einen hat sich herausgestellt, dass Kostenaspekte bei der Kontrolle und Sicherstellung von BPC nicht vornehmlich zur Laufzeit, sondern vor allem zur Design-Zeit von Geschäftsprozessen eine bedeutende Rolle spielen. Zum anderen hat sich gezeigt, dass eine ganzheitliche Bewertung von BPC nicht durch eine reine Bewertung von Compliance-Kontrollen (im engen Sinne) realisiert werden kann, sondern die Berücksichtigung von Prozessflussobjekten erfordert, die der Sicherstellung von BPC dienen.

Im zweiten Design-Zyklus wurde eingangs, unter Anwendung der Methode von (Vom Brocke et al. 2009), eine systematische Literaturanalyse durchgeführt. Basierend auf einer konzeptzentrierten Auswertung der Suchergebnisse, die in Kernbeitrag 1 veröffentlicht wurde, konnte festgestellt werden, dass sich weniger als 10 % der identifizierten Beiträge mit Ansätzen, Methoden und Verfahren zur Messung und Bewertung von BPC beschäftigen. Eine zusätzliche extensive autorenzentrierte Auswertung dieser Beiträge hat gezeigt, dass es drei Strömungsrichtungen in der Forschungsdomäne gibt, die sich mit der Messung und Bewertung von BPC befassen: (1) Ansätze zur nichtwirtschaftlichen Bewertung der Konformität von Geschäftsprozessen, (2) Ansätze zur wirtschaftlichen Bewertung von Compliance-Kontrollen und Kontrollstrategien sowie (3) Ansätze zur wirtschaftlichen Bewertung von Geschäftsprozessen. Es wurde herausgestellt, dass die Ansätze zur nichtwirtschaftlichen Bewertung der Konformität von Geschäftsprozessen zwar vielversprechendes Anwendungspotential für eine wirtschaftliche Bewertung von BPC bieten, dieses jedoch bisher nicht adressieren. Die Ansätze zur wirtschaftlichen Bewertung von Kontrollstrategien ermöglichen zwar eine wirtschaftliche Auswahl von Compliance-Kontrollen sowie die Bestimmung einer minimalen Kontrollintensität unter ökonomischen Gesichtspunkten, erlauben jedoch keine Bewertung von prozessbasierten Compliance-Maßnahmen, die für die ganzheitliche wirtschaftliche Bewertung von BPC erforderlich ist. Demgegenüber basieren die Ansätze zur wirtschaftlichen Bewertung von Geschäftsprozessen zwar auf der Annotation von Prozessflussobjekten, wurden jedoch

bisher nicht im Kontext von BPC genutzt und dementsprechend auch nicht adaptiert. Aufbauend auf den Ergebnissen der konzept- und autorenzentrierten Literaturanalysen wurde somit der Bedarf an einem Ansatz zur ganzheitlichen wirtschaftlichen Bewertung von BPC als Forschungslücke identifiziert.

Mit einem Domänenmodell für die wirtschaftliche Bewertung von BPC wurde diese Forschungslücke im Rahmen des zweiten Kernbeitrags zunächst konzeptuell adressiert. Das Modell bildet die Sicherstellung von Compliance durch UML-Klassen ab und erweitert BPC auf Modellebene um den Aspekt der wirtschaftlichen Bewertung. Gemäß (Gregor und Hevner 2013) handelt es sich bei dem konzeptuellen Modell um ein Artefakt, das einen Beitrag zur präskriptiven Wissensbasis der Wirtschaftsinformatik leistet. Wissenschaftler und Praktiker können das Modell als konzeptuelle Grundlage zur Ableitung eigener Bewertungsansätze nutzen und für spezifische Anwendungskontexte adaptieren.

Basierend auf dem konzeptuellen Modell wurde ein dreistufiger Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC entwickelt. Das diesem Ansatz zugrundeliegende Berechnungsverfahren wurde im dritten Kernbeitrag veröffentlicht und ermöglicht die Bewertung von Prozessflussobjekten basierend auf den Basic Control Flow Patterns von (van der Aalst et al. 2003). Für die Basic Control Flow Patterns wurden Berechnungsvorschriften aufgestellt, mit deren Hilfe sich der wirtschaftliche Nutzen von Compliance-Aktivitäten und -Prozessen unter Berücksichtigung des Kontrollflusses berechnen lässt. Zudem können mit Hilfe der Patterns komplexe Compliance-Prozesse in Teilprozesse zerlegt und somit einer wirtschaftlichen Bewertung von BPC zugänglich gemacht werden. Im Rahmen einer Zwischenevaluation wurde die wahrgenommene Nützlichkeit des Ansatzes von 74 % der Befragten als außerordentlich oder sehr nützlich und von 23 % als nützlich eingeschätzt. Nur 3 % der Befragten schätzten ihn als wenig nützlich und 0 % als gar nicht nützlich ein. Gemäß (Gregor und Hevner 2013) handelt es sich bei dem dreistufigen wirtschaftlichen Bewertungsansatz für BPC um ein Artefakt, das einen Beitrag zur präskriptiven Wissensbasis der Wirtschaftsinformatik leistet. Der Ansatz offenbart praktische Anwendungspotentiale insbesondere für Situationen, in denen eine Entscheidung über den Einsatz prozessbasierter Compliance-Maßnahmen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten erforderlich ist.

Der dritte Design-Zyklus wurde angestoßen, da sich im Rahmen der Zwischenevaluation die Verfügbarkeit erforderlicher Daten und Datenschnittstellen als Anwendungsbarriere herauskristallisiert hat. Da sich XES-Datensätze in der Literatur als solide Datenquellen

bewiesen haben, wurde die Anwendungsbarriere durch die Entwicklung eines vierstufigen wirtschaftlichen Bewertungsansatzes für BPC basierend auf XES adressiert. Der Ansatz ermöglicht sowohl die Extraktion als auch die wirtschaftliche Bewertung von Compliance-Aktivitäten und -Aktivitätssequenzen basierend auf den Logfiles von Geschäftsprozessen. Auf Grundlage von fünf Design-Prinzipien und einem Architekturmodell wurde der Ansatz schließlich als Softwareartefakt implementiert und gemeinsam mit den Ergebnissen einer summativen Abschlussevaluation in Kernbeitrag 4 veröffentlicht.

Die qualitativ-summative Abschlussevaluation durch Think Aloud Sessions gibt einen Einblick in die kognitiven Prozesse von Experten während der Nutzung von EconBPC. Dabei wurde herausgestellt, dass die Handhabung des Prototyps intuitiv ist und dass die automatische Bewertung der Compliance-Aktivitäten und Compliance Process Patterns als kognitive Entlastung wahrgenommen wird. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass die nachvollziehbare Darstellung von Berechnungsergebnissen und Ineffizienzen in der Benutzerschnittstelle von EconBPC der Entscheidungsunterstützung dienlich ist. Im Rahmen einer quantitativen Abschlussevaluation wurden die fünf Design-Prinzipien mit hohen Zustimmungsraten sowohl als nachvollziehbar im Hinblick auf die Zielerreichung, als auch als verständlich, nützlich und praktikabel evaluiert. Gemäß (Gregor und Hevner 2013) handelt es bei dem vierstufigen XES-basierten Bewertungsansatz für BPC, den Design-Prinzipien und dem Softwareprototypen EconBPC um drei Artefakte, die Beiträge zur präskriptiven Wissensbasis der Wirtschaftsinformatik leisten.

Sowohl der XES-basierte Bewertungsansatz als auch das Softwareartefakt EconBPC bieten praktische Anwendungspotentiale, einerseits zur Bewertung und Analyse von BPC, andererseits zur Entscheidungsunterstützung bei Auswahlentscheidungen zwischen alternativen prozessbasierten Compliance-Maßnahmen. Darüber hinaus können die zugrundeliegenden Modelle und Design-Prinzipien von Wissenschaftlern und Praktikern für neue Anwendungskontexte adaptiert und als Ausgangspunkt für die Entwicklung spezifischer Softwareartefakte genutzt werden.

6.2 Limitationen und Forschungsdesiderate

Um die Ansätze und Ergebnisse dieser Arbeit adäquat beurteilen zu können, ist es erforderlich, deren Limitationen zu berücksichtigen. Während die artefaktspezifischen Limitationen in den einzelnen Kernbeiträgen detailliert diskutiert werden, dient dieses Kapitel vornehmlich der Diskussion zentraler methodischer und konzeptueller Limitationen.

Die in Kapitel 4.1 beschriebene systematische Literaturrecherche ist von dem bekannten Schwachpunkt betroffen, dass nicht überprüft werden kann, ob alle relevanten Arbeiten tatsächlich gefunden wurden. Dabei handelt es sich um einen Schwachpunkt, dem jede systematische Literaturrecherche unterliegt. Durch die rigorose Dokumentation des Vorgehens bei der Literatursuche gemäß der Vorgaben von (Vom Brocke et al. 2009) wird jedoch die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse gewährleistet.

Eine typische Schwachstelle im Rahmen der Erstellung von Modellen ist die Subjektivität von Modellierungsentscheidungen. Bei der Entwicklung des konzeptuellen Modells für die wirtschaftliche Bewertung von BPC wurden subjektive Entscheidungen getroffen, bspw. über die Berücksichtigung und Benennung von Klassen oder das Abstraktionslevel. Ein anderer Modellierer könne unter Umständen andere Modellierungsentscheidungen treffen und so zu anderen Lösungen gelangen. Das konzeptuelle Modell für die wirtschaftliche Bewertung von BPC wurde jedoch auf Basis von Ergebnissen einer Literaturrecherche und Domänenwissen erstellt und ist somit theoretisch fundiert.

Der Pattern-basierte Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC unterliegt einer Reihe von Annahmen und Voraussetzungen, die dessen Anwendbarkeit einschränken. So wurde angenommen, dass Geschäfts- und Compliance-Aktivitäten disjunkt sind. Obwohl es sich dabei um eine realitätsnahe Annahme handelt, gibt es Fälle, in denen diese Aktivitätstypen nur schwer voneinander abgrenzbar sind. Dies ist bspw. dann der Fall, wenn die Verfolgung eines Compliance-Ziels der Wertschöpfung dient. Eine Weiterentwicklung des Ansatzes zur Berücksichtigung dieser speziellen Art von Aktivitäten stellt ein Forschungsdesiderat dar.

Eine weitere Einschränkung des Pattern-basierten Bewertungsansatzes folgt aus dessen Konzeption, die auf den Basic Control Flow Patterns von (van der Aalst et al. 2003) aufbaut. Auch wenn diese Patterns mit den elementaren Kontrollflusskonzepten der Workflow Management Coalition (Workflow Management Coalition 1999) korrespondieren und die am häufigsten wiederkehrenden Kontrollflussmuster von Prozessen repräsentieren, können mit ihnen nicht alle Kontrollflüsse abgebildet werden. Deshalb stößt der Pattern-basierte Bewertungsansatz aktuell an seine Grenzen, wenn der zugrundeliegende Prozess nicht wohlgeformt ist. Eine Weiterentwicklung dieses Ansatzes für andere Patterns, wie bspw. Iteration, Cancellation oder Termination Patterns, würde den Anwendungsbereich des Ansatzes erweitern und repräsentiert deshalb ein weiteres Forschungsdesiderat.

Eine typische Schwachstelle von Design-Prinzipien ist die Subjektivität der zugrundeliegenden Design-Entscheidungen. Bei der Definition der Design-Prinzipien für den XES-basierten Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von BPC wurden subjektive Design-Entscheidungen getroffen, bspw. über die Benennung und Formulierung der Prinzipien, die Berücksichtigung funktionaler und nichtfunktionaler Design-Anforderungen oder relevante Implementierungsdetails. Ein anderer Designer könne unter Umständen andere Design-Entscheidungen treffen, woraus andere Design-Prinzipien resultieren könnten. Dies ist ein Problem, das stets mit der Konzeptualisierung von Design-Theorien einhergeht. Durch die Berücksichtigung der methodischen Anmerkungen von (Vaishnavi und Kuechler 2015) und (Meth et al. 2015) zur Konzeptionierung design-orientierter Studien sowie der Hinweise von (Fu et al. 2016) zur präskriptiven Artikulation wurde die Ableitung und Formulierung der Design-Prinzipien im Rahmen dieser Dissertation jedoch methodisch untermauert.

Die summative Abschlussevaluation des Forschungsvorhabens fokussiert sich auf die zielorientierte Bewertung des Softwareartefakts EconBPC und die zugrundeliegenden Design-Prinzipien. Über den Rahmen dieser Dissertation hinaus ist es in zukünftiger Forschung geplant, den praktischen Einsatz von EconBPC in einem möglichst realen Kontext zu erproben. Eine bekannte Schwachstelle summativer Abschlussevaluationen ist zudem die Abhängigkeit der Evaluationsergebnisse von der zugrundeliegenden Stichprobe. Die Wahl anderer Experten oder eines anderen Stichprobenumfangs hätte zu anderen Ergebnissen führen können. Durch die Auswahl fachspezifischer Experten und die Anwendung wohlbekannter Evaluationsregeln kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die summative Abschlussevaluation fundierte Ergebnisse hervorgebracht hat.

Abschließend ist anzumerken, dass die in dieser Dissertation vorgestellten Bewertungsansätze auf einer rein wirtschaftlichen Sichtweise basieren. Die Berücksichtigung weiterer Aspekte, wie bspw. soziale, ethische und ökologische, bietet interessante Anknüpfungspunkte für anschließende Forschung.

Literaturverzeichnis

- Ackermann, T.; Bannenberg, B.; Bauer, S. C.; Bings, S. L.; Böttcher, M.; Burckhardt, M. et al. (2017): Compliance. Aufbau - Management - Risikobereiche: CF Müller. Online verfügbar unter <https://books.google.de/books?id=bHk3DwAAQBAJ>.
- Awad, Ahmed (2010): A Compliance Management Framework for Business Process Models. Dissertation. University of Potsdam. Online verfügbar unter https://publi-shup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/files/4715/awad_diss.pdf.
- Becker, Jörg; Delfmann, Patrick; Dietrich, Hanns-Alexander; Steinhorst, Matthias; Egger, Mathias (2016): Business Process Compliance Checking – Applying and Evaluating a generic Pattern Matching Approach for Conceptual Models in the Financial Sector. In: *Information Systems Frontiers* 18 (2), S. 359–405. DOI: 10.1007/s10796-014-9529-y.
- Bhamidipaty, A.; Narendra, N. C.; Nagar, S.; Varshneya, V. K.; Vasa, M.; Deshwal, C. (2009): Indra: An Integrated Quantitative System for Compliance Management for IT Service Delivery. In: *IBM Journal of Research and Development (IBM J. Res. & Dev.)* 53 (6), S. 1–12. DOI: 10.1147/JRD.2009.5429034.
- Buijs, J.C.A.M. (2013): Loan Application Example. Unter Mitarbeit von Eindhoven University of Technology. Online verfügbar unter <https://data.4tu.nl/repository/uuid:bd8fcc48-5bf3-480e-8775-d79d6c700e90>.
- Cantner, Uwe; Krüger, Jens; Hanusch, Horst (2007): Produktivitäts- und Effizienzanalyse – der nichtparametrische Ansatz. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Chang, Winston; Cheng, Joe; Allaire, J. J.; Xie, Yihui; McPherson, Jonathan (2018): Shiny: Web Application Framework for R. R package version 1.2.0. <https://CRAN.R-project.org/package=shiny>.
- Doganata, Yurdaer N.; Curbera, Francisco (2009): A Method of Calculating the Cost of Reducing the Risk Exposure of non-compliant Process Instances. Proceedings of the first ACM workshop on Information security governance. Chicago, Illinois, USA, S. 7-12, DOI: 10.1145/1655168.1655172.

- Duan, Li; Zhang, Yang; Sun, Chang-ai; Chen, Junliang (2018): Enforcing Compliance of Hierarchical Business Processes with Visual Security Constraints. In: *International Journal of System Assurance Engineering and Management* 9 (3), S. 703–715. DOI: 10.1007/s13198-017-0653-1.
- Elgammal, Amal; Turetken, Oktay (2015): Lifecycle Business Process Compliance Management: A Semantically-Enabled Framework. In: 2015 International Conference on Cloud Computing (ICCC). Piscataway, NJ: IEEE, S. 1–8.
- Färe, Rolf; Grosskopf, Shawna; Lovell, C. A. Knox (1985): The Measurement of Efficiency of Production. Dordrecht: Springer Netherlands (Studies in Productivity Analysis, 6).
- Fdhila, Walid; Rinderle-Ma, Stefanie; Knuplesch, David; Reichert, Manfred (2015): Change and Compliance in Collaborative Processes. In: Paul P. Maglio (Hg.): 2015 IEEE International Conference on Services Computing (SCC). June 27, 2015 - July 2, 2015, New York, New York, USA. S. 162–169.
- Fellmann, Michael; Zasada, Andrea (2014): State-of-the-art of Business Process Compliance Approaches: A Survey. In: *Proceedings of the 22th European Conference on Information Systems (ECIS'14)*, S. 1–17.
- Fellmann, Michael; Zasada, Andrea (2016): State-of-the-art of Business Process Compliance Approaches: A Survey (Extended Abstract). In: *EMISA*, S. 60–63.
- Fu, Katherine K.; Yang, Maria C.; Wood, Kristin L. (2016): Design Principles. Literature Review, Analysis, and Future Directions. In: *Journal of Mechanical Design* 138 (10), paper 101103, S. 1-13. DOI: 10.1115/1.4034105.
- Funes, Ana María; George, Chris (2003): Formalizing UML Class Diagrams. In: Liliana Favre (Hg.): *UML and the Unified Process*. Hershey, Pa.: IRM Press, S. 129–198.
- Ghanavati, Sepideh (2013): Legal-URN Framework for Legal Compliance of Business Processes. Dissertation, Ottawa: Library and Archives Canada = Bibliothèque et Archives Canada (Canadian theses = Thèses canadiennes).

- Ghanavati, Sepideh; Amyot, Daniel; Peyton, Liam (2009): Compliance Analysis Based on a Goal-oriented Requirement Language Evaluation Methodology. In: 17th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'09), S. 133–142.
- Ghanavati, Sepideh; Hulstijn, Joris (2015): Impact of Legal Interpretation on Business Process Compliance. In: *Proceedings of the First International Workshop on Technical and Legal Aspects of Data Privacy (TELERISE)*, S. 26–31.
- Gheorghe, Gabriela; Massacci, Fabio; Neuhaus, Stephan; Pretschner, Alexander (2009): GoCoMM: a Governance and Compliance Maturity Model. In: Sushil Jajodia und Michiharu Kudo (Hg.): *Proceedings of the first ACM workshop on Information security governance*. ACM Special Interest Group on Security, Audit, and Control. New York, NY: ACM, S. 33-38.
- Goldkuhl, Göran (2002): Anchoring Scientific Abstractions - Ontological and Linguistic Determination following Socio-Instrumental Pragmatism. European Conference on Research Methods in Business and Management (ECRM 2002), S. 1-11, online verfügbar unter <https://pdfs.semanticscholar.org/3c13/6c0d360b66e5031165a436e14a35382ee466.pdf>.
- Göpfert, Jochen; Lindenbach, Heidi (2013): *Geschäftsprozessmodellierung mit BPMN 2.0. Business Process Model and Notation*. München: Oldenburg Verlag.
- Gregor, Shirley; Hevner, Alan (2013): Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. In: *Management Information Systems Quarterly (MISQ)* 37 (2), S. 337–356.
- Günther, Christian W.; Verbeek, Eric (2014): *XES Standard Definition 2.0*. 2. Aufl. Eindhoven. Online verfügbar unter http://www.xes-standard.org/_media/xes/xesstandarddefinition-2.0.pdf.
- Helfrich, Hede (2016): Modelle als vereinfachte Abbildung von Zusammenhängen. In: Hede Helfrich (Hg.): *Wissenschaftstheorie für Betriebswirtschaftler*. 1. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 67–77. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-658-07036-6_7.

- Hwang, Wonil; Salvendy, Gavriel (2010): Number of People Required for Usability Evaluation: the 10 ± 2 rule. In: *Communications of the ACM* 53 (5), S. 130-133. DOI: 10.1145/1735223.1735255.
- Jiang, Jie; Aldewereld, Huib; Dignum, Virginia; Tan, Yao-Hua (2015): Compliance Checking of Organizational Interactions. In: *ACM Trans. Manage. Inf. Syst.* 5 (4), S. 1–24. DOI: 10.1145/2629630.
- Julious, Steven A. (2005): Sample Size of 12 per Group Rule of Thumb for a Pilot Study. In: *Pharmaceut. Statist.* 4 (4), S. 287–291. DOI: 10.1002/pst.185.
- Kirzner, Israel M.; Boettke, Peter J.; Sautet, Frédéric E. (2009): The Economic Point of View. An Essay in the History of Economic Thought. Indianapolis: Liberty Fund.
- Kittel, Kai (2012): Compliance-Kontrollen in agilen Geschäftsprozessen. In: Stefan Sackmann und Marlen Hofmann (Hg.): Beiträge zum 16. Interuniversitären Doktorandenseminar Wirtschaftsinformatik (IDS 2012). Halle: Universitätsverlag der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Diskussionsbeiträge zu Wirtschaftsinformatik und Operations Research, 30), S. 27–36.
- Kittel, Kai (2013a): Agilität von Geschäftsprozessen trotz Compliance. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, S. 967–981.
- Kittel, Kai (2013b): Automatisierung von Compliance für agile Geschäftsprozesse: Ein modellbasierter Ansatz zur flexiblen Integration von Kontrollen in Workflows. Halle (Saale): Universitätsverlag der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Knuplesch, David; Reichert, Manfred (2017): A Visual Language for Modeling Multiple Perspectives of Business Process Compliance Rules. In: *Software & Systems Modeling* 16 (3), S. 715–736. DOI: 10.1007/s10270-016-0526-0.
- Knuplesch, David; Reichert, Manfred; Kumar, Akhil (2017): A Framework for Visually Monitoring Business Process Compliance. In: *Information Systems* 64, S. 381–409. DOI: 10.1016/j.is.2016.10.006.

- Kuehnel, Stephan; Zasada, Andrea (2018): An Approach Toward the Economic Assessment of Business Process Compliance. In: Carson Woo, Jiaheng Lu, Zhanhuai Li, Tok Wang Ling, Guoliang Li und Mong Li Lee (Hg.): *Advances in Conceptual Modeling. ER 2018 Workshops, Proceedings*. Cham: Springer International Publishing (11158), S. 228–238. DOI: 10.1007/978-3-030-01391-2_28
- Kühnel, Stephan (2017a): Toward a Conceptual Model for Cost-Effective Business Process Compliance. In: *Proceedings of Informatik 2017, Lecture Notes in Informatics (LNI)*, S. 1631–1639. DOI: 10.18420/in2017_163.
- Kühnel, Stephan (2017b): Toward Cost-Effective Business Process Compliance: A Research Agenda. In: Maximilian Eibl und Martin Gaedke (Hg.): *INFORMATIK 2017*. Bonn: Gesellschaft für Informatik (Lecture Notes in Informatics (LNI)), S. 2379–2384. DOI: 10.18420/in2017_242. Online verfügbar unter <http://dl.gi.de/bitstream/20.500.12116/4017/1/C1-5.pdf>.
- Kühnel, Stephan; Sackmann, Stefan; Seyffarth, Tobias (2017): Effizienzorientiertes Risikomanagement für Business Process Compliance. In: *HMD* 54 (1), S. 124–145. DOI: 10.1365/s40702-016-0284-z.
- Kuehnel, Stephan; Trang, Simon; Lindner, Sebastian (2019): Conceptualization, Design, and Implementation of EconBPC – A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance. In: Alberto H. F. Laender, Barbara Pernici und Ee-Peng Lim (Hg.): *Conceptual Modeling. 38th International Conference, ER 2019*, S. 378–386. DOI: 10.1007/978-3-030-33223-5_31.
- La Rosa, Marcello (2015): Strategic Business Process Management. In: *International Conference on Software and Systems Process (ICSSP)*, S. 177–178. DOI: 10.1145/2785592.2785620.
- La Rosa, Marcello; Wohed, Petia; Mendling, Jan; Hofstede, Arthur H. M. ter; Reijers, Hajo A.; Aalst, Wil M. P. van der (2011): Managing Process Model Complexity Via Abstract Syntax Modifications. *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 7(4), S. 614–629.

- Li, Haidan; Pincus, Morton; Rego, Sonja Olhoft (2008): Market Reaction to Events Surrounding the Sarbanes-Oxley Act of 2002 and Earnings Management. In: *The Journal of Law and Economics* 51 (1), S. 111–134. DOI: 10.1086/588597.
- Liu, Duen-Ren; Shen, Minxin (2003): Workflow Modeling for Virtual Processes: an Order-Preserving Process-View Approach. In: *Information Systems* 28 (6), S. 505–532. DOI: 10.1016/S0306-4379(02)00028-5.
- Lu, Ruopeng; Sadiq, Shazia; Governatori, Guido (2008): Measurement of Compliance Distance in Business Processes. In: *Information Systems Management* 25 (4), S. 344–355. DOI: 10.1080/10580530802384613.
- Magnani, M.; Montesi, D. (2007a): Computing the Cost of BPMN Diagrams. Technical Report UBLCS-07-17. Bologna.
- Magnani, Matteo; Montesi, Danilo (2007b): BPMN. How Much Does It Cost? An Incremental Approach. In: Gustavo Alonso, Peter Dadam und Michael Rosemann (Hg.): Business Process Management. 5th International Conference, BPM 2007, Brisbane, Australia, September 24 - 28, 2007 ; proceedings, Bd. 4714. Berlin: Springer (Lecture Notes in Computer Science, 4714), S. 80–87.
- Mannhardt, Felix; Janssenswillen, Gert (2018): Package ‘processanimateR’. Process Map Token Replay Animation, S. 1–14. Online verfügbar unter <https://cran.rstudio.com/web/packages/processanimateR/processanimateR.pdf>.
- March, Salvatore T.; Smith, Gerald F. (1995): Design and Natural Science Research on Information Technology. In: *Decision Support Systems* 15 (4), S. 251–266. DOI: 10.1016/0167-9236(94)00041-2.
- Meth (2004): Design Science in Information Systems Research. In: *Management Information Systems Quarterly (MISQ)* 28 (1), S. 75–106.
- Meth, Hendrik; Mueller, Benjamin; Maedche, Alexander (2015): Designing a Requirement Mining System. In: *J AIS* 16 (9), Article 2, S. 799–837. DOI: 10.17705/1jais.00408.

- Mossanen, Kian; Amberg, Michael (2008): IT-Outsourcing & Compliance. In: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 45 (5), S. 21-28.
- Narendra, N. C.; Varshney, V. K.; Nagar, S.; Vasa, M.; Bhamidipaty, A. (2008): Optimal Control Point Selection for Continuous Business Process Compliance Monitoring. In: *International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*, S. 2536–2541. DOI: 10.1109/SOLI.2008.4682963.
- Nickerson, Robert C.; Varshney, Upkar; Muntermann, Jan (2013): A Method for Taxonomy Development and its Application in Information Systems. In: *European Journal of Information Systems* 22 (3), S. 336–359. DOI: 10.1057/ejis.2012.26.
- Offermann, Philipp; Levina, Olga; Schönherr, Marten; Bub, Udo (2009): Outline of a Design Science Research Process. In: Vijay Vaishanvi (Hg.): *Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology*. Philadelphia, Pennsylvania, 7/5/2009 - 8/5/2009. New York, NY: ACM, Article 7, S. 1–11.
- Peffer, Ken; Tuunanen, Tuure; Rothenberger, Marcus A.; Chatterjee, Samir (2007): A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. In: *Journal of Management Information Systems* 24 (3), S. 45–77. DOI: 10.2753/MIS0742-1222240302.
- Ramezani, Elham; Fahland, Dirk; Mattheis, Peter (2011): Separating Compliance Management and Business Process Management. In: *Business Process Management Workshops*, S. 459–464.
- Rastrepkina, Maria (2010): Managing Variability in Process Models by Structural Decomposition. In: *International Workshop on Business Process Modeling Notation*, S. 106–113. Online verfügbar unter https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-16298-5_10.
- Rinderle-Ma, Stefanie; Ly, Linh Thao; Dadam, Peter (2008a): Business Process Compliance (Aktuelles Schlagwort). In: *EMISA Forum*, S. 24–29.

- Rinderle-Ma, Stefanie; Reichert, Manfred; Weber, Barbara (2008b): On the Formal Semantics of Change Patterns in Process-Aware Information Systems. In: Qing Li (Hg.): *Conceptual modeling. Proceedings*, Bd. 5231. Berlin, Heidelberg, New York, NY: Springer (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 5231), S. 279–293.
- Rozinat, A.; van der Aalst, W. M. P. (2005): Conformance Testing: Measuring the Fit and Appropriateness of Event Logs and Process Models. In: *Business Process Management Workshops*. S. 163-176
- Sackmann, Stefan; Hofmann, Marlen; Kühnel, Stephan (2013): Return on Controls Invest. In: *HMD* 50 (1), S. 31–40. DOI: 10.1007/BF03340774.
- Sackmann, Stefan; Kittel, Kai (2015): Flexible Workflows and Compliance: A Solvable Contradiction?! In: Jan Vom Brocke und Theresa Schmiedel (Hg.): *BPM - Driving Innovation in a Digital World*, Bd. 53. Cham: Springer (Management for Professionals), S. 247–258.
- Sackmann, Stefan; Kuehnel, Stephan; Seyffarth, Tobias (2018): Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review. In: Weske M., Montali M., Weber I., vom Brocke J. (eds) *Business Process Management. BPM 2018. Lecture Notes in Computer Science*, vol 11080. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-98648-7_24
- Sadiq, Shazia (2011): A Roadmap for Research in Business Process Compliance. In: *International Conference on Business Information Systems*: Springer, Berlin, Heidelberg, S. 1–4.
- Sadiq, Shazia; Governatori, Guido (2015): Managing Regulatory Compliance in Business Processes. In: Jan Vom Brocke und Michael Rosemann (Hg.): *Handbook on Business Process Management 2. Strategic Alignment, Governance, People and Culture*. 2nd ed. 2015. Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer Berlin Heidelberg (International Handbooks on Information Systems), S. 265–288.

- Sadiq, Shazia; Governatori, Guido; Namiri, Kioumars (2007): Modeling Control Objectives for Business Process Compliance. In: *Proceedings of the 5th International Conference on Business Process Management (BPM'07)*, S. 149–164. DOI: 10.1007/978-3-540-75183-0_12.
- Sampathkumaran, Partha; Wirsing, Martin (2009): Computing the Cost of Business Processes. In: Will Aalst, Athula Ginige, Ralf-D. Kutsche, Heinrich C. Mayr, John Mylopoulos, Norman M. Sadeh et al. (Hg.): *Information Systems: Modeling, Development, and Integration. Third International United Information Systems Conference, UNISCON 2009, Bd. 20. Berlin, Heidelberg: Springer (Lecture Notes in Business Information Processing, 20)*, S. 178–183.
- Sampathkumaran, Partha B.; Wirsing, Martin (2013): Financial Evaluation and Optimization of Business Processes. In: *IJISMD 4 (2)*, S. 91–120. DOI: 10.4018/jismd.2013040105.
- Schoormann, Thorsten; Behrens, Dennis; Fellmann, Michael; Knackstedt, Ralf (2018): Sorry, Too Much Information Design Principles for Supporting Rigorous Search Strategies in Literature Reviews. In: Erik Proper, Stefan Strecker und Christian Huemer (Hg.): *2018 20th IEEE International Conference on Business Informatics. 11-13 July 2018, Vienna, Austria, Piscataway, NJ: IEEE*, S. 99–108.
- Schumm, David; Anstett, Tobias; Leymann, Frank; Schleicher, Daniel; Strauch, Steve (2010a): Essential Aspects of Compliance Management with Focus on Business Process Automation. In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Business Processes and Services Computing (BPSC), INFORMATIK 2010*, S. 127–138. Online verfügbar unter <https://www.iaas.uni-stuttgart.de/publications/IN-PROC-2010-75-Essential-Aspects-of-Compliance-Management.pdf>.
- Schumm, David; Turetken, Oktay; Kokash, Natallia; Elgammal, Amal; Leymann, Frank; van den Heuvel, Willem-Jan (2010b): Business Process Compliance through Reusable Units of Compliant Processes. In: *Proceedings of the 10th International Conference on Web Engineering (ICWE'10)*, S. 325–337. DOI: 10.1007/978-3-642-16985-4_29.

- Seyffarth, Tobias; Kühnel, Stephan; Sackmann, Stefan (2016): ConFlex - An Ontology-Based Approach for the Flexible Integration of Controls into Business Processes. In: *Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI'16)*, S. 1341–1352.
- Seyffarth, Tobias; Kühnel, Stephan; Sackmann, Stefan (2017): A Taxonomy of Compliance Processes for Business Process Compliance. In: *Lecture Notes in Business Information Processing (LNBIP) (297)*, S. 71–87. DOI: 10.1007/978-3-319-65015-9_5
- Shamsaei, Azalia; Pourshahid, Alireza; Amyot, Daniel (2010): Business Process Compliance Tracking Using Key Performance Indicators. In: *Proceedings of Business Process Management Workshops (BPM'10)*, S. 73–84. DOI: 10.1007/978-3-642-20511-8_7.
- Staats, Susann (2009): Metriken zur Messung von Effizienz und Effektivität von Konfigurationsmanagement- und Qualitätsmanagementverfahren. 1. Aufl. Bremen: Europ. Hochsch.-Verl. (Wismarer Schriften zu Management und Recht, 32).
- Syed Abdullah, Norris; Sadiq, Shazia; Indulska, Marta (2010): Emerging Challenges in Information Systems Research for Regulatory Compliance Management. In: *Advanced Information Systems Engineering. CAiSE 2010. Lecture Notes in Computer Science, vol 6051.*, S. 251–265.
- Töpfer, A. (2005): Betriebswirtschaftslehre. Anwendungs- und prozessorientierte Grundlagen, Springer Berlin Heidelberg, DOI: 10.1007/978-3-540-49395-2.
- Turau, Volker (2010): Algorithmische Graphentheorie. 3., überarb. Aufl. München: Oldenbourg. Online verfügbar unter <http://www.oldenbourg-link.com/doi/book/10.1524/9783486598520>.
- Unerman, Jeffrey; O'Dwyer, Brendan (2004): Enron, WorldCom, Andersen et al. A challenge to modernity. In: *Critical Perspectives on Accounting* 15 (6-7), S. 971–993. DOI: 10.1016/j.cpa.2003.04.002.

- Vaishnavi, Vijay; Kuechler, William (2015): Design Science Research Methods and Patterns. Innovating Information and Communication Technology. Second Edition. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group.
- van den Haak, Maaïke; Jong, Menno de; Jan Schellens, Peter (2003): Retrospective vs. Concurrent Think-Aloud Protocols. Testing the Usability of an Online Library Catalogue. In: *Behaviour & Information Technology* 22 (5), S. 339–351. DOI: 10.1080/0044929031000.
- van der Aalst, W. M. P.; Alves de Medeiros, A. K.; Weijters, A. J. M. M. (2006): Process Equivalence: Comparing Two Process Models Based on Observed Behavior. In: *International Conference on Business Process Management*, S. 129–144.
- van der Aalst, W.M.P.; ter Hofstede, A.H.M.; Kiepuszewski, B.; Barros, A. P. (2003): Workflow Patterns. In: *Distributed and Parallel Databases* 14 (1), S. 5–51. DOI: 10.1023/A:1022883727209.
- van der Aalst, Wil; Adriansyah, Arya; Medeiros, Ana Karla Alves de; Arcieri, Franco; Baier, Thomas; Blickle, Tobias et al. (2012): Process Mining Manifesto. In: Florian Daniel, Kamel Barkaoui und Schahram Dustdar (Hg.): Business Process Management Workshops. Part I, Bd. 99. Berlin: Springer-Verlag (Lecture Notes in Business Information Processing, 99), S. 169–194.
- Varshney, Virendra K.; Narendra, Nanjangud C.; Bhamidipaty, Anuradha; Nagar, Shailabh (2008): Compliance Measurement Framework (CMF). In: IEEE Congress on Services - Part 1, 2008. Honolulu, Hawaii, USA, July 6 - 11, 2008. Piscataway, NJ: IEEE, S. 65–66.
- Vom Brocke, Jan; Simons, Alexander; Niehaves, Bjoern; Riemer, Kai; Plattfaut, Ralf; Cleven, Anne (2009): Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. In: *Proceedings of the 17th European Conference On Information Systems (ECIS'09)*, S. 2206–2217.

Webster, Jane; Watson, Richard T. (2002): Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. In: *Management Information Systems Quarterly (MISQ)* 26 (2), S. xiii-xxiii.

Workflow Management Coalition (1999): Terminology & Glossary. Document Number WFMC-TC-1011. Issue 3.

Wynn, M. T.; Low, W. Z.; A.H.M. Hofstede, ter; Nauta, W. E. (2014): A Framework for Cost-Aware Process Management: Cost Reporting and Cost Prediction. In: *Journal of Universal Computer Science* 20 (3), S. 406–430. Online verfügbar unter <https://pure.tue.nl/ws/files/3812952/172453499447.pdf>.

Anlage 1: Autorenerklärung über die Arbeitsanteile am Artikel „*Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review*”

Der Artikel “*Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review*” wurde in Ko-Autorenschaft verfasst. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Arbeitsanteile der Autoren am Artikel.

Autoren:

1. Sackmann, Stefan (SaS)
2. Kühnel, Stephan (KS)
3. Seyffarth, Tobias (ST)

Arbeitsanteile:

Aspekt	Autor/en
Forschungskonzept	KS und SaS
Problemstellung und Zielsetzung	KS und ST
Literaturrecherche	KS, SaS und ST
Konzeptualisierung des Themas	KS
Definition des Untersuchungsumfangs	ST
Ergebnisauswertung und Visualisierung	KS
Diskussion	KS
Schlussbetrachtung	ST unter Mitwirkung von KS
Erstellung des Manuskripts	KS und ST unter Mitwirkung von SaS

(Fortsetzung)

Arbeitsanteile: (Fortsetzung)

Aspekt	Autor/en
Überprüfung und Überarbeitung vor Einreichung	KS und ST
Überarbeitung nach Begutachtung	KS, ST und SaS

Anlage 2: Volltext des Artikels „*Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review*”

Acknowledgement of the original source of publication

The original version of this article was published in the book *Weske M., Montali M., Weber I., vom Brocke J. (eds): Business Process Management. BPM 2018. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), vol. 11080. Springer, Cham.*

The final authenticated version is available online at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-98648-7_24

Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with Regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review

Stefan Sackmann, Stephan Kuehnel, and Tobias Seyffarth

Martin Luther University Halle-Wittenberg, 06108 Halle (Saale), Germany
{stefan.sackmann, stephan.kuehnel,
tobias.seyffarth}@wiwi.uni-halle.de

Abstract. Business Process Compliance (BPC) means ensuring that business processes are in accordance with relevant compliance requirements. Thus, BPC is an essential part of both business process management (BPM) and compliance management (CM). Digitization has also been referred to as a “digital revolution” that describes a technological change that has extended to many organizational areas and tasks, including compliance. Current efforts to digitize, e.g., by realizing cyber-physical systems, rely on the automation and interoperability of systems. In order for CM not to hamper these efforts, it becomes an increasingly relevant issue to digitize compliance as well.

The managerial perspective of compliance comprises several phases, which together represent a CM life-cycle. Efforts to digitize compliance require bundling interoperable BPC technologies, methods, and tools supporting this life-cycle in a consolidated manner. Several approaches addressing the field of BPC have already been developed and explored. Based on a systematic literature review, we examined these approaches in terms of their suitability for supporting the CM life-cycle phases in support of the digitization of compliance.

The results of our literature review show which CM life-cycle phases are supported by BPC approaches and which phases are the focus of research. Moreover, the results show that a purely sequential clustering, as specified in a CM life-cycle, is not always suitable for the bundling of BPC approaches in support of the digitization of compliance. Consequently, we propose a novel, task-oriented clustering of BPC approaches that is particularly oriented toward interoperability.

Keywords: Compliance management life-cycle, Business process compliance, Digitization

The original version of this chapter was revised: The total values of table 2 and the text on page 417 were initially published with errors. The correction to this chapter is available at https://doi.org/10.1007/978-3-319-98648-7_30

Electronic supplementary material. The online version of this chapter (https://doi.org/10.1007/978-3-319-98648-7_24) contains supplementary material, which is available to authorized users.

© Springer Nature Switzerland AG 2018
M. Weske et al. (Eds.): BPM 2018, LNCS 11080, pp. 409–425, 2018.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-98648-7_24

1 Introduction

Business Process Compliance (BPC) denotes that business processes adhere to applicable compliance requirements [1]. Therefore, BPC can be seen as a link between business process management (BPM) and compliance management (CM) [2]. When aiming at the potentials of digitization in the field of BPM, it also becomes necessary to digitize compliance. Otherwise, compliance can be expected to hamper digitization efforts and lead to competitive disadvantages [3–5]. In general, digitization can be distinguished as two essential perspectives. First, it describes the conversion of analogue into discrete values with the objective of electronic processing and storage [6]. Second, it is also known as a “digital revolution” that describes a technological change that has extended to many organizational areas and tasks including compliance [6].

Nowadays, CM in general and BPC in particular are challenged by current digitization strategies. On the one hand, business processes become both increasingly supported and controlled by process-aware information systems and managed by process-execution environments [7]. On the other hand, the pressure on business processes to become more agile or flexible increases since digitization allows a distributed process execution and control via the Internet, even across different organizations [8–10]. This might still be a high level of maturity that organizations have not yet realized; however, in the context of digitization, they are moving exactly in this direction [11].

One of the main challenges of digitizing compliance is the use of suitable BPC technologies, methods, and tools to support CM along each of its individual life-cycle phases. A substantial body of research has investigated the state of the art of BPC either from an author-centric perspective (e.g., [12–14]) or from a concept-centric perspective of the specific tasks of BPC (e.g., [15]). Although existing research proposes many technologies, methods, and tools for BPC, it has not yet been clarified whether a comprehensive allocation of BPC approaches to the CM life-cycle phases is possible and whether a “bundling” of interoperable BPC approaches in support of the digitization of compliance can be achieved. In order to investigate this in greater detail, we raise the following research questions:

- RQ1: *Which CM life-cycle phases are supported by which BPC approaches?*
- RQ2: *Which CM life-cycle phases are the focus of BPC research, and which are not?*
- RQ3: *To what extent does a phase-oriented representation of a CM life-cycle allow for the bundling of BPC approaches in support of the digitization of compliance?*

To achieve our research goals, we conducted a literature review according to vom Brocke et al. [16] that resulted in a twofold contribution. First, a concept matrix is presented from which we can derive which CM life-cycle phases are supported by BPC approaches and which phases are the focus of research. Since our literature review shows that BPC approaches are mainly task-oriented and therefore address only specific CM life-cycle phases, we introduce, secondly, a novel task-oriented clustering of the identified BPC approaches in support of the digitization of compliance.

The remainder of the paper is structured as follows. Section 2 describes the procedure for conducting our literature review and presents a concept matrix for the CM life-cycle phases as a first result. Based on this, Sect. 3 provides both a discussion of the

suitability of a CM life-cycle for the bundling of BPC approaches in support of the digitization of compliance, and a novel, task-oriented clustering of BPC technologies, methods, and tools. The paper concludes with a summary and a disclosure of the study’s limitations in Sect. 4.

2 Literature Review

In order to ensure a rigorous documentation of the literature search, we conducted our study based on the method described by vom Brocke et al. [16]. Consequently, we will discuss our procedure and key findings in relation to each of the following five phases: first, a definition of the review scope (Sect. 2.1); second, a conceptualization of the topic (Sect. 2.2); third, the literature search (Sect. 2.3); fourth, a literature analysis and synthesis (Sect. 2.4); and fifth, research desiderata (Sect. 3).

2.1 Definition of Review Scope

As advised in the first phase of the framework for reviewing literature [16], we defined our review scope based on the taxonomy proposed by Cooper [17], which is shown in Fig. 1. Research outcomes of the examined contributions are the focus of our literature review (1). Since we want to identify BPC approaches that support CM life-cycle phases, the goal of our literature review is the integration of central issues (2). The organization of the review results is conceptual, as the literature synthesis aims to bundle BPC approaches in support of the digitization of compliance (3). Furthermore, we aim to present our results neutrally (4). The audience being addressed represents specialized researchers in the field of BPC and practitioners who are confronted with compliance, its management, and digitization (5). Finally, the coverage of the literature review is exhaustive and selective since we use generic search terms in a variety of common databases (6).

Characteristics	Categories			
(1) focus	research outcomes	research methods	theories	applications
(2) goal	integration		criticism	central issues
(3) organization	historical	conceptual		methodological
(4) perspective	neutral representation		espousal of position	
(5) audience	specialised scholars	general scholars	practitioners	general public
(6) coverage	exhaustive	exhaustive & selective	representative	central/pivotal
			selected category	unselected category

Fig. 1. Defined scope of the literature review

2.2 Conceptualization of Topic

As previously mentioned, BPC is typically described as ensuring that a company’s business processes are in accordance with relevant compliance requirements that can stem

from internal and external compliance sources including legal regulations, standards, guidelines, policies, contracts, best practices, and so on [18–20]. In the research domain, BPC is also frequently described as mainly addressing the verification of business process models against compliance rules. However, this corresponds to a rather narrow view of BPC since there are also approaches whose central research subject is not focused solely on verification, for example, approaches that concentrate on how to react flexibly to changes in legislation [21] or the impact of legal interpretation on BPC [22].

As part of this literature review, we will take a broader view of BPC and consider approaches that go beyond mere verification. Iterative models or so-called life-cycles have been used and continue to be used in management to structure more comprehensive managerial responsibilities (such as compliance) through phases as well as to control and improve processes, projects, products, tasks, or systems [23]. On the one hand, there are life-cycles and iterative processes that include CM as an important element but were designed for other domains, such as management accounting [24], safety management [25], or risk management [26]. On the other hand, there are research efforts that deal explicitly with the design of CM life-cycles and its phases [2, 27–29]. Although these life-cycles originate from different domains and vary in terms of target and granularity, their core structure is similar to Deming’s Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle [30], which is a management method in the form of a multistage iterative process that can be specified for various application areas [31]. Nowadays, various norms and standards propose the application of PDCA-like cycles for different domains, such as ISO/IEC 27001 for information-security management or ISO 31000 for risk management.

The focus of our literature review is to investigate the suitability of BPC approaches for the implementation of a PDCA-like cycle for a comprehensive CM. In order to achieve this, the topic must be conceptualized according to the second phase of the framework for reviewing literature as described by vom Brocke et. al. [16]. Since CM life-cycles have already been developed and our goal is not to develop a new one, we analyzed existing literature as a starting point for the conceptualization. For this purpose, vom Brocke et. al. [16] recommend following the procedure suggested by Baker [32], who states that “to begin with one should consult those sources most likely to contain a summary or overview of the key issues relevant to a subject.” Therefore, we analyzed publications dealing explicitly with life-cycles and phases for CM [2, 27–29]. The publication by Ramezani et al. [27], which builds on the study of [29], has been found to contain the most detailed description of the CM life-cycle and its phases. Therefore, our paper builds on the key concepts of [27], who introduced a multistage sequential CM life-cycle comprising five phases: elicitation, formalization, implementation, checking/analysis, and optimization.

1. *Elicitation*. The elicitation phase is dedicated to the identification of relevant compliance requirements, taking into account organization-specific characteristics such as company size, industry affiliation, or product portfolio.
2. *Formalization*. Compliance requirements identified during the elicitation phase are often presented in abstract and informal text form. In order to enable a tool-supported verification of BPC, compliance requirements have to be converted to a formal, structured, and machine-readable form, i.e., so-called compliance rules.

3. *Implementation.* The requirements formalized in the previous phase must be implemented in a way that allows for a subsequent detection of compliance-rule violations.
4. *Checking/Analysis.* Once the implementation has been completed, the compliance rules can be checked against business processes or respectively the compliance of a business process can be verified.
5. *Optimization.* The results of compliance checking reveal whether a business process model or instance has violated a compliance rule. The detection of a violation triggers an improvement phase, in which it must be determined whether the violation results from a faulty compliance rule (false positive) or is actually based on non-compliance. In the case of actual non-compliance, the business process must be optimized in order to ensure future compliance.

The subsequent literature analysis serves to identify BPC approaches that support the CM life-cycle phases as well as approaches that could be bundled in support of the digitization of compliance. In order to achieve this, the CM life-cycle phases are used as a starting point for constructing a concept matrix according to Webster and Watson [33], based on which the later synthesis of the search results is carried out.

2.3 Literature Search

The following chapter is dedicated to the third phase of the framework for literature reviews according to [16]. In order to identify a broad range of BPC approaches in the search for literature, we used the following generic search term: <<compliance AND "business process">>. The literature search, whose procedure is summarized in Fig. 2, was conducted in pertinent databases including the ACM Digital Library, the AIS Electronic Library, EBSCOHost Academic Search Premier, EBSCOHost Business Source Premier, EBSCOHost Information Science and Technology, and SpringerLink. Initially, the search was performed without restriction in all available search fields, i.e., in title, abstract, keywords, and full text.

After testing the search term, we adapted our search strategy within several databases. Due to the high number of hits (313) in the database of EBSCOHost Business Source Premier, we limited the search in this database to the title. We also received a very high number of hits (9,313) at SpringerLink, which is why we initially limited the search in this database to the title as well. Since a high number of hits (379) still resulted, we adapted the search term at SpringerLink to <<business process compliance>>.

After removing duplicates, we retrieved a total of 232 unique hits; these were evaluated in two review phases. First, each paper was evaluated by two independent researchers according to its title, keywords, and abstract. In the case of matching evaluations, the paper was marked either as relevant or irrelevant. In the case of different evaluation results, the relevance of each paper was discussed. Finally, we excluded 130 publications due to irrelevance in the first review phase. Next, all remaining papers were read in full, and those that did not meet the review scope were omitted. In total, we received 74 relevant publications for further analysis following the second review phase.

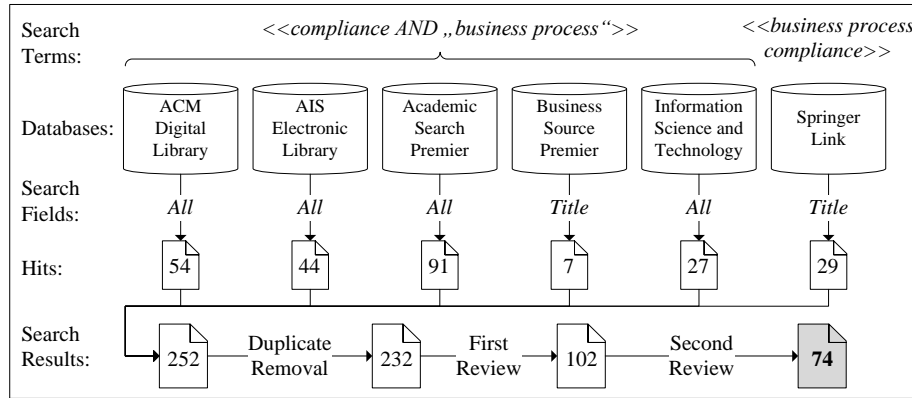


Fig. 2. Literature search process and search results

2.4 Literature Analysis and Synthesis

According to the fourth phase of the framework for reviewing literature [16], the literature found has to be analyzed and synthesized, whereby RQ1 and RQ2 are addressed. To implement this phase, we relied on the concept-centered approach of Webster and Watson [33], who propose compiling a concept matrix for the purpose of synthesis. Table 1 shows the concept matrix of our study and presents the identified literature and its classification according to the concepts introduced in Sect. 2.2. Each relevant paper is evaluated against these concepts in a separate line of Table 1, whereby an “x” identifies the assignment to a concept.

Table 1. Concept matrix

	E	F	I	C	O
[34]	x			x	
[37]				x	
[40]				x	
[43]		x		x	
[46]				x	
[49]				x	
[52]		x		x	x
[54]		x		x	x
[57]				x	x
[60]		x		x	
[63]		x		x	
[66]		x		x	
[69]		x		x	

	E	F	I	C	O
[35]		x		x	
[38]		x		x	
[41]	x	x		x	
[44]		x		x	x
[47]		x		x	x
[50]		x		x	x
[18]	x	x		x	
[55]		x		x	
[58]		x		x	x
[61]		x		x	
[64]	x	x		x	x
[67]	x	x		x	
[19]		x		x	x

	E	F	I	C	O
[36]				x	x
[39]				x	
[42]				x	
[45]				x	
[48]				x	
[51]		x			
[53]		x		x	
[56]		x		x	x
[59]				x	
[62]		x		x	
[65]		x		x	
[68]		x			
[70]		x			

(continued)

Table 1. (continued)

	E	F	I	C	O
[71]					x
[74]	x	x			x
[77]		x		x	
[80]				x	
[83]		x		x	
[86]				x	
[89]				x	
[91]				x	
[94]				x	
[96]		x		x	
[99]		x			
[22]	x	x			

	E	F	I	C	O
[72]		x		x	x
[75]				x	
[78]		x		x	x
[81]		x		x	
[84]		x		x	x
[87]	x				
[90]	x	x		x	
[92]		x			
[95]		x		x	
[97]		x		x	
[100]		x			
[102]		x			

	E	F	I	C	O
[73]				x	
[76]		x			
[79]		x			
[82]		x			
[85]				x	
[88]		x		x	
[1]		x			
[93]		x		x	
[21]	x				x
[98]		x		x	
[101]				x	x

E: Elicitation | F: Formalization | I: Implementation | C: Checking/Analysis | O: Optimization

The evaluation of the concept matrix shows that the majority of the publications are concerned with compliance checking (78.4%), the formalization of compliance requirements (67.6%), or both (44.6%). In contrast, relatively few publications (24.3%) deal with improving and adapting business processes in the case of actual non-compliance, i.e., with the optimization phase. An even smaller proportion of publications (13.5%) deal with the elicitation of compliance requirements. Furthermore, none of the approaches explicitly addresses the implementation phase, which is focused on the integration of already formalized compliance rules and takes place before the actual compliance checking.

3 Discussion

This chapter addresses RQ3 and therefore analyzes to what extent the sequential phase-oriented CM life-cycle allows for the representation of “bundled” BPC approaches in support of the digitization of compliance. The classification conducted in the previous section led to several difficulties, as not all research work could be clearly assigned to the CM life-cycle phases.

- First, the formalization phase does not distinguish between purely formal approaches for the representation of compliance requirements in logical languages, such as approaches based on Linear Temporal Logic and semiformal approaches, such as those based on graphical modeling languages.
- Second, it has been shown that a multitude of research approaches has been assigned to the checking and analyzing phase due to its generic characterization. In particular, this phase does not explicitly distinguish between approaches with a more preventive character, i.e., so-called forward compliance checking approaches, and approaches

with a more detective or reactive character, i.e., so-called backward compliance checking approaches. Ramezani et al. [27] briefly mention a similar distinction in their article, but refrain from including it in the life-cycle, describing it in greater detail or discussing its effects on the other phases. However, the distinction between forward and backward compliance checking seems to be an important issue, as it determines the necessity of a purely retrospective optimization phase. Since backward compliance checking approaches check business process instances after they have been executed [103], the business process must be adapted retrospectively as part of the subsequent optimization phase in order to prevent future non-compliance. By contrast, forward compliance checking approaches attempt to prevent the occurrence of non-compliance [103] so that either no business process adaptation is necessary or it is done at the design or runtime phase of the business process and not retrospectively. This raises the question of whether a purely sequential arrangement of the CM life-cycle phases is always appropriate.

- Third, our classification has shown that there are approaches that focus on a different meaning of the term optimization and are concerned with improving the cost-efficiency and effectiveness of ensuring compliance [46, 71, 78, 94]. Due to the different understanding of terms, these approaches could not be assigned to the optimization phase of the CM life-cycle.
- Fourth, the implementation phase is originally described as follows [27]: “To ensure that an IS complies with a given requirement, its formalization (the formalized compliance rules) has to be implemented in a way that allows detecting if an execution violates some compliance rule.” Since the implementation is located after formalization and even before checking and analyzing, this description can best be interpreted as a guideline. The phase neither corresponds to implementation in terms of software development nor instantiation in terms of design science research. All in all, there is no technical equivalent to this phase, and therefore, there are no suitable BPC approaches.

In summary, the CM life-cycle provides a useful foundation for our work but reveals two major shortcomings in the context of this study. On the one hand, the abstraction levels of the CM life-cycle phases differ, such as the rather broad focus of the checking and analysis phase and the rather narrow focus of the optimization phase. On the other hand, ensuring BPC is not always tied to a purely sequential flow through all CM life-cycle phases. The necessity of the implementation phase can be questioned in general, while the optimization phase can be done in different ways. For example, if forward compliance checking approaches are used, the optimization phase cannot be executed retrospectively or can even be skipped completely. Due to the shortcomings, we revised our initial concepts and synthesized the relevant papers again.

The formalization phase was renamed as Specification and divided into the sub-concepts *Formal Specification* and *Semiformal Specification*. The checking and analysis phase was renamed as Compliance Checking and divided into the sub-concepts *Forward Compliance Checking* and *Backward Compliance Checking*. Two new concepts were derived from the optimization phase. On the one hand, this involves the concept of *Metrics*, which is focused on quantitative measurement and optimization approaches for the cost-efficiency and effectiveness of compliance. On the other hand, this involves the concept of Business Process Adaptation, which essentially aligns with Ramezani et

al.’s [27] idea of optimization and is dedicated to the revision and remodeling of business processes. Since Business Process Adaptation already includes approaches dedicated to automation, which is particularly important with regard to digitization, we divided it into the sub-concepts *Manual Business Process Adaptation* and *Automatic Business Process Adaptation*. The elicitation phase was renamed as Internalization and equally divided into the sub-concepts *Manual Internalization* and *Automatic Internalization*.

Table 2 shows an excerpt of the revised concept matrix, whereby an “x” identifies the assignment of a research work to a concept. The last line in Table 2 contains the total number of all assigned approaches per column. The complete revised concept matrix can be accessed in the supplement to this paper.¹

Table 2. Excerpt of the revised concept matrix

Reference	Manual internalization	Automatic internalization	Formal specification	Semiformal specification	Forward compliance checking	Backward compliance checking	Manual business process adaptation	Automatic business process adaptation	Metrics
[18]		x	x		x				
[34]	x				x				
[37]						x			
[46]						x			x
[50]			x		x		x		
[54]			x		x		x		
[56]			x		x			x	
[58]			x		x			x	
[70]				x					
[78]			x		x		x		x
[86]					x				
...
Sum	10	1	44	6	51	7	10	7	7

The evaluation of the revised concept matrix shows that the most intensive research is conducted in the area of forward compliance checking (68.9%) and the formal specification of compliance requirements (59.5%). While at least 13.5% of the approaches still deal with the manual identification of compliance requirements and manual business process adaptation, the concepts semiformal specification, backward compliance checking, automatic business process adaptation, and metrics are underrepresented, with proportions between 8.1% and 9.5%. It is evident that there is a need for further research in these areas. A negative outlier and thus clearly underrepresented is the automatic identification of compliance requirements, to which only one approach could be assigned within the scope of our analysis.

In the course of the discussion, it has already been pointed out that a purely sequential order of CM life-cycle phases is not suitable for the bundling of BPC approaches in support of the digitization of compliance. In particular, attention must be paid to the

¹ The supplement is accessible via goo.gl/HPpoCK.

interoperability of BPC approaches since the digitization of compliance can only be achieved by bundling different technologies, tools, and methods so that all tasks of CM can be addressed comprehensively. However, such a bundling of approaches requires a task-oriented view of CM, which is not provided by the phase-oriented representation in the form of a sequential CM life-cycle.

In Figure 3, we propose a novel, task-oriented clustering of BPC approaches. It is particularly oriented toward the representation of connections between concepts and thus toward the bundling of BPC approaches in support of the digitization of compliance. In Figure 3, concepts are marked as ellipses, and sub-concepts are represented by dashed circles. For approaches addressing several concepts, a connecting line between the dashed circles is drawn. The numbers in brackets represent the number of approaches assigned to one or more concepts. For example, there are 51 approaches addressing forward compliance checking, 7 approaches addressing metrics, and 3 approaches addressing both.

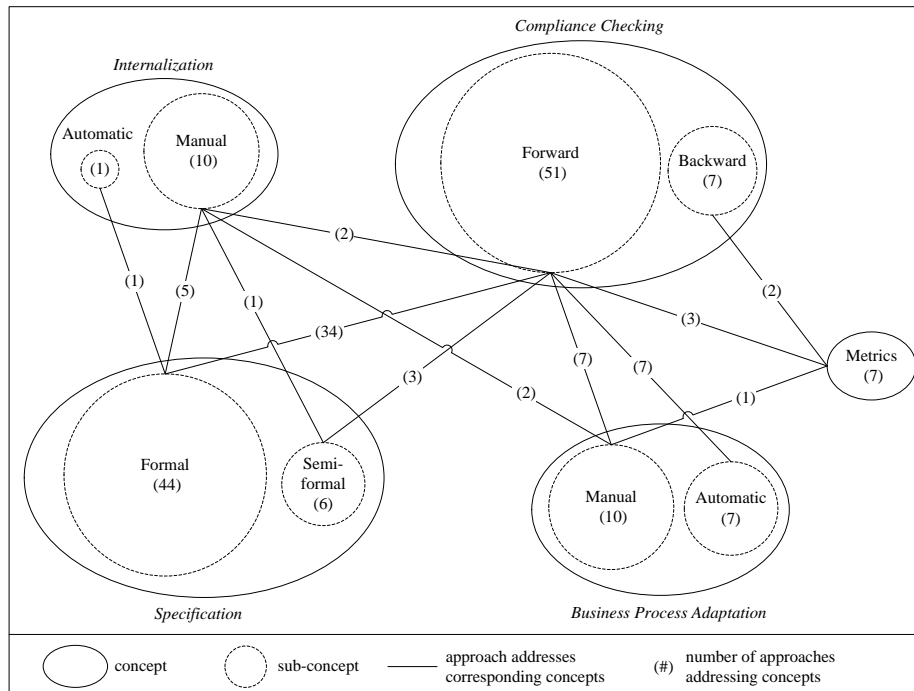


Fig. 3. Task-oriented clustering of BPC approaches

Our task-oriented clustering shows that there are already several approaches addressing various aspects of CM from a task-oriented perspective. The focus is particularly on the formal specification of compliance requirements that are subsequently used for forward compliance checking (46.0%). In addition, 19.0% of the approaches deal with forward compliance checking and business process adaptation, of which 9.5% deal with automatic and the same number with manual adaptations. All other connections can be

interpreted in the same way but are addressed only by specific approaches in a few cases (between 1.4% and 6.8%). Altogether, it turns out that there is already a multitude of BPC approaches addressing several task-oriented concepts of CM. Nevertheless, future research will need to develop further approaches that address several task-oriented concepts of CM simultaneously or establish interoperability between existing BPC approaches in support of the digitization of compliance.

4 Conclusion

Digitization denotes a technological change that has extended to many organizational areas and tasks including compliance. Current efforts to digitize rely on the automation and interoperability of systems. In order for CM not to hamper these efforts, it becomes an increasingly relevant issue to digitize compliance as well. One of the greatest challenges in connection with the digitization of compliance is the bundling of suitable technologies, methods, and tools in support of CM along each of its individual life-cycle phases. Based on a structured literature review, we examined BPC approaches in relation to their suitability to support the CM life-cycle proposed by Ramezani et al. [27]. A well-known shortcoming of any literature review is that whether all relevant work has actually been found cannot be verified. However, by rigorously documenting the literature search following the methods described by vom Brocke et al. [16] and Webster and Watson [33], comprehensibility is provided in a scientific manner.

Our results show that BPC approaches supporting the life-cycle phases check and analyze as well as formalize are dominant in research whereas no approach addresses the implementation phase. Moreover, our results demonstrate that several CM life-cycle phases should be specified more precisely. For example, the phase checking and analysis should explicitly distinguish between forward and backward compliance checking and the phase optimization between metrics and business process adaptation.

Special attention should be paid to interoperability since the digitization of compliance can only be achieved by bundling different BPC approaches so that all tasks of a CM life-cycle can be addressed comprehensively. It turns out that such a bundling of approaches requires a task-oriented view of CM, which is not always provided by the phase-oriented representation in the form of a sequential CM life-cycle. Consequently, we proposed a novel, task-oriented clustering of BPC approaches that is particularly oriented toward interoperability.

Potential for further research is seen in two major fields. On the one hand, there is a need for the development of further approaches that address several task-oriented concepts of CM simultaneously or establish further interoperability between existing BPC approaches in support of the digitization of compliance. On the other hand, the proposed task-oriented clustering of BPC approaches requires a procedure model that addresses business- and technology-related management decisions and proposes necessary and/or possible steps fostering the digitization of BPC. The development of such a procedural model is the consequent next step of our research.

References

1. Schaefer, T., Fettke, P., Loos, P.: Control Patterns. Bridging The Gap Between Is Controls And BPM. ECIS (2013)
2. El Kharbili, M., Stein, S., Markovic, I., Pulvermüller, E.: Towards a framework for semantic business process compliance management. Proc. of GRCIS 2008 (2008)
3. Bamberger, Kenneth, A.: Technologies of Compliance. Risk and Regulation in a Digital Age. Texas Law Review 88, 669 (2010)
4. Legner, C., Eymann, T., Hess, T., Matt, C., Böhmman, T., Drews, P., Mädche, A., Urbach, N., Ahlemann, F.: Digitalization. Opportunity and Challenge for the Business and Information Systems Engineering Community. BISE 59, 301–308 (2017)
5. Imgrund, F., Fischer, M., Janiesch, C., Winkelmann, A.: Approaching Digitalization with Business Process Management. Proc. of the MKWI, 1725–1736 (2018)
6. BarNir, A., Gallagher, J.M., Auger, P.: Business process digitization, strategy, and the impact of firm age and size. The case of the magazine publishing industry. Journal of Business Venturing 18, 789–814 (2003)
7. Reichert, M., Weber, B.: Enabling Flexibility in Process-Aware Information Systems. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2012)
8. Weber, I., Xu, X., Riveret, R., Governatori, G., Ponomarev, A., Mendling, J.: Untrusted Business Process Monitoring and Execution Using Blockchain. BPM (2016)
9. Fridgen, G., Radszuwill, S., Urbach, N., Utz, L.: Cross-Organizational Workflow Management Using Blockchain Technology. Towards Applicability, Auditability, and Automation. 51st Annual Hawaii Int. Conference on System Sciences (HICSS-51) (2018)
10. Fdhila, W., Rinderle-Ma, S., Knuplesch, D., Reichert, M.: Change and Compliance in Collaborative Processes. 12th IEEE Int. Conference on Services Computing (SCC 2015), 162–169 (2015)
11. Zaplata, S., Haman, K., Kottke, K., Lamersdorf, W.: Flexible Execution of Distributed Business Processes based on Process Instance Migration. Journal of Systems Integration (2010)
12. Hashmi, M., Governatori, G., Lam, H.-P., Wynn, M.T.: Are We Done with Business Process Compliance. State-of-the-Art and Challenges Ahead. Knowledge and Information Systems (2018)
13. Fellmann, M., Zasada, A.: State-of-the-art of business process compliance approaches. ECIS (2014)
14. El Kharbili, M.: Business Process Regulatory Compliance Management Solution Frameworks. A Comparative Evaluation. In: Proc. of the Eighth Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling - Volume 130, pp. 23–32. (2012)
15. Becker, J., Delfmann, P., Eggert, M., Schwittay, S.: Generalizability and Applicability of Model- Based Business Process Compliance-Checking Approaches. A State-of-the-Art Analysis and Research Roadmap. Business Research 5, 221–247 (2012)
16. Vom Brocke, J., Simons, A., Niehaves, B., Riemer, K., Plattfaut, R., Cleven, A.: Reconstructing the giant. On the importance of rigour in documenting the literature search process. ECIS, 2206–2217 (2009)

17. Cooper, H.M.: Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews. *Knowledge in Society* 1, 104–126 (1988)
18. Knuplesch, D., Ly, L.T., Rinderle-Ma, S., Pfeifer, H., Dadam, P.: On Enabling Data-aware Compliance Checking of Business Process Models. *ER* (2010)
19. Liu, Y., Müller, S., Xu, K.: A static compliance-checking framework for business process models. *IBM Systems Journal* 46, 335–361 (2007)
20. Governatori, G., Sadiq, S.: The journey to business process compliance
21. Gong, Y., Janssen, M.: From policy implementation to business process management. Principles for creating flexibility and agility. *Government Information Quarterly* 29, S61–S71 (2012)
22. Ghanavati, S., Hulstijn, J.: Impact of Legal Interpretation on Business Process Compliance. *Proc. of the First Int. Workshop on TEchnical and LEgal aspects of data pRIvacy*, 26–31 (2015)
23. King, W.R., Cleland, D.I.: Life-Cycle Management. In: Cleland, D.I., King, W.R. (eds.) *Project Management Handbook*, pp. 191–205. Wiley, New York (1988)
24. Hermanson, R.H., Edwards, J.D., Maher, M.: Accounting principles. A business perspective, financial accounting (Chapters 1-8). (2015, 2011)
25. Roughton, J., Crutchfield, N.: *Safety Culture. An Innovative Leadership Approach*. Elsevier Science (2013)
26. Heldman, K.: *Project Manager's Spotlight on Risk Management*. John Wiley & Sons, New York, NY (2010)
27. Ramezani, E., Fahland, D., van der Werf, Jan Martijn, Mattheis, P.: Separating Compliance Management and Business Process Management. *Business Process Management Workshops*, 100, pp. 459–464. (2012)
28. Elgammal, A., Turetken, O.: *Lifecycle Business Process Compliance Management: A Semantically-Enabled Framework* (2015)
29. Giblin, C., Liu, A.Y., Müller, S., Pfitzmann, B., Zhou, X.: Regulations Expressed As Logical Models (REALM). *Proc. of the 2005 conference on Legal Knowledge and Information Systems (JURIX 2005)*, 37–48 (2005)
30. Deming, W.E.: *Out of the crisis*. Massachusetts Institute of Technology Center for Advanced Engineering Study, Cambridge Mass. (1986)
31. Ron Moen, C.N.: Evolution of the PDSA Cycle
32. Baker, M.J.: Writing a Literature Review. *Mark. Rev.* 1, 219–247 (2000)
33. Webster, J., Watson, R.T.: Analyzing the past to prepare for the future. writing a literature review. *MIS Quarterly* 26, xiii–xxiii (2002)
34. Accorsi, R., Lowis, L., Sato, Y.: Automated Certification for Compliant Cloud-based Business Processes. *Business & Information Systems Engineering* 3 (2011)
35. Governatori, G., Rotolo, A.: How Do Agents Comply with Norms? *Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies*, 488–491 (2009)
36. Schultz, M.: Enriching Process Models for Business Process Compliance Checking in ERP Environments. *DESRIST*, 120–135 (2013)
37. Accorsi, R., Stocker, T., Müller, G.: On the Exploitation of Process Mining for Security Audits. The Process Discovery Case. *Proc. of the 27th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, 1462–1468 (2012)
38. He, Q.: Detecting Runtime Business Process Compliance with Artifact Lifecycles. *Service-Oriented Computing - ICSOC 2012 Workshops*, 426–432 (2013)
39. Seeliger, A., Nolle, T., Schmidt, B., Mühlhäuser, M.: Process Compliance Checking using Taint Flow Analysis. *Proc. of the Int. Conference on Information Systems* (2016)

40. Accorsi, R., Wonnemann, C.: Strong Non-leak Guarantees for Workflow Models. Proc. of the 2011 ACM Symposium on Applied Computing, 308–314 (2011)
41. Höhenberger, S., Riehle, D., Delfmann, P.: From Legislation to Potential Compliance Violations in Business Processes. Simplicity Matters. ECIS (2016)
42. Seeliger, A., Nolle, T., Mühlhäuser, M.: Detecting Concept Drift in Processes Using Graph Metrics on Process Graphs. Proc. of the 9th Conference on Subject-oriented Business Process Management, 6:1 (2017)
43. Kumar, A., Lui, R.: A Rule-Based Framework Using Role Patterns for Business Process Compliance. Rule Representation, Interchange and Reasoning on the Web, 58–72 (2008)
44. Höhn, S.: Model-based Reasoning on the Achievement of Business Goals. Proc. of the 2009 ACM symposium on Applied Computing, 1589–1593 (2009)
45. Song, L., Wang, J., Wen, L., Kong, H.: Efficient Semantics-Based Compliance Checking Using LTL Formulae and Unfolding. Journal of Applied Mathematics, 1–24 (2013)
46. Shamsaei, A., Pourshahid, A., Amyot, D.: Business Process Compliance Tracking Using Key Performance Indicators. Business Process Management Workshops, 73–84 (2011)
47. Hummer, W., Gaubatz, P., Strembeck, M., Zdun, U., Dustdar, S.: An Integrated Approach for Identity and Access Management in a SOA Context. Proc. of the 16th ACM symposium on Access control models and technologies, 21–30 (2011)
48. Thi, T.T.P., Helfert, M., Hossain, F., Le Dinh, T.: Discovering Business Rules from Business Process Models. Proc. of the 12th Int. Conference on Computer Systems and Technologies, 259–265 (2011)
49. Awad, A., Barnawi, A., Elgammal, A., Elshawi, R., Almalaise, A., Sakr, S.: Runtime Detection of Business Process Compliance Violations. An Approach Based on Anti Patterns. Proc. of the 30th Annual ACM Symposium on Applied Computing, 1203–1210 (2015)
50. Namiri, K., Stojanovic, N.: Pattern-Based Design and Validation of Business Process Compliance. OTM Confederated Int. Conferences "On the Move to Meaningful Internet Systems, 59–76 (2007)
51. Turetken, O., Elgammal, A., van den Heuvel, W.-J., Willem-Jan, Papazoglou, M.: Enforcing Compliance on Business Processes through the use of Patterns. ECIS (2011)
52. Awad, A., Goré, R., Hou, Z., Thomson, J., Weidlich, M.: An iterative approach to synthesize business process templates from compliance rules. Information Systems 37, 714–736 (2012)
53. Turetken, O., Elgammal, A., van den Heuvel, W.-J., Papazoglou, M.P.: Capturing Compliance Requirements. A Pattern-Based Approach. IEEE Software 29 (2012)
54. Awad, A., Weidlich, M., Weske, M.: Visually specifying compliance rules and explaining their violations for business processes. Journal of Visual Languages & Computing 22, 30–55 (2011)
55. Knuplesch, D., Reichert, M., Kumar, A.: A framework for visually monitoring business process compliance. Information Systems 64, 381–409 (2017)
56. Schumm, D., Turetken, O., Kokash, N., Elgammal, A., Leymann, F., van den Heuvel, W.-J.: Business Process Compliance through Reusable Units of Compliant Processes. Current Trends in Web Engineering, 325–337 (2010)

57. Barnawi, A., Awad, A., Elgammal, A., El Shawi, R., Almalaise, A., Sakr, S.: Runtime self-monitoring approach of business process compliance in cloud environments. *Cluster Computing* 18, 1503–1526 (2015)
58. Ghose, A., Koliadis, G.: Auditing Business Process Compliance. *Int. Conference on Service-Oriented Computing*, 169–180 (2007)
59. Wang, Y., Kelly, T., Lafortune, S.: Discrete Control for Safe Execution of IT Automation Workflows. *Proc. of the 2nd ACM SIGOPS/EuroSys European Conference on Computer Systems* 2007 41, 305–314 (2007)
60. Basin, D., Klaedtke, F., Müller, S., Zalinescu, E.: Monitoring Metric First-Order Temporal Properties. *Journal of the ACM (JACM)* 62, 15:1 (2015)
61. Knuplesch, D., Reichert, M., Kumar, A.: Visually Monitoring Multiple Perspectives of Business Process Compliance. *Business Process Management*, 263–279 (2015)
62. Witt, S., Feja, S., Speck, A., Prietz, C.: Integrated Privacy Modeling and Validation for Business Process Models. *Proc. of the 2012 Joint EDBT/ICDT Workshops*, 196–205 (2012)
63. Becker, J., Bergener, P., Delfmann, P., Eggert, M., Weiss, B.: Supporting Business Process Compliance in Financial Institutions. A Model-Driven Approach. *WI Proc.* (2011)
64. Letia, I.A., Goron, A.: Model checking as support for inspecting compliance to rules in flexible processes. *Journal of Visual Languages & Computing* 28, 100–121 (2015)
65. Hashmi, M., Governatori, G., Wynn, M.T.: Normative Requirements for Business Process Compliance. *Australian Symposium on Service Research and Innovation*, 100–116 (2014)
66. Becker, J., Bergener, P., Delfmann, P., Weiss, B.: Modeling and Checking Business Process Compliance Rules in the Financial Sector. *ICIS Proc.* (2011)
67. Letia, I.A., Groza, A.: Compliance checking of integrated business processes. *Data & Knowledge Engineering* 87, 1–18 (2013)
68. Zoet, M., Versendaal, J.: Business Rules Management Solutions Problem Space: Situational Factors. *PACIS 2013 Proc.* (2013)
69. Becker, J., Delfmann, P., Dietrich, H.-A., Steinhorst, M., Eggert, M.: Business process compliance checking. applying and evaluating a generic pattern matching approach for conceptual models in the financial sector. *Information Systems Frontiers* 18, 359–405 (2016)
70. Zur Muehlen, M., Indulska, M., Kamp, G.: Business Process and Business Rule Modeling Languages for Compliance Management. A Representational Analysis. *Proceeding ER '07 Tutorials, posters, panels and industrial contributions*, 127–132 (2007)
71. Bhamidipaty, A., Narendra, N.C., Nagar, S., Varshneya, V.K., Vasa, M., Deshwal, C.: Indra. An integrated quantitative system for compliance management for IT service delivery. *IBM Journal of Research & Development* 53, 6:1–6:12 (2009)
72. Lohmann, N.: Compliance by design for artifact-centric business processes. *Information Systems* 38, 606–618 (2013)
73. Becker, J., Bergener, P., Breuker, D., Delfmann, P., Eggert, M.: An Efficient Business Process Compliance Checking Approach. *Governance and Sustainability in Information Systems. Managing the Transfer and Diffusion of IT*, 282–287 (2011)

74. Boella, G., Janssen, M., Hulstijn, J., Humphreys, L., van der Torre, L.: Managing Legal Interpretation in Regulatory Compliance. Proc. of the Fourteenth Int. Conference on Artificial Intelligence and Law, 23–32 (2013)
75. Loreti, D., Chesani, F., Ciampolini, A., Mello, P.: Distributed Compliance Monitoring of Business Processes over MapReduce Architectures. Proc. of the 8th ACM/SPEC on Int. Conference on Performance Engineering Companion, 79–84 (2017)
76. Riesner, M., Pernul, G.: Supporting Compliance through Enhancing Internal Control Systems by Conceptual Business Process Security Modeling. ACIS 2010 Proc. (2010)
77. Bräuer, S., Delfmann, P., Dietrich, H.-A., Steinhorst, M.: Using a Generic Model Query Approach to Allow for Process Model Compliance Checking. An Algorithmic Perspective. Wirtschaftsinformatik Proc. 2013 (2013)
78. Lu, R., Sadiq, S., Governatori, G.: Measurement of Compliance Distance in Business Processes. Information Systems Management 25, 344–355 (2008)
79. Knuplesch, D., Reichert, M., Ly, L.T., Kumar, A., Rinderle-Ma, S.: Visual Modeling of Business Process Compliance Rules with the Support of Multiple Perspectives. Int. Conference on Conceptual Modeling, 106–120 (2013)
80. Brucker, A.D., Hang, I., Lückemeyer, G., Ruparel, R.: SecureBPMN. Modeling and Enforcing Access Control Requirements in Business Processes. ACM symposium on access control models and technologies (SACMAT), 123–126 (2012)
81. Masellis, R. de, Maggi, F.M., Montali, M.: Monitoring Data-aware Business Constraints with Finite State Automata. Proc. of the 2014 Int. Conference on Software and System Process, 134–143 (2014)
82. Rosemann, M., Zur Muehlen, M.: Integrating Risks in Business Process Models. ACIS 2005 Proc. (2005)
83. Corea, C., Delfmann, P.: Detecting Compliance with Business Rules in Ontology-Based Process Modeling. Wirtschaftsinformatik Proc. 2017 (2017)
84. Alaküla, M.-L., Matulevičius, R.: An Experience Report of Improving Business Process Compliance Using Security Risk-Oriented Patterns. The Practice of Enterprise Modeling, 271–285 (2015)
85. Rozsnyai, S., Slominski, A., Lakshmanan, G.T.: Discovering Event Correlation Rules for Semi-structured Business Processes. Proc. of the 5th ACM Int. conference on Distributed event-based system, 75–86 (2011)
86. Ly, L.T., Rinderle-Ma, S., Knuplesch, D., Dadam, P.: Monitoring Business Process Compliance Using Compliance Rule Graphs. On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2011, 82–99 (2011)
87. Mishra, S., Weistroffer, H.R.: A Framework for Integrating Sarbanes-Oxley Compliance into the Systems Development Process. CAIS 20 (2007)
88. Sandner, T., Kehlenbeck, M., Breitner, M.H.: An Implementation of a Process-Oriented Cross-System Compliance Monitoring Approach in a SAP ERP and BI Environment. ECIS (2010)
89. D’Aprile, D., Giordano, L., Martelli, A., Pozzato, G.L., Rognone, D., Dupré, D.T.: Business Process Compliance Verification. An Annotation Based Approach with Commitments. Information Systems, 563–570 (2012)
90. Moura Araujo, B. de, Schmitz, E.A., Correa, A.L., Alencar, A.J.: A Method for Validating the Compliance of Business Processes to Business Rules. Proc. of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing, 145–149 (2010)

91. D'Aprile, D., Giordano, L., Gliozzi, V., Martelli, A., Pozzato, G.L., Dupré, D.T.: Verifying Business Process Compliance by Reasoning about Actions. *Computational Logic in Multi-Agent Systems* (2010)
92. Namiri, S.S.G.: Modeling Control Objectives for Business Process Compliance. *Business Process Management*, 149–164 (2007)
93. Gómez-López, M.T., Gasca, R.M., Pérez-Álvarez, J.M.: Compliance validation and diagnosis of business data constraints in business processes at runtime. *Information Systems* 48, 26–43 (2015)
94. Doganata, Y.N., Curbera, F.: A Method of Calculating the Cost of Reducing the Risk Exposure of Non-compliant Process Instances. *Proc. of the first ACM workshop on Information security governance*, 7–12 (2009)
95. Nicola, A. de, Missikoff, M., Smith, F.: Towards a method for business process and informal business rules compliance. *Journal of Software: Evolution & Process* 24, 341–360 (2012)
96. Elgammal, A., Tureken, O., Heuvel, W.-J., Papazoglou, M.: Formalizing and applying compliance patterns for business process compliance. *Software & Systems Modeling* 15, 119–146 (2016)
97. Pham, T.A., Le Thanh, N.: An Ontology-based Approach for Business Process Compliance Checking. *Proc. of the 10th Int. Conference on Ubiquitous Information Management and Communication*, 56:1 (2016)
98. Gong, P., Knuplesch, D., Feng, Z., Jiang, J.: A Rule-Based Monitoring Framework for Business Processes Compliance. *Int. Journal of Web Services Research* 14, 81–103 (2017)
99. Semmelrodt, F., Knuplesch, D., Reichert, M.: Modeling the Resource Perspective of Business Process Compliance Rules with the Extended Compliance Rule Graph. *Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling*, 48–63 (2014)
100. Knuplesch, D., Reichert, M.: A visual language for modeling multiple perspectives of business process compliance rules. *Software & Systems Modeling*, 715–736 (2016)
101. Gheorghe, G., Massacci, F., Neuhaus, S., Pretschner, A.: GoCoMM. A Governance and Compliance Maturity Model. *WISG '09*, 33–38 (2009)
102. Giordano, L., Martelli, A., Dupré, D.T.: Temporal Deontic Action Logic for the Verification of Compliance to Norms in ASP. *Proc. of the 14th Int. Conference on Artificial Intelligence and Law*, 53–62 (2013)
103. Cabanillas, C., Resinas, M., Ruiz-Cortés, A.: Hints on how to face business process compliance. *Actas de los Talleres de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD)* 4, 26–32 (2010)

Anlage 3: Appendix des Artikels „*Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review*”

Acknowledgement of the original source of publication

The original version of this appendix was published as electronic supplementary material to the article *Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review*, which was published in the book *Weske M., Montali M., Weber I., vom Brocke J. (eds): Business Process Management. BPM 2018. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), vol. 11080. Springer, Cham.*

The electronic supplementary material is available online at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-98648-7_24

Appendix

The following table shows our revised concept matrix of identified technologies, methods and tools for Business Process Compliance supporting individual compliance management lifecycle phases.

Table 1. Revised concept matrix

Reference	Manual Internalization	Automatic Internalization	Formal Specification	Semiformal Specification	Forward Compliance Checking	Backward Compliance Checking	Manual Business Process Adaptation	Automatic Business Process Adaptation	Metrics
[1]	x				x				
[2]						x			
[3]					x				
[4]				x	x		x		
[5]			x		x				
[6]					x				
[7]			x		x		x		
[8]			x		x		x		
[9]					x			x	
[10]			x		x				
[11]					x				
[12]			x		x				
[13]			x		x				
[14]			x		x				
[15]							x		x
[16]	x		x				x		
[17]			x		x				
[18]					x				
[19]			x		x				
[20]					x				
[21]					x				
[22]					x				
[23]						x			x
[24]			x		x				
[25]	x		x						x
[26]			x		x			x	
[27]					x		x		x
[28]			x						
[29]			x		x				
[30]	x						x		
[31]			x		x				
[32]			x		x				
[33]			x		x				
[34]			x		x				
[35]	x			x	x				
[36]			x		x			x	
[37]	x		x		x			x	
[38]			x		x		x		
[39]		x	x		x				
[40]			x		x				x

(continued)

Table 1. (continued)

Reference	Manual Internalization	Automatic Internalization	Formal Specification	Semiformal Specification	Forward Compliance Checking	Backward Compliance Checking	Manual Business Process Adaptation	Automatic Business Process Adaptation	Metrics
[41]			x		x				
[42]	x		x		x		x		
[43]	x		x		x				
[44]			x		x				
[45]			x		x			x	
[46]					x				
[47]			x		x		x		x
[48]			x		x				
[49]	x								
[50]	x		x		x				
[51]			x						
[52]			x		x				
[53]			x		x				
[54]			x						
[55]			x						
[56]			x						
[57]			x						
[58]						x			
[59]				x	x				
[60]				x					
[61]			x		x			x	
[62]					x			x	
[63]						x			
[64]						x			
[65]			x						
[66]						x			x
[67]					x				
[68]					x				
[69]			x						
[70]			x		x				
[71]						x			
[72]				x	x				
[73]			x						
[74]				x					
Sum	10	1	44	6	51	7	10	7	7

References

1. Accorsi, R., Lowis, L., Sato, Y.: Automated Certification for Compliant Cloud-based Business Processes. *Business & Information Systems Engineering* 3 (2011)
2. Accorsi, R., Stocker, T., Müller, G.: On the Exploitation of Process Mining for Security Audits. The Process Discovery Case. *Proceedings of the 27th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, 1462–1468 (2012)

XLVIII

3. Accorsi, R., Wonnemann, C.: Strong Non-leak Guarantees for Workflow Models. *Proceedings of the 2011 ACM Symposium on Applied Computing*, 308–314 (2011)
4. Alaküla, M.-L., Matulevičius, R.: An Experience Report of Improving Business Process Compliance Using Security Risk-Oriented Patterns. *The Practice of Enterprise Modeling*, 271–285 (2015)
5. Kumar, A., Lui, R.: A Rule-Based Framework Using Role Patterns for Business Process Compliance. *Rule Representation, Interchange and Reasoning on the Web*, 58–72 (2008)
6. Awad, A., Barnawi, A., Elgammal, A., Elshawi, R., Almalaise, A., Sakr, S.: Runtime Detection of Business Process Compliance Violations. An Approach Based on Anti Patterns. *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, 1203–1210 (2015)
7. Awad, A., Goré, R., Hou, Z., Thomson, J., Weidlich, M.: An iterative approach to synthesize business process templates from compliance rules. *Information Systems* 37, 714–736 (2012)
8. Awad, A., Weidlich, M., Weske, M.: Visually specifying compliance rules and explaining their violations for business processes. *Journal of Visual Languages & Computing* 22, 30–55 (2011)
9. Barnawi, A., Awad, A., Elgammal, A., El Shawi, R., Almalaise, A., Sakr, S.: Runtime self-monitoring approach of business process compliance in cloud environments. *Cluster Computing* 18, 1503–1526 (2015)
10. Basin, D., Klaedtke, F., Müller, S., Zalinescu, E.: Monitoring Metric First-Order Temporal Properties. *Journal of the ACM (JACM)* 62, 15:1 (2015)
11. Becker, J., Bergener, P., Breuker, D., Delfmann, P., Eggert, M.: An Efficient Business Process Compliance Checking Approach. *Governance and Sustainability in Information Systems. Managing the Transfer and Diffusion of IT*, 282–287 (2011)
12. Becker, J., Bergener, P., Delfmann, P., Eggert, M., Weiss, B.: Supporting Business Process Compliance in Financial Institutions. A Model-Driven Approach. *Wirtschaftsinformatik Proceedings* (2011)
13. Becker, J., Bergener, P., Delfmann, P., Weiss, B.: Modeling and Checking Business Process Compliance Rules in the Financial Sector. *Proceedings of the International Conference on Information Systems* (2011)
14. Becker, J., Delfmann, P., Dietrich, H.-A., Steinhorst, M., Eggert, M.: Business process compliance checking. applying and evaluating a generic pattern matching approach for conceptual models in the financial sector. *Information Systems Frontiers* 18, 359–405 (2016)
15. Bhamidipaty, A., Narendra, N.C., Nagar, S., Varshneya, V.K., Vasa, M., Deshwal, C.: Indra. An integrated quantitative system for compliance management for IT service delivery. *IBM Journal of Research & Development* 53, 6:1–6:12 (2009)
16. Boella, G., Janssen, M., Hulstijn, J., Humphreys, L., van der Torre, L.: Managing Legal Interpretation in Regulatory Compliance. *Proceedings of the Fourteenth International Conference on Artificial Intelligence and Law*, 23–32 (2013)
17. Bräuer, S., Delfmann, P., Dietrich, H.-A., Steinhorst, M.: Using a Generic Model Query Approach to Allow for Process Model Compliance Checking. An Algorithmic Perspective. *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2013* (2013)
18. Brucker, A.D., Hang, I., Lückemeyer, G., Ruparel, R.: SecureBPMN. Modeling and Enforcing Access Control Requirements in Business Processes. *ACM symposium on access control models and technologies (SACMAT)*, 123–126 (2012)
19. Corea, C., Delfmann, P.: Detecting Compliance with Business Rules in Ontology-Based Process Modeling. *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2017* (2017)

20. Ly, L.T., Rinderle-Ma, S., Knuplesch, D., Dadam, P.: Monitoring Business Process Compliance Using Compliance Rule Graphs. On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2011, 82–99 (2011)
21. D’Aprile, D., Giordano, L., Martelli, A., Pozzato, G.L., Rognone, D., Dupré, D.T.: Business Process Compliance Verification. An Annotation Based Approach with Commitments. Information Systems: Crossroads for Organization, Management, Accounting and Engineering, 563–570 (2012)
22. D’Aprile, D., Giordano, L., Gliozzi, V., Martelli, A., Pozzato, G.L., Dupré, D.T.: Verifying Business Process Compliance by Reasoning about Actions. Computational Logic in Multi-Agent Systems (2010)
23. Doganata, Y.N., Curbera, F.: A Method of Calculating the Cost of Reducing the Risk Exposure of Non-compliant Process Instances. Proceedings of the first ACM workshop on Information security governance, 7–12 (2009)
24. Elgammal, A., Turetken, O., Heuvel, W.-J., Papazoglou, M.: Formalizing and applying compliance patterns for business process compliance. Software & Systems Modeling 15, 119–146 (2016)
25. Ghanavati, S., Hulstijn, J.: Impact of Legal Interpretation on Business Process Compliance. Proceedings of the First International Workshop on TEchnical and LEgal aspects of data pRivacy, 26–31 (2015)
26. Ghose, A., Koliadis, G.: Auditing Business Process Compliance. International Conference on Service-Oriented Computing, 169–180 (2007)
27. Gheorghe, G., Massacci, F., Neuhaus, S., Pretschner, A.: GoCoMM. A Governance and Compliance Maturity Model. WISG ’09, 33–38 (2009)
28. Giordano, L., Martelli, A., Dupré, D.T.: Temporal Deontic Action Logic for the Verification of Compliance to Norms in ASP. Proceedings of the Fourteenth International Conference on Artificial Intelligence and Law, 53–62 (2013)
29. Gómez-López, M.T., Gasca, R.M., Pérez-Álvarez, J.M.: Compliance validation and diagnosis of business data constraints in business processes at runtime. Information Systems 48, 26–43 (2015)
30. Gong, Y., Janssen, M.: From policy implementation to business process management. Principles for creating flexibility and agility. Government Information Quarterly 29, S61–S71 (2012)
31. Gong, P., Knuplesch, D., Feng, Z., Jiang, J.: A Rule-Based Monitoring Framework for Business Processes Compliance. International Journal of Web Services Research 14, 81–103 (2017)
32. Governatori, G., Rotolo, A.: How Do Agents Comply with Norms? Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies, 488–491 (2009)
33. Hashmi, M., Governatori, G., Wynn, M.T.: Normative Requirements for Business Process Compliance. Australian Symposium on Service Research and Innovation, 100–116 (2014)
34. He, Q.: Detecting Runtime Business Process Compliance with Artifact Lifecycles. Service-Oriented Computing - ICSOC 2012 Workshops, 426–432 (2013)
35. Höhenberger, S., Riehle, D., Delfmann, P.: From Legislation to Potential Compliance Violations in Business Processes. Simplicity Matters. European Conference on Information Systems (ECIS 2016) (2016)
36. Höhn, S.: Model-based Reasoning on the Achievement of Business Goals. Proceedings of the 2009 ACM symposium on Applied Computing, 1589–1593 (2009)
37. Hummer, W., Gaubatz, P., Strembeck, M., Zdun, U., Dustdar, S.: An Integrated Approach for Identity and Access Management in a SOA Context. Proceedings of the 16th ACM symposium on Access control models and technologies, 21–30 (2011)

L

38. Namiri, K., Stojanovic, N.: Pattern-Based Design and Validation of Business Process Compliance. OTM Confederated International Conferences "On the Move to Meaningful Internet Systems, 59–76 (2007)
39. Knuplesch, D., Ly, L.T., Rinderle-Ma, S., Pfeifer, H., Dadam, P.: On Enabling Data-aware Compliance Checking of Business Process Models. International Conference on Conceptual Modeling, 332–346 (2010)
40. Knuplesch, D., Reichert, M., Kumar, A.: A framework for visually monitoring business process compliance. Information Systems 64, 381–409 (2017)
41. Knuplesch, D., Reichert, M., Kumar, A.: Visually Monitoring Multiple Perspectives of Business Process Compliance. Business Process Management "", 263-279 (2015)
42. Letia, I.A., Goron, A.: Model checking as support for inspecting compliance to rules in flexible processes. Journal of Visual Languages & Computing 28, 100–121 (2015)
43. Letia, I.A., Groza, A.: Compliance checking of integrated business processes. Data & Knowledge Engineering 87, 1–18 (2013)
44. Liu, Y., Müller, S., Xu, K.: A static compliance-checking framework for business process models. IBM Systems Journal 46, 335–361 (2007)
45. Lohmann, N.: Compliance by design for artifact-centric business processes. Information Systems 38, 606–618 (2013)
46. Loreti, D., Chesani, F., Ciampolini, A., Mello, P.: Distributed Compliance Monitoring of Business Processes over MapReduce Architectures. Proceedings of the 8th ACM/SPEC on International Conference on Performance Engineering Companion, 79–84 (2017)
47. Lu, R., Sadiq, S., Governatori, G.: Measurement of Compliance Distance in Business Processes. Information Systems Management 25, 344–355 (2008)
48. Masellis, R. de, Maggi, F.M., Montali, M.: Monitoring Data-aware Business Constraints with Finite State Automata. Proceedings of the 2014 International Conference on Software and System Process, 134–143 (2014)
49. Mishra, S., Weistroffer, H.R.: A Framework for Integrating Sarbanes-Oxley Compliance into the Systems Development Process. Communications of the Association for Information Systems 20 (2007)
50. Moura Araujo, B. de, Schmitz, E.A., Correa, A.L., Alencar, A.J.: A Method for Validating the Compliance of Business Processes to Business Rules. Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing, 145–149 (2010)
51. Namiri, S.S.G.: Modeling Control Objectives for Business Process Compliance. Business Process Management, 149–164 (2007)
52. Nicola, A. de, Missikoff, M., Smith, F.: Towards a method for business process and informal business rules compliance. Journal of Software: Evolution & Process 24, 341–360 (2012)
53. Pham, T.A., Le Thanh, N.: An Ontology-based Approach for Business Process Compliance Checking. Proceedings of the 10th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, 56:1 (2016)
54. Knuplesch, D., Reichert, M.: A visual language for modeling multiple perspectives of business process compliance rules. Software & Systems Modeling, 715–736 (2016)
55. Knuplesch, D., Reichert, M., Ly, L.T., Kumar, A., Rinderle-Ma, S.: Visual Modeling of Business Process Compliance Rules with the Support of Multiple Perspectives. International Conference on Conceptual Modeling, 106–120 (2013)
56. Riesner, M., Pernul, G.: Supporting Compliance through Enhancing Internal Control Systems by Conceptual Business Process Security Modeling. ACIS 2010 Proceedings (2010)
57. Rosemann, M., Zur Muehlen, M.: Integrating Risks in Business Process Models. ACIS 2005 Proceedings (2005)

58. Rozsnyai, S., Slominski, A., Lakshmanan, G.T.: Discovering Event Correlation Rules for Semi-structured Business Processes. *Proceedings of the 5th ACM international conference on Distributed event-based system*, 75–86 (2011)
59. Sandner, T., Kehlenbeck, M., Breitner, M.H.: An Implementation of a Process-Oriented Cross-System Compliance Monitoring Approach in a SAP ERP and BI Environment. *European Conference on Information Systems (ECIS 2010)* (2010)
60. Schaefer, T., Fettke, P., Loos, P.: Control Patterns. Bridging The Gap Between Is Controls And BPM. *European Conference on Information Systems (ECIS 2013)* (2013)
61. Schumm, D., Turetken, O., Kokash, N., Elgammal, A., Leymann, F., van den Heuvel, W.-J.: Business Process Compliance through Reusable Units of Compliant Processes. *Current Trends in Web Engineering*, 325–337 (2010)
62. Schultz, M.: Enriching Process Models for Business Process Compliance Checking in ERP Environments. *International Conference on Design Science Research in Information Systems*, 120–135 (2013)
63. Seeliger, A., Nolle, T., Schmidt, B., Mühlhäuser, M.: Process Compliance Checking using Taint Flow Analysis. *Proceedings of the International Conference on Information Systems* (2016)
64. Seeliger, A., Nolle, T., Mühlhäuser, M.: Detecting Concept Drift in Processes Using Graph Metrics on Process Graphs. *Proceedings of the 9th Conference on Subject-oriented Business Process Management*, 6:1 (2017)
65. Semmelrodt, F., Knuplesch, D., Reichert, M.: Modeling the Resource Perspective of Business Process Compliance Rules with the Extended Compliance Rule Graph. *Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling*, 48–63 (2014)
66. Shamsaei, A., Pourshahid, A., Amyot, D.: Business Process Compliance Tracking Using Key Performance Indicators. *Business Process Management Workshops*, 73–84 (2011)
67. Song, L., Wang, J., Wen, L., Kong, H.: Efficient Semantics-Based Compliance Checking Using LTL Formulae and Unfolding. *Journal of Applied Mathematics*, 1–24 (2013)
68. Thi, T.T.P., Helfert, M., Hossain, F., Le Dinh, T.: Discovering Business Rules from Business Process Models. *Proceedings of the 12th International Conference on Computer Systems and Technologies*, 259–265 (2011)
69. Turetken, O., Elgammal, A., van den Heuvel, W., Willem-Jan, Papazoglou, M.: Enforcing Compliance on Business Processes through the use of Patterns. *European Conference on Information Systems (ECIS 2011)* (2011)
70. Turetken, O., Elgammal, A., van den Heuvel, W.-J., Papazoglou, M.P.: Capturing Compliance Requirements. A Pattern-Based Approach. *IEEE Software* 29 (2012)
71. Wang, Y., Kelly, T., Lafortune, S.: Discrete Control for Safe Execution of IT Automation Workflows. *Proceedings of the 2nd ACM SIGOPS/EuroSys European Conference on Computer Systems 2007* 41, 305–314 (2007)
72. Witt, S., Feja, S., Speck, A., Prietz, C.: Integrated Privacy Modeling and Validation for Business Process Models. *Proceedings of the 2012 Joint EDBT/ICDT Workshops*, 196–205 (2012)
73. Zoet, M., Versendaal, J.: Business Rules Management Solutions Problem Space: Situational Factors. *PACIS 2013 Proceedings* (2013)
74. Zur Muehlen, M., Indulska, M., Kamp, G.: Business Process and Business Rule Modeling Languages for Compliance Management. A Representational Analysis. *Proceeding ER '07 Tutorials, posters, panels and industrial contributions at the 26th international conference on Conceptual modeling*, 127–132 (2007)

Anlage 4: Volltext des Artikels „*Toward a Conceptual Model for Cost-Effective Business Process Compliance*”

Acknowledgement of the original source of publication

The original version of this article was published in the book *Eibl, M., Gaedke, M. (eds): INFORMATIK 2017. Lecture Notes in Informatics (LNI), vol. 275. Gesellschaft für Informatik, Bonn.*

The final authenticated version is available online at: https://doi.org/10.18420/in2017_163

Toward a Conceptual Model for Cost-Effective Business Process Compliance

Stephan Kühnel¹

Abstract: Owing to the constant rise in the number of regulatory requirements, checking and ensuring business process compliance (BPC) becomes increasingly complex and thus more costly. Although managing BPC in a cost-effective way is critical for organisations, it lacks a corresponding domain model. In response, the paper at hand introduces a theoretically grounded conceptual model including necessary domain-specific elements, attributes and methods for cost-effective BPC. The model maps the operating principle of cost-effectiveness calculations in a BPC environment.

Keywords: business process compliance, compliance, cost-effectiveness, conceptual model, domain model

1 Introduction

Business process compliance (BPC) can be characterised as the act of ensuring that the business processes of an enterprise conform to a set of requirements arising from regulations such as laws, directives, internal guidelines, etc. [RLD08, FZ14, Go16]. Various approaches to checking BPC seek to confirm business processes against formally expressed regulatory requirements or so-called formal compliance rules [LMX07]. Such approaches address a variety of checking scopes, including time, information, resources, control flows or location-based aspects [CRR10, FZ14] and consider compliance as a rather technical matter [Sc13]. However, checking and ensuring BPC is not purely a technical challenge. Due to the ever-increasing number of regulatory requirements, checking and ensuring BPC becomes exceptionally complex and thus a cost-intensive task [Sa11, SG15].

The authors of [Sa11], [Sc13] and [SG15] have pointed out that managing BPC in a cost-effective way is critical for organisations and the conceptualisation of a corresponding domain model is needed. A comprehensive conceptual model for cost-effective BPC could map the operating principle of cost-effectiveness calculations in a BPC environment, clarify the interrelations between necessary domain-specific model elements and serve as a conceptual foundation for deriving corresponding mathematical methods, such as domain-specific cost-effectiveness or cost-benefit ratios. Hence, the research objective of this paper is the construction of a conceptual model for cost-effective BPC. The design of the model builds upon a literature-based domain analysis and the methodological notes of

¹ Martin Luther University Halle-Wittenberg, Chair of Information Management, Universitätsring 3, 06108 Halle (Saale), stephan.kuehnel@wiwi.uni-halle.de

March and Smith [MS95]. This contribution is part of a comprehensive research project [Kü17] resting upon the design science research (DSR) methodology, which describes a systematic structure for artefact development [GH13]. According to [GH13], a conceptual model for cost-effective BPC represents an artefact that contributes to the prescriptive knowledge base of DSR.

The remainder of this paper is structured as follows. Section 2 outlines related work and includes a literature-based analysis of the BPC domain. Since section 2 shows that existing work is lacking in the comprehensive consideration of domain-specific model elements for conceptualising cost-effectiveness, section 3 introduces a novel conceptual model for cost-effective BPC. The paper closes with a conclusion and an outlook for further research in section 4.

2 Related Work and Domain Analysis

Cost-effectiveness refers to the assessment of measures according to both their costs and their effects with regard to creating outcome [LM01]. As discussed below, the conceptualisation of cost-effectiveness for BPC is accompanied by a number of requirements. The subsequent review of related work is done under consideration of these requirements.

Cost-effectiveness is also known as economic efficiency and refers to the economic principle, which describes the relation between a result (or so-called output) and required means (or so-called input) [KBS09, In15]. This general characterisation can be specified in terms of different means and objectives for various domains, including BPC. The first requirement for the conceptualisation of cost-effectiveness is mapping the input and output of BPC by a *domain-specific input element* (DIE) and a *domain-specific output element* (DOE). The DIE maps particular measures for ensuring compliance and the DOE is the element associated with the results of those measures. Since the cost-effectiveness refers to the assessment of measures [LM01], the second requirement is the presence of a *domain-specific assessment element* (DAE). The DAE serves to contrast DIE and DOE mathematically and thus has to provide methods to calculate the cost-effectiveness of BPC. Such calculations can only be performed if DIE and DOE are measurable [LM01, Be01]. Therefore, the last requirement refers to the representation of DIE and DOE by *attributes* with quantitative (at best, monetary) expressions, such as the cost of compliance measures.

In the following, it is examined whether the cost-effectiveness and its conceptual requirements are considered in related work on conceptual models of the BPC domain. The search for related work was conducted according to the methodological notes on documenting the literature search process of Vom Brocke et al. [Vo09]. It was performed using the following four databases: IEEE Xplore digital library, electronic library of the Association for Information Systems (AISel), Science Direct and SpringerLink. The use of various databases ensures that a broad range of relevant literature can be found and the search results are not restricted to specific publishers [FZ14]. In the first step, the databases were

searched for publications whose titles contain the keywords *business process* and *compliance*. The search string (*business process*) AND *compliance* was used in all four databases, resulting in a total of 67 hits. In the second step, the 67 contributions found were searched for domain models, meta-models and conceptual models, resulting in seven relevant articles. Those were reviewed with regard to the requirements for the conceptualisation of cost-effectiveness, in particular the existence of adequate DIE, DOE, DAE and corresponding attributes. The outcome is shown in Table 1 and discussed below.

Source	DIE	DOE	DAE	Attributes
[SGN07]	Internal Control	Control Objective	-	-
[NS07]	Control	Control Objective	Risk Assessment	-
[Sc10]	Compliance Fragment	Compliance Target	-	-
[Tu11]	Control	Compliance Target	BPC Assessment	-
[Sc13]	Process-integrated Control Mean	Control Objective	Process Assessment	DIE Effectiveness
[ET15]	Control	Compliance Target	BPC Assessment	-
[St16]	Compliance Rule	Compliance Goal	-	-

Tab. 1: Outcome of the analysis of the business process compliance domain

In the models of [SGN07, NS07, Tu11, Sc13, ET15], the DIEs of BPC are control, internal control or process-integrated control mean. Essentially, these DIEs merely differ in wording since they all rest upon the definition of a control as a measure to check, verify or enforce compliance. In a proper sense, a control is defined as a target-performance comparison that ensures compliance provided that the execution of a control is directly requested by a requirement. However, compliance requirements can also constitute obligatory activities, such as reporting duties of the banking sector (see, for example, Section 14 (1) of the German Banking Act (KWG)) which controls as such do not cover. Under these circumstances, the specification of a control as DIE is insufficient for a comprehensive assessment of cost-effectiveness. The DIEs of the models of [St16] and [Sc10] allow covering both kinds of compliance duties, i.e., control activities and obligatory activities. In the model of [St16], an executable formal compliance rule is the DIE of BPC. Formal compliance rules are logical expressions of compliance requirements which are difficult to measure in terms of cost-effectiveness. In the model of [Sc10], the DIE is a compliance fragment representing a process structure that is integrated into a business process in order to ensure compliance. By appropriate quantitative specification of the underlying activities, such process structures are suitable for assessment. However, this specification is not included in [Sc10].

The authors of the related work specify utmost similar elements as DOE of BPC. Control objectives [SGN07, NS07, Sc13], compliance goals [St16] and compliance targets [Sc10,

ET15] are derived from requirements and indicate what needs to be done in order to comply. This specification of DOE is insufficient for a comprehensive assessment of cost-effectiveness, as it merely describes a procedure for achieving a desired state, which is difficult to measure. Besides, the aim of BPC approaches is commonly described as the detection and prevention of impending compliance violations, which corresponds to the hedging of compliance risks [KSS17]. Compliance risks can be represented mathematically [Sc10, ET15, Tu11, Sc13] and thus can be considered as measurable ODEs. In the domain of BPC, a compliance risk is characterised as the potential failure to meet requirements [Sc10] or, more generally, the potential occurrence of an undesired state. Thus, compliance risks are merely perceived as threats [Sc13, ET15, Tu11], which corresponds to a downside risk view [La17, Ma07]. Although [SGN07, NS07, Sc10, Tu11, Sc13, ET15] consider a downside risk as a domain-specific element, it does not represent the DOE in their conceptual models, since they do not characterise the protection against downside risks (or rather violations) as the goal of compliance. Moreover, the focus on downside risks is insufficient for a comprehensive assessment of cost-effectiveness, since it does not correspond to a holistic risk view. The downside risk view solely focuses on uncertain negative consequences [La17, Ma07]. Thus, it neglects the upside risk perspective which refers to uncertain positive consequences, such as increasing sales through positive image effects [Am08].

In the model of [NS07], risk assessment is specified as DAE, which rates the risk of not being compliant. However, [NS07] do not specifically describe what constitutes a risk or how it is measured or assessed. In the models of [Tu11, Sc13, ET15], the DAE is process assessment/BPC assessment. These elements assess the extent to which the DIEs ensure compliance. The models of [SGN07, Sc10, St16] do not contain any DAEs. To put it in a nutshell, extant models do not yet consider DAEs aimed at assessing the cost-effectiveness of BPC. Hence, it is hardly surprising that the attributes of corresponding calculations, such as compliance costs (of DIE), likelihoods or monetary impacts of uncertain consequences (of DOE) are largely lacking. Merely [Sc13] defines the effectiveness as an attribute for specifying the DOE. However, this single attribute is insufficient for a comprehensive assessment of cost-effectiveness.

The domain analysis has shown that related work is lacking in a comprehensive consideration of domain-specific elements and attributes for conceptualising cost-effectiveness. To close this gap, a novel conceptual model for cost-effective BPC is proposed in section 3.

3 A Conceptual Model for Cost-Effective BPC

The proposed conceptual model for cost-effective BPC was constructed in consideration of the methodological notes on models of March and Smith [MS95]. Conceptual models can be used to represent new theories or phenomena through domain-specific elements and their associations and can be constructed based on domain knowledge [MS95]. According to [MS95], the concern of such models is utility, not truth. Correspondingly, a

new conceptual model for assessing the cost-effectiveness of BPC is proposed below. The model is based on the previous domain analysis, takes into account the requirements for conceptualising the cost-effectiveness as discussed in section 2, and was constructed under use of the Unified Modelling Language (UML). Since the UML allows modelling class diagrams at different abstraction levels, it also allows building conceptual models focusing on domain concepts rather than software entities [FG03]. Figure 1 shows a UML class diagram mapping key elements for cost-effective BPC as classes and their relationships as associations.

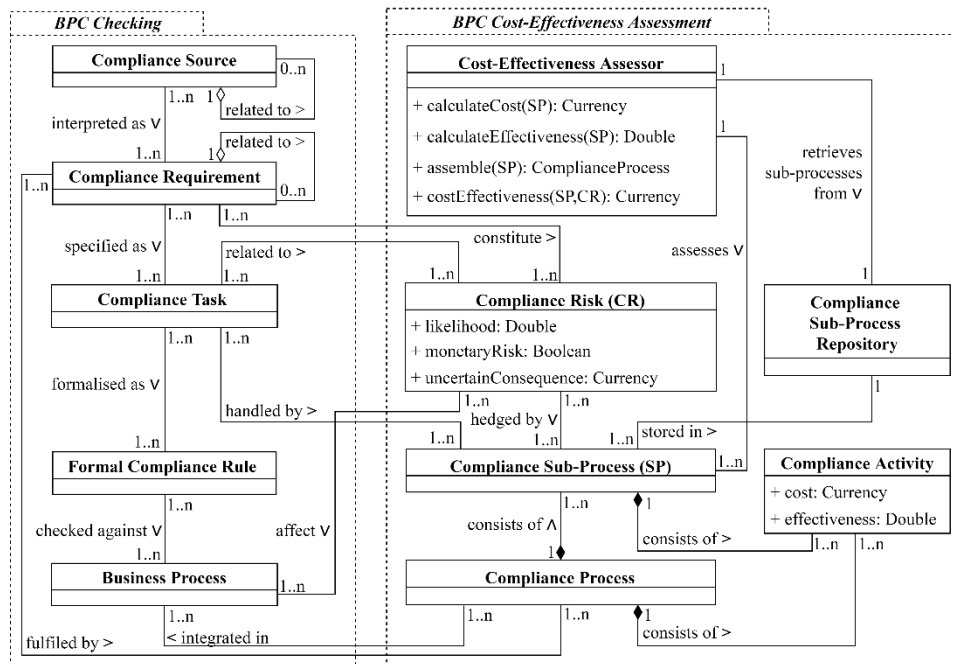


Fig. 1: Conceptual model for cost-effective business process compliance

According to the contributions of [SGN07, NS07, Sc10, Tu11, Sc13, ET15, St16], checking BPC is essentially based on the domain-specific elements as depicted in the UML package *BPC Checking*. These are defined as follows. A *Compliance Requirement* is a condition, obligation or constraint that describes desired results or binding duties. Compliance requirements stem from the interpretation of rather general and mostly textual *Compliance Sources*, such as laws, regulations, internal provisions, contracts, standards, (best practice) frameworks, etc. [Tu11, Sc10]. A compliance source, moreover, defines the origin of compliance requirements [Tu11]. Further specification of each requirement results in one or several operative and organisation-specific *Compliance Tasks*, which serve as activity descriptions. Compliance tasks can be mapped as machine-readable *Formal Compliance Rules*, formalised by logical languages such as Linear Temporal Logic (LTL), Computational Tree Logic (CTL), etc. [Tu11, Sc10]. A *Business Process* is

a collection of work items that takes one or more kinds of input and transforms it into a valuable output [HC03]. Business processes are checked against formal compliance rules by using, for example, process verification tools that aim at inspecting compliant process design [Sc10].

The UML Package *BPC Cost-Effectiveness Assessment* extends the conceptual structure of checking BPC to the perspective of cost-effectiveness, taking into account the requirements discussed in section 2 and corresponding domain-specific elements. These elements are defined as follows. A *Compliance Risk* represents the DOE of cost-effective BPC and describes the possibility of occurrence of an uncertain consequence that can affect a business process. Uncertain consequences can affect business processes both positively in terms of upside risks, such as increasing sales through positive image effects, and negatively in terms of downside risks, such as fines due to compliance violations. Since a compliance risk is represented mathematically as multiplication of the likelihood of occurrence by the extent of an uncertain positive or negative consequence [La17], it is specified by means of the appropriate attributes *likelihood* and *uncertainConsequence*. The additional attribute *monetaryRisk* represents a logical value that indicates whether the attribute *uncertainConsequence* can be expressed in monetary terms (i.e., in a currency), which is required for subsequent calculations. However, uncertain consequences can also be non-monetary and thus difficult or even impossible to measure in economic terms, such as prison sentences.

The analysis of related work has shown that existing DIEs differ in terms of duties that can be addressed. Hence, the *Compliance Activity* is introduced as an abstract DIE that serves the fulfilment of a specific compliance task and can address both types of compliance duties, i.e., controls and obligatory activities. Compliance activities are specified by the attributes *cost* (for example, the cost of implementation or execution) and *effectiveness* of task fulfilment. Both compliance processes and compliance sub-processes consist of such activities. A *Compliance Sub-Process* represents an elementary process section that can be integrated into a business process in order to ensure compliance with a specific requirement. Moreover, it serves the fulfilment of multiple compliance tasks in order to hedge a specific compliance risk. Following the idea of reusability [NS07, Sc10], such sub-processes can be used to hedge the same risks in diverse business processes. For this purpose, compliance sub-processes are stored in a *Compliance Sub-Process Repository*. A *Compliance Process* is a composite sequence of compliance sub-processes that can be integrated into a business process. It hedges all risks that could affect a specific business process by complying with the set of corresponding requirements.

The *Cost-Effectiveness Assessor* is the DAE of this model. It enables assessing the cost-effectiveness of BPC by contrasting DIE and DOE. Since a compliance sub-process hedges a compliance risk (DOE), the method *costEffectiveness(SP, CR)* contrasts the cost of a specific sub-process (i.e., the monetary input) with the economic benefit of this sub-process resulting from risk hedging (i.e., the monetary output), given the attribute value of *monetaryRisk* is TRUE. The methods *calculateCost(SP)* and *calculateEffectiveness(SP)* allow calculating cost and effectiveness of compliance sub-processes based on

the attribute values of the underlying compliance activities (DIEs). In case of a downside risk, the effectiveness of a compliance sub-process corresponds to the likelihood with which a negative uncertainConsequence is prevented. In case of an upside risk, the effectiveness of a compliance sub-process corresponds to the likelihood with which a positive uncertainConsequence can be realised. The economic benefit of a compliance sub-process is calculated by multiplying the attribute value of uncertainConsequence by the effectiveness of the corresponding sub-process. The calculated values of monetary input and output can be contrasted and used to determine domain-specific ratios as well as cost-effective compliance sub-processes. Finally, the method *assemble(SP)* composes a compliance process from cost-effective compliance sub-processes which hedge all risks arising from relevant requirements.

The conceptual model proposed in this section includes essential DIE, DOE, DAE as well as corresponding attributes and methods for cost-effective BPC, which are summarised in Table 2. Thus, the model meets the requirements that are associated with the conceptualisation of cost-effectiveness, as discussed in section 2.

	DIE	DOE	DAE
Name	Compliance Activity	Compliance Risk	Cost-Effectiveness Assessor
Attributes/ Methods	cost, effectiveness	likelihood, monetaryRisk, uncertainConsequence	calculateCost(SP), calculateEffectiveness(SP), assemble(SP), costEffectiveness(SP,CR)

Tab. 2: Domain-specific elements, attributes and methods of the conceptual model

However, the cost-effectiveness assessor of this model is currently restricted to the monetary assessment of compliance measures, since it solely allows comparing both costs and effects when each is measured in monetary terms. Thus, the assessor reaches its limits given non-monetary uncertain consequences (i.e., the attribute value of monetaryRisk is FALSE). The subject of future research is the expansion of the DAE by methods for assessing non-monetary consequences.

4 Conclusion and Outlook

Although managing BPC in a cost-effective way is critical for organisations, a literature review has shown that a corresponding domain model is lacking. In response, this paper introduced a novel conceptual model that extends the conceptual structure of checking BPC to the perspective of cost-effectiveness. The model is grounded on a literature-based analysis of the BPC domain and clarifies the interrelations between necessary domain-specific model elements. Moreover, it maps the operating principle of cost-effectiveness calculations in a BPC environment, taking into account necessary methods and attributes.

The model serves as the conceptual foundation for deriving corresponding mathematical methods, which is the consequent next step of research. Besides, there are further research opportunities. Since the model is theoretically grounded, it requires verification, for example, through empirical studies. In addition, a more detailed investigation of non-monetary uncertain consequences is necessary, as these are not yet readily accessible to an assessment of cost-effectiveness. These research opportunities are subject of prospective investigations.

References

- [Am08] Amodu, T.: The Determinants of Compliance with Laws and Regulations with Special Reference to Health and Safety - A Literature Review, London, 2008.
- [Be01] Belli, P.: Economic Analysis of Investment Operations: Analytical Tools and Practical Applications. World Bank, 2001.
- [CRR10] Cabanillas, C.; Resinas, M.; Ruiz-Cortés, A.: Hints on How to Face Business Process Compliance. In Actas de los Talleres de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, 2010, 4; S. 26–32.
- [ET15] Elgammal, A.; Turetken, O.: Lifecycle Business Process Compliance Management: A Semantically-Enabled Framework. In Proceedings of the International Conference on Cloud Computing (ICCC), 2015; S. 1–8.
- [FG03] Funes, A. M.; George, C.: Formalizing UML Class Diagrams. In (Favre, L. ed.): UML and the Unified Process. IRM Press, Hershey, Pa., 2003; S. 129–198.
- [FZ14] Fellmann, M.; Zasada, A.: State-of-the-Art of Business Process Compliance Approaches: A Survey. In Proceedings of the 22th European Conference on Information Systems (ECIS'14), 2014; S. 1–17.
- [GH13] Gregor, S.; Hevner, A.: Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. In Management Information Systems Quarterly (MISQ), 2013, 37; S. 337–356.
- [Go16] Governatori, G. et al.: Semantic Business Process Regulatory Compliance Checking Using LegalRuleML. In (Blomqvist, E. et al. ed.): Knowledge Engineering and Knowledge Management. EKAW 2016, Bologna, Italy, November 19-23, Cham, 2016; S. 746–761.
- [HC03] Hammer, M.; Champy, J.: Reengineering the Corporation. A Manifesto for Business Revolution. HarperBusiness Essentials, New York, 2003.
- [In15] International Organisation for Standardization: ISO 9000:2015(en): Quality Management Systems - Fundamentals and Vocabulary.
- [KBS09] Kirzner, I. M.; Boettke, P. J.; Sautet, F. E.: The Economic Point of View. An Essay in the History of Economic Thought. Liberty Fund, Indianapolis, 2009.
- [KSS17] Kühnel, S.; Sackmann, S.; Seyffarth, T.: Effizienzorientiertes Risikomanagement für Business Process Compliance. In HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, 2017, 54; S. 124–145.

- [Kü17] Kühnel, S.: Toward Cost-Effective Business Process Compliance: A Research Agenda. In Proceedings of the Informatik 2017, Lecture Notes in Informatics (LNI), 2017.
- [La17] Lam, J.: Implementing Enterprise Risk Management: From Methods to Applications. Wiley, 2017.
- [LM01] Levin, H. M.; McEwan, P. J.: Cost-Effectiveness Analysis. Methods and Applications. SAGE Publications, 2001.
- [LMX07] Liu, Y.; Muller, S.; Xu, K.: A Static Compliance-Checking Framework for Business Process Models. In IBM Systems Journal, 2007, 46; S. 335–361.
- [Ma07] Marchetti, A. M.: Sarbanes-Oxley Ongoing Compliance Guide: Key Processes and Summary Checklists. Wiley, 2007.
- [MS95] March, S. T.; Smith, G. F.: Design and Natural Science Research on Information Technology. In Decision Support Systems, 1995, 15; S. 251–266.
- [NS07] Namiri, K.; Stojanovic, N.: Pattern-Based Design and Validation of Business Process Compliance. In Proceedings of On the Move to Meaningful Internet Systems, 2007; S. 59–76.
- [RLD08] Rinderle-Ma, S.; Ly, L. T.; Dadam, P.: Aktuelles Schlagwort: Business Process Compliance.
- [Sa11] Sadiq, S.: A Roadmap for Research in Business Process Compliance. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011; S. 1–4.
- [Sc10] Schumm, D. et al.: Business Process Compliance through Reusable Units of Compliant Processes. In Proceedings of the 10th International Conference on Web Engineering (ICWE'10), 2010; S. 325–337.
- [Sc13] Schultz, M.: Towards an Empirically Grounded Conceptual Model for Business Process Compliance. In Proceedings of the 32th International Conference on Conceptual Modeling, 2013; S. 138–145.
- [SG15] Sadiq, S.; Governatori, G.: Managing Regulatory Compliance in Business Processes. In (Brocke, J.; Rosemann, M. ed.): Handbook on Business Process Management 2. Springer Berlin Heidelberg, 2015; S. 159–175.
- [SGN07] Sadiq, S.; Governatori, G.; Namiri, K.: Modeling Control Objectives for Business Process Compliance. In Proceedings of the 5th International Conference on Business Process Management (BPM'07), 2007; S. 149–164.
- [St16] Stratigaki, C. et al.: Business Process Elicitation from Regulatory Compliance Documents. In Proceedings of the 18th IEEE Conference on Business Informatics, 2016; S. 8–13.
- [Tu11] Turetken, O. et al.: Enforcing Compliance on Business Processes Through the Use of Patterns. In Proceedings of the 19th European Conference on Information Systems (ECIS), 2011.
- [Vo09] Vom Brocke, J. et al.: Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. In Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems (ECIS), 2009; S. 2206–2217.

Anlage 5: Autorenerklärung über die Arbeitsanteile am Artikel „*An Approach Toward the Economic Assessment of Business Process Compliance*”

Der Artikel “*An Approach Toward the Economic Assessment of Business Process Compliance*” wurde in Ko-Autorenschaft verfasst. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Arbeitsanteile der Autoren am Artikel.

Autoren:

1. Kühnel, Stephan (KS)
2. Zasada, Andrea (ZA)

Arbeitsanteile:

Aspekt	Autor/en
Forschungskonzept	KS
Problemstellung	KS unter Mitwirkung von ZA
Zielsetzung	KS
Literaturrecherche	KS unter Mitwirkung von ZA
Konzeptualisierung des Themas	KS
Mathematische Definitionen	KS
Entwicklung der Bewertungsmethode	KS
Fallbeispiel	KS unter Mitwirkung von ZA
Erstellung des Manuskripts	KS
Überarbeitung nach Begutachtung	KS

Anlage 6: Volltext des Artikels „*An Approach Toward the Economic Assessment of Business Process Compliance*”

Acknowledgement of the original source of publication

The original version of this article was published in the book *Woo C., Lu J., Li Z., Ling T., Li G., Lee M. (eds): Advances in Conceptual Modeling. ER 2018. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), vol. 11158. Springer, Cham.*

The final authenticated version is available online at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-01391-2_28

An Approach Toward the Economic Assessment of Business Process Compliance

Stephan Kuehnel¹ and Andrea Zasada²

¹ Martin Luther University Halle-Wittenberg, Halle (Saale), Germany
stephan.kuehnel@wiwi.uni-halle.de

² University of Rostock, Rostock, Germany
andrea.zasada@uni-rostock.de

Abstract. Business process compliance (BPC) denotes business processes that adhere to requirements originating from different sources, e.g., laws or regulations. Compliance measures are used in business processes to prevent compliance violations and their consequences, such as fines or monetary sanctions. Compliance measures also incur costs, e.g., for tools, hardware, or personnel. To ensure that companies can work economically even in intensively regulated environments, the economic viability of BPC has to be taken into account. A body of literature is already devoted to the economic assessment of processes and focuses on the business perspective, whereas corresponding approaches for BPC appear to be lacking. Consequently, we introduce a novel approach that allows for an economic assessment of process-based compliance measures. The approach takes monetary consequences of compliance violations into account and is based on the well-known basic workflow patterns for control flows. We demonstrate its applicability by means of an exemplary ordering process affected by Article 32 (1) of the EU General Data Protection Regulation.

Keywords: Business process compliance, Economic assessment, Compliance cost, Workflow patterns

1 Introduction

Business Process Compliance (BPC) denotes business processes that adhere to applicable requirements that originate from various sources, e.g., laws, regulations or internal guidelines [1]. BPC checking approaches are aimed at checking business processes against regulatory requirements, focusing on technical methods to provide (semi)automated support for managing BPC [2]. However, complying with a constantly increasing number of requirements is not only a technical but also an economic challenge. For example, Article 32 (1) of the EU General Data Protection Regulation 2016/679 (GDPR) requires data processors to implement technical and organizational

The original version of this chapter was revised: There was an error in the first paragraph of page 236. The correction to this chapter is available at https://doi.org/10.1007/978-3-030-01391-2_38

© Springer Nature Switzerland AG 2018

C. Woo et al. (Eds.): ER 2018 Workshops, LNCS 11158, pp. 228–238, 2018.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-01391-2_28

measures for protecting personal data. The implementation of such measures incurs noticeable costs [3, 4], for example, for software (e.g., encryption tools), hardware (e.g., backup databases), and personnel (e.g., working hours). In turn, refraining from implementing such measures and thus provoking a compliance violation entails economic risks, e.g., fines or penalty fees [5]. To ensure that companies can work economically even in intensively regulated environments, the economic viability of BPC must be taken into account. Several studies [6–10] have demonstrated that business processes offer a sound basis for cost analyses and economic assessment. To the best of our knowledge, the existing approaches are focused on the business perspective [6–10] but not on BPC. Hence, the research goal of this paper is the development of an approach that allows for an economic assessment of process-based compliance measures taking into account the monetary consequences of compliance violations.

The remainder of this paper is structured as follows. Section 2 defines basic terms and integrates the concept of economic assessment into the conceptual framework of BPC. Section 3 presents the formulas used in our approach that are required for the economic assessment of process-based compliance measures. Section 4 exemplifies its applicability to an ordering process affected by Article 32 (1) GDPR. Subsequently, related work is discussed in Sect. 5. Section 6 concludes the paper with a summary and a discussion of limitations.

2 Basic Terms and Conceptual Structure

The conceptual structure of BPC checking and the extension of this structure for economic assessment have already been analyzed in greater detail in a previous study [3]. The conceptual model in Fig. 1 provides a brief overview of the concepts relevant to our approach and illustrates their interrelations. For a more in-depth understanding and for reasons of traceability, a brief description of the concepts is given below.

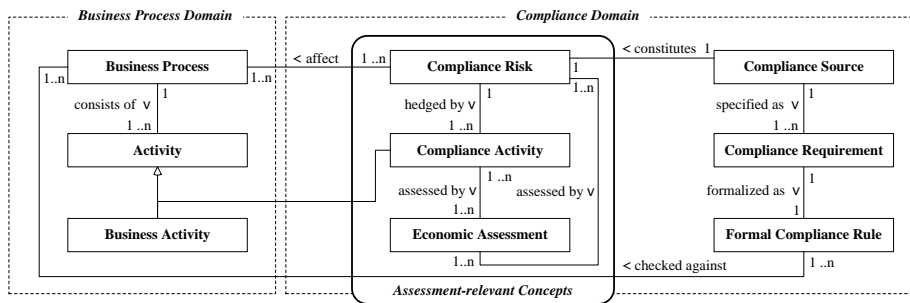


Fig. 1. Basic terms and conceptual structure (based on [3])

A *Compliance Requirement* is a condition or restriction that describes desirable results or binding obligations. Compliance requirements derive from the interpretation of *Compliance Sources*, such as subsections or paragraphs of laws, regulations, contracts, etc. Using logical languages, compliance requirements can be mapped as machine-readable *Formal Compliance Rules* and checked against business processes by means of

process-verification tools. A *Business Process* is a sequence of work items (or so-called *Activities*) that takes one or more kinds of input and transforms them into valuable output [11]. Failure to observe a relevant compliance source results in a compliance violation, so that each compliance source constitutes a *Compliance Risk*. A compliance risk is commonly defined quantitatively as the product of an uncertain consequence and its probability of occurrence [3]. The probability of occurrence corresponds to the relative frequency with which a compliance violation occurs in a business process instance. Uncertain consequences result from compliance violations and can take various forms. While monetary consequences such as fines or monetary sanctions [5] can easily be used for calculation purposes, non-monetary consequences such as prison sentences or trade bans can limit risk quantification [3]. Therefore, the approach in this paper is initially limited to the assessment of monetary consequences and leaves the consideration of non-monetary factors as a subject for future research. To protect against a compliance violation and, thereby, the uncertain consequence of a compliance risk, process-integrated compliance measures are used (hereafter referred to simply as compliance measures). Since compliance measures are part of a business process, they can be mapped as compliance activities or activity combinations using business process modeling languages such as the expressive Business Process Model and Notation (BPMN) [12]. A *Compliance Activity* serves the fulfillment of a compliance task that results from a requirement. The *Economic Assessment* of BPC is based on the economic principle and thus on the relationship between an economic result (monetary output) and the required means (monetary input) [3, 13]. The monetary input of BPC is generated in establishing and executing compliance activities and is considered as its total costs. The monetary output of BPC is represented by the proportion of the monetary compliance risk that is prevented by the use of compliance activities.

3 Economic Assessment of Compliance Measures

3.1 Cost of Compliance Measures

Magnani and Montesi [6, 7] have shown that the calculation of business costs can be realized on the basis of business processes. We follow this approach and adapt it for the cost assessment of compliance measures. To this end, we define a business process as a 3-tuple $G = (N, E, \text{type})$ [14], where: $N = BA \cup CA \cup C$ is a set of nodes in G . BA is a set of business activities and CA is a set of compliance activities, where: $BA \cap CA = \emptyset$. C is a set of coordinating nodes and $E \subseteq N \times N$ is a set of edges between nodes representing a control flow such that (N, E) is a connected process graph [14]. The function $\text{type} : C \rightarrow \{\text{start, end, split, synchronize, choice, merge}\}$ assigns a coordinator type to each coordinating node of G .

Existing approaches dealing with the economic assessment of business processes capture a selection of real processes by means of process classes [6, 7] or selected process patterns [8, 9] to ensure both a simple and broad applicability. We follow the idea of using patterns for assessment, but make use of the well-known workflow patterns of

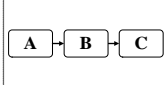
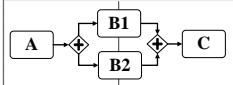
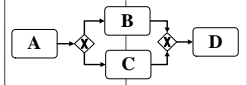
van der Aalst et al. [15], as they have done a comprehensive study on the most frequently recurring process patterns. Since our approach does not serve to assess an entire business process but rather its compliance measures, we only consider compliance activities $ca \in CA$ for assessment.

For our first approach and due to space limitations, we focus on the basic control flow patterns as represented in Table 1. We use these patterns to represent different combinations of $i = 1 \dots m$ compliance activities $ca_{i,j}$ that are needed to hedge a compliance risk CR_j that arises from a compliance source CS_j ($\forall j = 1 \dots q$). Van der Aalst et al. [15] describe the *Sequence* pattern as follows: “An activity in a workflow process is enabled after the completion of a preceding activity in the same process.” We assume that each $ca_{i,j}$ can be specified by variable costs and allocable average fixed costs. Given that w is the number of workflow instances of a period s and that $cf_{i,j}$ represents the fixed costs of $ca_{i,j}$ incurred in s , then $cf_{i,j} * w^{-1}$ represents the average fixed costs per execution of $ca_{i,j}$. Together with the variable costs $cv_{i,j}$, the total costs of a $ca_{i,j}$ per instance are calculated by $tc_{i,j} = cv_{i,j} + cf_{i,j} * w^{-1}$. Since all $ca_{i,j}$ of a sequence pattern are executed one by one, the total pattern costs $tc_{p,j}$ of a sequence consisting of $i = 1 \dots m$ activities $ca_{i,j}$ are simply calculated by summing the $tc_{i,j}$ ’s:

$$tc_{p,j} = \sum_{i=1}^m tc_{i,j} \quad (1)$$

In Table 1, the sequence pattern is represented in BPMN, using an example with three $ca_{i,j}$ labeled A, B, and C. For this example, the total pattern costs are calculated by $tc_{p,j} = tc_{A,j} + tc_{B,j} + tc_{C,j}$.

Table 1. Exemplary representation of basic control flow patterns in BPMN

Sequence	Parallel Split & Synchronization	Exclusive Choice & Simple Merge
		

The *Parallel Split* pattern depicts the divergence of a single thread of control into multiple threads of control that are executed concurrently [15]. For a clearer illustration and due to space restrictions, we mapped this pattern in Table 1 in conjunction with the corresponding converging counterpart, the *Synchronization* pattern, which depicts the convergence of several parallel activities or subprocesses into a single thread of control [15]. Since all branches and, therefore, all activities are executed in a combined pattern of split and subsequent synchronization, the total costs are calculated in the same way as shown in formula (1). Table 1 shows a combination of the parallel split and synchronization pattern, using an example with four $ca_{i,j}$ labeled A, B1, B2 and C, with B1 and B2 being parallel activities. For this example, the total pattern costs are calculated by $tc_{p,j} = tc_{A,j} + tc_{B1,j} + tc_{B2,j} + tc_{C,j}$.

The *Exclusive Choice* pattern depicts a point at which one of several branches is chosen [15]. As with the parallel split, we mapped this pattern in Table 1 together with its corresponding counterpart, the *Simple Merge* pattern, which depicts two or more alternative branches coming together without synchronization [15]. Mathematically, an exclusive choice can be resolved by identifying all $k = 1 \dots v$ alternative paths P_k , determining the associated path probabilities b_k as well as path costs $tc_{k,j}$, and calculating an expected cost value. As with formula (1), the $tc_{k,j}$ are calculated as the sum of the costs of the activities ($tc_{k,j} = \sum_{i=1}^m tc_{k,i,j}$). The b_k can be estimated at design time, derived from empirical data or, if completely unknown, initially assumed to be equally distributed [7]. Thus, the expected pattern costs are calculated by

$$tc_{p,j} = \sum_{k=1}^v b_k * tc_{k,j} = \sum_{k=1}^v \sum_{i=1}^m b_k * tc_{k,i,j} \quad (2)$$

Table 1 shows the combination of the exclusive choice and simple merge pattern, using an example with four $ca_{i,j}$ labeled A, B, C and D. Since B and C are exclusive activities, there are two alternative paths $P_1 = \{A, B, D\}$ and $P_2 = \{A, C, D\}$. For this example, the pattern costs are calculated by $tc_{p,j} = b_1 * (tc_{A,j} + tc_{B,j} + tc_{D,j}) + b_2 * (tc_{A,j} + tc_{C,j} + tc_{D,j})$.

3.2 Reliability of Compliance Measures and Compliance Risks

Both business and compliance activities are characterized not only by costs but also by a certain reliability of execution $r_{i,j}$. In the context of the cost assessment of BPMN diagrams, Sampathkumaran and Wirsing [8, 9] defined reliability as the rate at which a business activity is executed successfully, i.e., without errors. We follow this idea and adapt the concept of reliability for compliance activities. Since these are used to ensure compliance, reliability indicates the extent to which compliance violations, and thus monetary sanctions and fines, are prevented. The probability of a compliance violation decreases with increasing reliability. Similar to the determination of costs, reliabilities can also be determined for the basic control flow patterns. In a *Sequence*, all $ca_{i,j}$ are executed one by one, so that the overall reliability of the sequence pattern depends on the reliabilities of its activities. To calculate the pattern reliability $r_{p,j}$ of a sequence consisting of $i = 1 \dots m$ activities $ca_{i,j}$, the $r_{i,j}$'s are simply multiplied [9]:

$$r_{p,j} = \prod_{i=1}^m r_{i,j} \quad (3)$$

For the example of the sequence pattern shown in Table 1, the reliability is calculated by $r_{p,j} = r_{A,j} * r_{B,j} * r_{C,j}$. The calculation of the pattern reliability for the *Parallel Split* and *Synchronization* pattern follows the same calculation principle as shown in (3). Here, too, all $ca_{i,j}$ are executed so that the reliability of each individual activity influences the overall reliability of the pattern. For the example of the parallel split and synchronization pattern shown in Table 1, the reliability is calculated by $r_{p,j} = r_{A,j} * r_{B1,j} * r_{B2,j} * r_{C,j}$. In contrast, to calculate the pattern reliability for the *Exclusive Choice* and *Simple Merge* pattern, the branch probabilities b_k for $k = 1 \dots v$ exclusive

branches must be taken into consideration. The sum of the products of branch probabilities b_k and branch reliabilities $r_{k,j}$ results in the expected pattern reliability:

$$r_{p,j} = \sum_{k=1}^v b_k * r_{k,j} = \sum_{k=1}^v b_k * \prod_{i=1}^m r_{k,i,j} \quad (4)$$

For the example of the exclusive choice and simple merge pattern shown in Table 1, the reliability is calculated by $r_{p,j} = b_1 * (r_{A,j} * r_{B,j} * r_{D,j}) + b_2 * (r_{A,j} * r_{C,j} * r_{D,j})$.

As mentioned above, a compliance risk CR_j is mathematically described as the product of an uncertain consequence c_j and its probability of occurrence p_j [3]. If a single pattern hedges CR_j , then $r_{p,j}$ describes the extent to which a compliance violation is prevented by this pattern, which is actually the opposite of p_j :

$$CR_j = p_j * c_j = (1 - r_{p,j}) * c_j \quad (5)$$

3.3 Economic Benefit of Compliance Measures

Taking into consideration the formulas defined in the previous sections, the economic benefit per instance $eb_{p,j}$ can be determined for compliance measures whose process design is based strictly on the basic control flow patterns (see Table 2). The monetary damage prevented by a pattern is determined by multiplying c_j by $r_{p,j}$. The $tc_{p,j}$ are deducted from this value to determine $eb_{p,j}$. Of course, calculations can also be performed for more complex processes in which, for example, exclusive and parallel gateways are combined. To determine the economic benefit eb_j of such complex processes, the cost formulas of the patterns must be combined additively and the reliability formulas multiplicatively. A corresponding example is provided in Sect 4.

Table 2. Formulas for calculating the economic benefit of patterns

Pattern	Economic benefit
Sequence	$eb_{p,j} = c_j * (\prod_{i=1}^m r_{i,j}) - \sum_{i=1}^m tc_{i,j}$
Parallel Split & Synchronization	$eb_{p,j} = c_j * (\prod_{i=1}^m r_{i,j}) - \sum_{i=1}^m tc_{i,j}$
Exclusive Choice & Simple Merge	$eb_{p,j} = c_j * (\sum_{k=1}^v b_k * \prod_{i=1}^m r_{k,i,j}) - \sum_{k=1}^v \sum_{i=1}^m b_k * tc_{k,i,j}$

4 Running Scenario

We illustrate the applicability of our approach using a simplified process model of an online retailer (see Fig. 2). In the business process, once a customer's order has been received, the order is processed, the goods are delivered, and an invoice is sent.

The process is affected by Article 32 (1) GDPR, which corresponds to the compliance source CS_1 (with $j = 1$). Article 32 (1) deals with data-processing security and stipulates that controllers and data processors must take appropriate technical and organizational measures to adequately hedge data-protection risks.

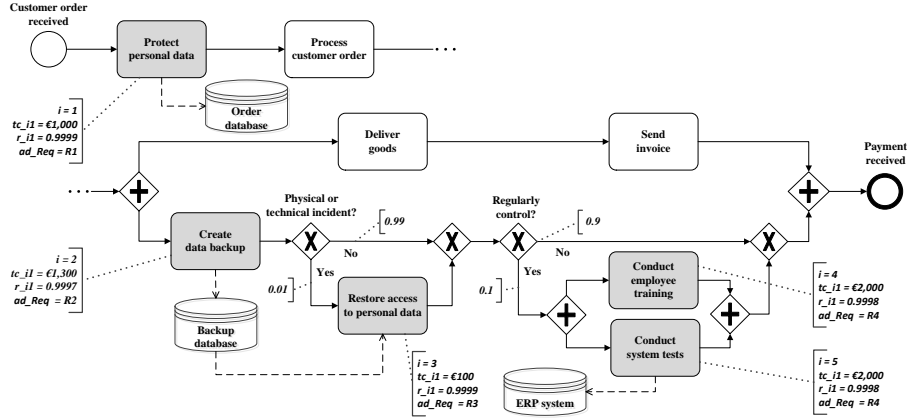


Fig. 2. Simplified BPMN process model of an online retailer

Table 3 provides an overview of the compliance requirements ($R1-R4$) applying to the process. These were derived directly from the legal provisions laid out in Article 32 (1) GDPR and must be fulfilled for preventing a compliance violation. To meet the requirements $R1-R4$, five compliance activities $ca_{i,1}$ (highlighted in gray in Fig. 2) were integrated into the process. To simplify matters, we assume that $w = 50$ instances of the illustrated ordering process are executed per year, whereby a total worldwide annual turnover of €500,000 is realized. The compliance risk CR_1 arises from a potential violation of $R1-R4$ and is subject to an administrative fine of 2% of the total worldwide annual turnover of the financial year in accordance with Article 83 (4) GDPR. This results in an uncertain consequence per instance of $c_j = €10,000$.

Table 3. Compliance requirements pursuant to Article 32 (1) GDPR

#	Compliance requirement
R1	Before the customer's order can be processed, his or her personal data must be protected from unauthorized access.
R2	To ensure the availability and security of personal data, a copy of the data record must be stored in a backup database after taking data-protection measures.
R3	Given a physical or technical incident, the access to personal data must be restored.
R4	The effectiveness of technical and organizational measures is ensured by regularly conducting employee trainings and system tests.

In [7], it is shown that parameters such as costs and probabilities can be annotated to BPMN models for calculation purposes. Following this, we annotated an activity identifier i , total costs $tc_{i,1}$ and reliabilities $r_{i,1}$ as well as the addressed compliance

requirements (ad_Req) to each $ca_{i,1}$ in Fig. 2. For example, $ca_{2,1}$ ($i=2$) “create data backup” addresses requirement $R2$ with a reliability of $r_{2,1} = 0.9997$. In other words, the activity and thus the backup fails with a probability of 0.03%. If $ca_{2,1}$ generates variable personnel costs for operating the backup software of $cv_{2,1} = €100$ and fixed annual costs for the software license of $cf_{2,1} = €60,000$, the total costs are calculated by $tc_{2,1} = cv_{2,1} + cf_{2,1} * w^{-1} = €100 + €60,000 * 50^{-1} = €1,300$. For reasons of space and clarity, we refrained from differentiating between variable and fixed activity costs in Fig. 2 and simply annotated all as $tc_{i,1}$.

For the assessment of compliance measures, only the $ca_{i,1}$ and the gateways linking these $ca_{i,1}$ are taken into consideration. Accordingly, the business activities “process customer order”, “deliver goods”, and “send invoice” as well as the first splitting gateway can be disregarded. Since the process model contains two exclusive choices linking $ca_{i,j}$, there are four alternative paths. In accordance with formulas (2) and (4), the path probabilities b_k must be determined for each path. This is done using the transition probabilities that are annotated on the edges emanating from the exclusive gateways. The first path P_1 contains $ca_{1,1}$ “protect personal data” and $ca_{2,1}$ “create data backup”, given *physical or technical incident* = *FALSE* and *regularly control* = *FALSE*. The associated path probability b_1 results from multiplying the transition probabilities of the exclusive choices: $b_1 = 0.99 * 0.9 = 0.891$. The other b_k are calculated analogously; the remaining results are shown in Table 4.

Table 4. Interim results of the calculation example

P_k	b_k	$tc_{k,1}$	$r_{k,1}$
$P_1 = \{ca_{1,1}, ca_{2,1}\}$	0.8910	€2,300	0.9996
$P_2 = \{ca_{1,1}, ca_{2,1}, ca_{3,1}\}$	0.0090	€2,400	0.9995
$P_3 = \{ca_{1,1}, ca_{2,1}, ca_{4,1}, ca_{5,1}\}$	0.0990	€6,300	0.9992
$P_4 = \{ca_{1,1}, ca_{2,1}, ca_{3,1}, ca_{4,1}, ca_{5,1}\}$	0.0010	€6,400	0.9991

After resolving the exclusive choices, $tc_{k,1}$ must be determined by summing $tc_{k,i,1}$, and $r_{k,1}$ must be determined by multiplying $r_{k,i,1}$ for each P_k . For $P_2 = \{ca_{1,1}, ca_{2,1}, ca_{3,1}\}$ the total path cost is $tc_{2,1} = \sum_{i=1}^3 tc_{2,i,1} = €1,000 + €1,300 + €100 = €2,400$. The reliability of P_2 is $r_{2,1} = \prod_{i=1}^3 r_{2,i,1} = 0.9999 * 0.9997 * 0.9999 = 0.9995$. The other $tc_{k,1}$ and $r_{k,1}$ are calculated analogously; the remaining results are shown in Table 4. Using these interim results, the economic benefit of the compliance measures contained in the process model can be determined. For reasons of traceability and clarity, we use mathematical vectors for the subsequent calculation:

$$eb_1 = \left(\begin{pmatrix} 0.891 \\ 0.009 \\ 0.099 \\ 0.001 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0.9996 \\ 0.9995 \\ 0.9992 \\ 0.9991 \end{pmatrix} \right) * €10,000 - \left(\begin{pmatrix} 0.891 \\ 0.009 \\ 0.099 \\ 0.001 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} €2,300 \\ €2,400 \\ €6,300 \\ €6,400 \end{pmatrix} \right) = €7,294.59$$

The economic benefit eb_1 is positive and amounts to a total of €7,294.59 per instance. The expected total cost of an instance is $t_1 = €2,701$ and results from the scalar product of path probabilities and path costs (both right vectors). The expected reliability of an instance is $r_1 = 0.9996$ and results from the scalar product of path probabilities and path reliabilities (both left vectors). This allows for the probability of occurrence to be determined by $p_1 = 1 - r_1 = 0.0004$. Accordingly, the probability of an instance violating Article 32 (1) GDPR is 0.04%.

5 Related Work

Magnani and Montesi [6, 7] developed an approach to evaluate the costs of business processes based on four selected classes of BPMN diagrams. Using BPMN annotations, business activities were expanded by costs, and cost models were derived considering the control flows of the four classes. Sampathkumaran and Wirsing [8, 9] introduced a construct called business cost, which allows the calculation of costs necessary for a business process to reach its goal. Similar to [6, 7], they define four process patterns, but the possibility of combining them opens up a wider range of application. However, the applicability of both approaches is somewhat limited by the fact that these are based on selected process templates and not on the frequently occurring workflow patterns of van der Aalst et al. [15]. In addition, both approaches disregard the compliance perspective.

Narendra et al. [16] analyzed the feasibility of continuous process monitoring at runtime considering economic criteria, thus building a bridge between process-based assessment and compliance. They are concerned with the selection of a reasonable number of policy clauses imposing requirements on process tasks that are referred to as control points. They define a two-tier optimization problem that identifies the minimum number of control points while taking costs into consideration. Bhamidipaty et al. [17] developed an integrated quantitative system for compliance management in IT service delivery (called Indra), which extends the optimization of control points by a subsequent analysis phase. Calculated optimal solutions are checked for real optimality and, in the event of deviation, a new optimization phase is initiated. However, both approaches deal exclusively with the optimization of control points but not with the economic assessment of compliance measures.

6 Conclusion

The approach presented in this paper is an initial attempt towards the economic evaluation of process-based compliance measures taking into account the monetary consequences of compliance violations. We introduced variables and formulas for calculating the costs and reliabilities of compliance activities and for quantifying compliance risks. In addition, for combinations of compliance activities that are based on the basic control flow patterns of van der Aalst et al. [15], we derived calculation rules for pattern reliabilities, pattern costs and economic benefit. The combinability of

the pattern formulas allows for an assessment of even more complex processes, as has been shown by an exemplary ordering process affected by Article 32 (1) GDPR.

Our approach is subject to a number of assumptions, such as disjoint business and compliance activities, a one-period view or the focus on monetary consequences of compliance violations. Furthermore, we did not distinguish between different types of requirements, such as requirements depending on roles or data. The assumptions made are necessary for the applicability of our approach, but limit its scope. It takes future research to eliminate these assumptions and to expand the scope of application. Moreover, our approach is a pessimistic one that assumes that monetary damages increase proportionally with the number of compliance violations. This was intended to ensure that uncertain monetary consequences would not be underestimated. In practice, however, monetary damages are often not necessarily proportional to the number of violations but instead depend on the type and severity of the infringements. Furthermore, we derived formulas only for the basic control flow patterns. Although these are very common patterns, further research is needed to derive costs and reliability formulas for other patterns to broaden the scope of the approach. In addition, the applicability has been demonstrated only by way of an example. In the future, the usefulness and usability of our approach must be evaluated with the help of scientific methods, which will be the consequent next step of our research.

The assessment approach presented offers application potentials especially for situations in which the use of alternative compliance measures is conceivable, e.g., alternative compliance tools or different employees with varying qualifications and salaries. In this case, this approach can be used to identify the economically best alternative. It also opens up the potential for sensitivity analyses and, for example, the identification of fixed-cost degression effects of compliance measures.

References

1. Governatori, G., Hashmi, M., Lam, H.-P., Villata, S., Palmirani, M.: Semantic Business Process Regulatory Compliance Checking Using LegalRuleML. In: 20th International Conference, on Knowledge Engineering and Knowledge Management, pp. 746–761 (2016)
2. Schultz, M.: Towards an Empirically Grounded Conceptual Model for Business Process Compliance, In: 32th international conference on Conceptual Modeling, pp. 138–145 (2013)
3. Kühnel, S.: Toward a Conceptual Model for Cost-Effective Business Process Compliance. Proceedings of Informatik 2017, Lecture Notes in Informatics (LNI), pp. 1631–1639 (2017)
4. Pham, H.C., Pham, D.D., Brennan, L., Richardson, J.: Information Security and People. A Conundrum for Compliance. Australasian Journal of Information Systems 21, pp. 1-16 (2017)
5. Kumar, A., Yao, W., Chu, C.-H.: Flexible Process Compliance with Semantic Constraints Using Mixed-Integer Programming. INFORMS Journal on Computing 25, 543–559 (2013)

6. Magnani, M., Montesi, D.: Computing the Cost of BPMN Diagrams. Technical Report UBLCS-07-17. Bologna (2007)
7. Magnani, M., Montesi, D.: BPMN. How Much Does It Cost? An Incremental Approach, In: 5th international conference on Business process management, pp. 80–87 (2007)
8. Sampath, P., Wirsing, M.: Computing the Cost of Business Processes, In: 3rd International United Information Systems Conference, pp. 178–183 (2009)
9. Sampathkumaran, P.B., Wirsing, M.: Financial Evaluation and Optimization of Business Processes. In: International Journal of Information System Modeling and Design 4(2), pp. 91-120 (2013)
10. Vom Brocke, J., Recker, J., Mendling, J.: Value-oriented process modeling: integrating financial perspectives into business process re-design. In: BPM Journal 16, 333–356 (2010)
11. Hammer, M., Champy, J.: Reengineering the corporation. A manifesto for business revolution. HarperBusiness Essentials, New York (2003)
12. Seyffarth, T., Kühnel, S., Sackmann, S.: A Taxonomy of Compliance Processes for Business Process Compliance. In: Lecture Notes in Business Information Processing (LNBIP), pp. 71–87 (2017)
13. Kirzner, I.M., Boettke, P.J., Sautet, F.E.: The economic point of view. An essay in the history of economic thought. Liberty Fund, Indianapolis (2009)
14. Rastrepkina, M.: Managing variability in process models by structural decomposition. In: International Workshop on Business Process Modeling Notation, 106–113 (2010)
15. van der Aalst, W.M.P., ter Hofstede, A.H.M., Kiepuszewski, B., Barros, A.P.: Workflow Patterns. In: Distributed and Parallel Databases 14, 5–51 (2003)
16. Narendra, N.C., Varshney, V.K., Nagar, S., Vasa, M., Bhamidipaty, A.: Optimal control point selection for continuous business process compliance monitoring. In: International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, 2536–2541 (2008)
17. Bhamidipaty, A., Narendra, N.C., Nagar, S., Varshneya, V.K., Vasa, M., Deshwal, C.: Indra: An integrated quantitative system for compliance management for IT service delivery. In: IBM Journal of Research and Development (IBM J. Res. & Dev.) 53, 1–12 (2009)

Anlage 7: Autorenerklärung über die Arbeitsanteile am Artikel “*Conceptualization, Design, and Implementation of EconBPC – A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance*”

Der Artikel “*Conceptualization, Design, and Implementation of EconBPC – A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance*” wurde in Ko-Autorenschaft verfasst. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Arbeitsanteile der Autoren am Artikel.

Autoren:

1. Kühnel, Stephan (KS)
2. Trang, Simon T. N. (TS)
3. Lindner, Sebastian (LS)

Arbeitsanteile:

Aspekt	Autor/en
Forschungskonzept	KS
Problemstellung und Zielsetzung	KS
Literaturrecherche	KS
Konzeptualisierung des Themas	KS
Ableitung von Design-Anforderungen und Design-Prinzipien	KS
Erstellung der Softwarearchitektur	KS
Implementierung des Softwareartefakts	KS
Entwicklung der Erweiterung des XES-Standards	KS unter Mitwirkung von LS
Quantitative und qualitative Evaluation	KS

(Fortsetzung)

Arbeitsanteile: (Fortsetzung)

Aspekt	Autor/en
Diskussion und Schlussbetrachtung	KS
Erstellung des Manuskripts	KS
Überprüfung und Überarbeitung vor Einreichung	KS unter Mitwirkung von TS

Anlage 8: Volltext des Artikels „*Conceptualization, Design, and Implementation of EconBPC – A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance*“

Acknowledgement of the original source of publication

The original version of this article was published in the book *Laender A., Pernici B., Lim EP., de Oliveira J. (eds): Conceptual Modeling. ER 2019. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), vol. 11788. Springer, Cham.*

The final authenticated version is available online at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-33223-5_31

Conceptualization, Design, and Implementation of EconBPC – A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance

Stephan Kuehnel¹, Simon Thanh-Nam Trang²,
and Sebastian Lindner¹

¹ Martin Luther University Halle-Wittenberg, 06108 Halle (Saale), Germany
{stephan.kuehnel, sebastian.lindner}@wiwi.uni-halle.de

² University of Goettingen, 37073 Goettingen, Germany
strang@uni-goettingen.de

Abstract. Business process compliance (BPC) refers to business processes that meet requirements originating from different sources, such as laws, directives, standards, etc. BPC has become a heavy cost driver that requires both technical and economic support. While there are numerous tools for the technical support of compliance with requirements, there is a lack of software artifacts supporting the economic perspective of BPC. Consequently, this paper applies a design science research approach aiming at the conceptualization, design, and implementation of a software artifact for the economic analysis of BPC. In this context, we identify two design requirements on the improvement of decision quality and the reduction of cognitive effort. In addition, we derive five design principles (DP) on the basis of which the software artifact EconBPC is implemented. The five DP are evaluated with regard to comprehensibility, traceability, usefulness, and practicability both as part of an expert survey and in think-aloud sessions.

Keywords: Business process compliance, Economic analysis, Software artifact

1 Introduction

Business process compliance (BPC) refers to business processes that meet requirements originating from various sources, such as laws, directives, etc. [1]. Approaches to BPC verification aim to confirm compliance using formally expressed regulatory requirements by means of process verification tools [2]. Such tools focus on technical methods to support BPC considering a variety of checking scopes like control flows, time, or data [3]. Since BPC has become a heavy cost driver [1], complying with requirements requires both technical and economic support [4]. On the one hand, BPC causes costs

Electronic supplementary material. The online version of this chapter (https://doi.org/10.1007/978-3-030-33223-5_31) contains supplementary material, which is available to authorized users.

© Springer Nature Switzerland AG 2019

A. H. F. Laender et al. (Eds.): ER 2019, LNCS 11788, pp. 378–386, 2019.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-33223-5_31

for software, hardware, or personnel [5]. On the other hand, BPC prevents violations that could result in negative monetary consequences, e.g., penalties or fines [5]. Both aspects play an important role for the profitability of a company and must remain in an appropriate balance. The investigation of process-based compliance measures (i.e., compliance activities/sequences of business processes) with regard to this balance is a procedure that we call economic analysis of BPC. This analysis includes an economic assessment of process-based compliance measures aimed at identifying inefficiencies and stimulating process enhancements.

The economic analysis of BPC is a complex task for the person in charge of the process (i.e., the process owner), especially if necessary data must be obtained from extensive log files. Studies from the field of decision-making theory suggest the use of software artifacts to support complex tasks and decisions, enabling a reduction of the cognitive effort for the end user [6, 7], e.g., through automation. Although there are design-oriented studies dealing with the economic valuation of business processes (see, e.g., [8–10]), to the best of our knowledge there is a lack of software artifacts dealing with the economic analysis of BPC. Hence, the research question (RQ) of this paper is:

RQ: How to conceptualize and design a software artifact for the economic assessment and analysis of business process compliance?

To answer this question, we apply a design science research (DSR) approach whose details are described in Sect. 2. Section 3 presents design requirements (DR) of a software artifact for the economic analysis of BPC (short: EconBPC) and derives corresponding design principles (DP). Section 4 describes the software architecture and implementation of EconBPC, after which the evaluation results of both think-aloud sessions and an expert survey are discussed in Sect. 5. Section 6 concludes with a summary of contributions and a discussion of limitations.

2 Research Methodology and Preliminary Work

To structure our procedure and ensure scientific rigor when designing EconBPC, we applied a DSR approach inspired by the method described in [11]. It involves five steps: awareness of problem, suggestion, development, evaluation and conclusion. Following Meth et al. [6], our research design includes two design cycles (see Fig. 1).

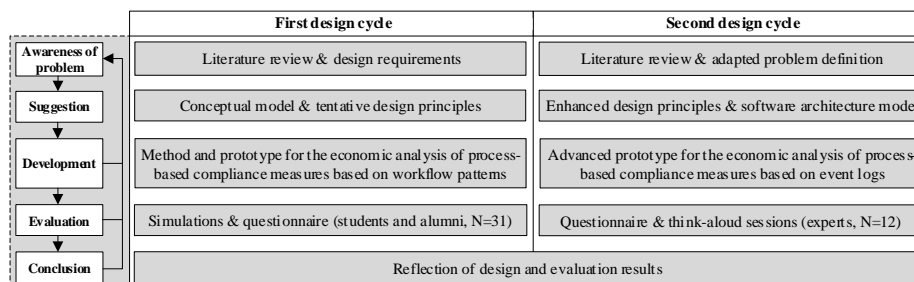


Fig. 1. Design science research approach for EconBPC (according to [6, 11])

A literature review [4] opened the first design cycle, created the awareness that the economic analysis of BPC poses problems and challenges to theory and practice and led to the derivation of the initial DR. The suggestion phase was dedicated to a preliminary conceptualization of EconBPC through a conceptual model [4] and tentative DP. Under consideration of these DP, we developed a method and a first prototype of EconBPC that allows for an economic analysis of compliance utilizing the well-known basic control flow patterns of van der Aalst et al. [12]. The method and the prototype were initially tested with simulated data. As part of a formative evaluation, we interviewed 31 alumni and students at master level in business informatics with a questionnaire on perceived usefulness of EconBPC and asked for expected technical and organizational applicability barriers. The perceived usefulness was asked on a verbal-numeric rating scale with the levels: 1="not at all useful", 2="hardly useful", 3="useful", 4="very useful" and 5="exceedingly useful". The dataset and further explanations on perceived usefulness can be found in Appendix A. 74% of the respondents rated the approach as exceedingly or very useful, 23% as useful, 3% as hardly useful and 0% as not useful at all. The main expected application barrier was the availability of necessary data and data interfaces in small-sized companies. The evaluation results were used for reflection and prompted us to analyze data availability and data interfaces more closely in the second design cycle.

The second cycle started with an extensive structured literature review of the BPC domain (see [3]). A brief delineation of EconBPC from related work can be found in Appendix B. We examined the search results to determine which data interfaces are used by existing assessment approaches and how they address data availability. As a result, it turned out that log files represent a sound data source [13, 14]. With this in mind, we adapted the conceptualization of EconBPC and implemented an advanced prototype that allows for an economic analysis of BPC utilizing log files. The DR and enhanced DP as well as the advanced prototype and the evaluation results are described in the following sections.

3 Design of the Software Artifact EconBPC

Research has identified the improvement of decision quality and the reduction of cognitive effort as two of the main objectives of human decision makers [6, 7]. We used these findings to derive DR for the tool EconBPC, which is aimed at supporting humans to perform an economic analysis of BPC.

Ensuring BPC requires so-called "compliance activities" that are geared to meeting requirements and added to processes at the initial modeling stage or as part of a process redesign. Even in simple business processes, adding compliance activities can significantly increase complexity and reduce process transparency [2, 15], which makes the economic assessment and analysis of BPC a cognitive challenge for process owners. In this context, we propose to support process owners with a software artifact to reduce their cognitive effort. Therefore, we formulated *DR1* for EconBPC as shown in Fig. 2.

The focus of EconBPC is on the monetary aspects associated with the use of compliance activities. On the one hand, compliance activities serve to prevent costs, as they can prevent compliance violations and resulting monetary consequences. On the

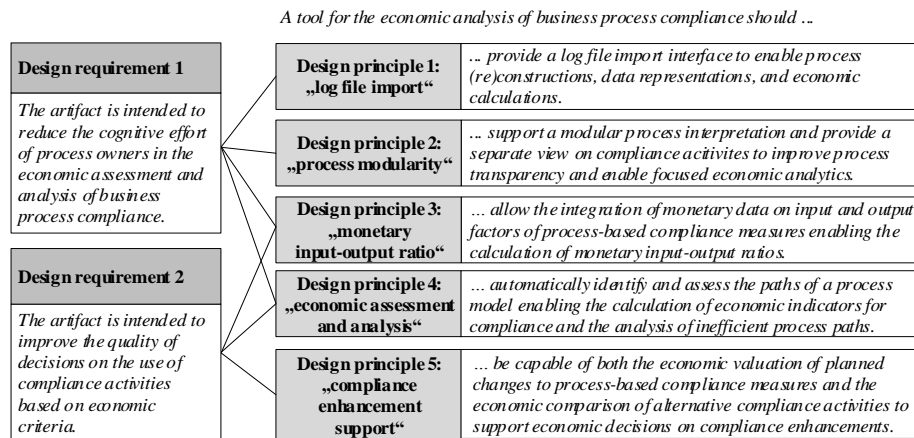


Fig. 2. Design requirements and enhanced design principles of EconBPC

other hand, costs are incurred for their implementation and execution, e.g., for personnel or the acquisition of software and hardware. These costs can significantly affect the economic situation of companies, which is why we suggest to analyze the profitability of compliance activities and to improve the quality of decisions on their use taking into account economic criteria. Consequently, we formulated *DR2* as shown in Fig. 2.

In order to address the DR, we developed a set of five enhanced DP considering the methodological notes of Fu et al. on DP articulation [16]. Figure 2 gives an overview of the DP and their relationships to the respective DR.

The economic analysis of BPC demands the availability of data. As log files represent a sound data source [13, 14] for process (re)constructions, data representations, and economic calculations, we suggest that EconBPC should provide a corresponding import interface. Therefore, *DP1* addresses the import of log files (see Fig. 2).

Complex process models can hamper the distinction between activities serving compliance and activities serving the core business [15]. Consequently, we suggest a modular process interpretation allowing to separate the views on business and compliance activities to improve process transparency and enable focused analytics [15]. Thus, a process can be understood as a composition of components (i.e., activities or sequences) serving different tasks, such as components meeting compliance and components meeting business tasks. The process modularity is addressed by *DP2* (see Fig. 2).

Economic measures, such as the economic efficiency, are generally based on a ratio between the number of resources used (input) and a desired result (output) [17]. Since the economic assessment of BPC requires the calculation of economic ratios, both the input and the output of process-based compliance measures should be recorded in monetary terms [4], as addressed by *DP3* (see Fig. 2). Monetary data of input factors (i.e., costs of compliance activities) should be assigned to the corresponding events of the

log file. Output factors can be expressed in monetary terms as a reduction of the financial risk exposure of BPC (for further details see [5]).

The economic analysis of BPC is based on the assessment of all paths of a process model taking into account compliance costs and path probabilities. Due to space restrictions and since the assessment method is part of previous work [5], we omit further methodical details in this paper. To calculate economic indicators for BPC with little effort and to analyze inefficient paths easily, we suggest that EconBPC should automatically derive and assess all process paths from a log file. Therefore, *DP4* addresses the economic assessment and analysis of BPC considering process paths (see Fig. 2).

If economic inefficiencies are identified, decisions on compliance enhancements must or at least can be made. In order to ensure that planned changes to compliance activities do not lead to a deterioration in profitability, EconBPC should be able to simulate and assess these changes. If alternative compliance activities are available for enhancing BPC, the tool should allow for a selection based on economic criteria. Therefore, *DP5* addresses the compliance enhancement support (see Fig. 2).

4 Implementation of EconBPC

The tool EconBPC was implemented as an R application that builds on the Shiny library [18]. A download link as well as information on installing and using EconBPC can be found at <https://bit.ly/2oXZtop>. A short screencast of the tool can be downloaded at <https://bit.ly/2xwM2wW>. Figure 3 illustrates the tool architecture as a component diagram utilizing the Unified Modeling Language (UML).

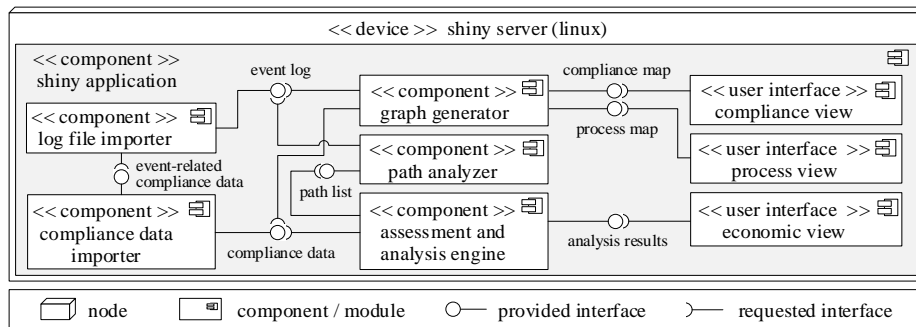


Fig. 3. Architecture of EconBPC illustrated as UML component diagram

We addressed DP1 by developing a *log file importer* for extensible event streams (XES) since XES is a “generally-acknowledged format for the interchange of event log data between tools and application domains” [14]. The *compliance data importer* addresses DP3 since it allows the entering of monetary data of input and output factors of process-based compliance measures required for the determination of monetary input-

output ratios. The component *graph generator* enables the visualization of business processes based on event data. Using the bupaR library [19], a multigraph is created and displayed in the *process view*. By considering compliance data, the graph generator also enables the modular illustration of compliance activities and sequences in the *compliance view*. Thus, the graph generator and the user interfaces address DP2. DP4 and DP5 are jointly addressed by the components *path analyzer*, *assessment and analysis engine*, and the *economic view*. The path analyzer identifies all paths of a process model from a log file and transfers a path list to the assessment and analysis engine. The engine identifies the compliance events of the paths and assesses them economically, considering monetary compliance data. The results of the path assessment are aggregated for the business process enabling the calculation of economic indicators for BPC. A calculation example can be found in preliminary work [5]. Finally, the assessment and analysis engine transfers the results to the economic view, which displays the outcomes and graphically highlights inefficiencies. If the data of planned changes to process-based compliance measures are imported via the compliance data importer, the engine also enables the economic assessment and analysis of BPC for simulation purposes.

5 Evaluation

The design of EconBPC was evaluated both by an expert survey and think-aloud sessions. Think-aloud sessions are a method for evaluating software designs in which users are asked to complete a series of tasks with the artifact being tested while the users constantly verbalize their thoughts [20]. We oriented towards the so-called "10±2 rule" [21], which states that the problem identification rate of test persons increases only marginally when the sample size exceeds 12. Consequently, we persuaded 12 participants of a regularly occurring compliance expert forum to participate in our evaluation.

The test setup of the think-aloud sessions and a tabular summary of the results can be found in Appendix C. The results can be summarized as follows: The log file import and the compliance data interfaces have been characterized as intuitive to use. The participants commented that the compliance view, which builds on these data, provides a quick overview of the compliance activities. It was particularly emphasized that the automatic path identification and assessment represent a great cognitive relief since the manual evaluation of a large number of instances is practically unfeasible. They also commented that calculation results and identified inefficiencies are clearly presented, which facilitates their use for decision support. Besides these positive aspects, the participants made a total of three significant suggestions for improvement: (1) an option to save modified log files for later analysis or simulation purposes, (2) annotations of compliance activities with cost and reliability data to increase the informative character of the visual representation and (3) a function for importing compliance data along with the log file to simplify data import. To address (1), we added an export interface for log files to the tool. To address (2), we added a function to the graph generator allowing to annotate activities with costs, frequencies and reliabilities. To address (3), we developed an XES extension (see Appendix D) for EconBPC enabling the storage of

compliance data in the log file. The stored values can be used as input data for the economic assessment of BPC.

After the think-aloud sessions, each participant was given a questionnaire containing four questions on each DP about the perceived comprehensibility (C), traceability (T), usefulness (U) and practicability (P). To capture the responses, we used verbal-numeric rating scales with the levels: 1="no approval", 2="partial approval", 3="predominant approval", 4="full approval". The questions of the expert survey can be found in Appendix E, the dataset in Appendix F and a complete table of results in Appendix G. The results can be summarized as follows: The respondents agreed fully or predominately with all the statements on C, T, U and P for DP1, DP4 and DP5 in high proportions, i.e., within a range of 83%–100%. The respondents also agreed fully or predominantly in high proportions with the statements on C, T and P for DP2 (83%–92%) and C, T and U for DP3 (92%–100%). However, only 67% fully or predominantly agreed with statement on U for DP2. 25% partially agreed and 8% abstained. Moreover, only 50% agreed completely or predominantly with the statement on P of DP3, whereas 42% agreed partially and 8% did not. As a consequence of the results of U for DP2 and P for DP3, we contacted the respondents again and offered them the opportunity to justify their rating. It turned out that the somewhat lower rating resulted from the improvement potentials identified in the think-aloud sessions. The respondents indicated that the rating of U for DP2 could be increased by improving the informative character of the visual process representation through the proposed annotations. In addition, they argued that the rating of P for DP3 could be increased significantly once the recommended XES extension is realized. Since these improvement suggestions have already been implemented, the criticisms of DP2 and DP3 can already be assumed to be eliminated.

6 Conclusion

This paper is concerned with the conceptualization, design, and implementation of a software artifact for the economic analysis of BPC. In this context, we introduced two DR on the improvement of decision quality and the reduction of cognitive effort. Moreover, we derived five related DP which we evaluated as comprehensible, traceable, useful and practicable. Practitioners and scientists can adapt the DP for developing new tools, e.g., for specific application areas such as data protection, healthcare, or the automotive industry. Thus, the DR and DP contribute to the prescriptive knowledge base of the BPC domain. We implemented the design of EconBPC as a software artifact and evaluated it by 12 test persons in think-aloud sessions. The results showed that the prototype is intuitive to use and that both the automatic path identification and the assessment of process-based compliance measures are perceived as a cognitive relief. In addition, it was found that the clear presentation of inefficiencies and economic results contributes to decision support and can facilitate an improvement in decision quality.

For the theoretical foundation of our DR we used decision-making theory. Choosing a different foundation could result in different DR and related DP. However, decision-making theory is commonly used for design-oriented studies [6, 7]. Since this paper

paid special attention to the design of our software artifact, we followed the recommendations of Fu et al. [16] and focused the evaluation on the DP. Even though the think-aloud sessions provided insights into the cognitive process of tool users, the quantitative evaluation of cognitive effort and decision quality with appropriate metrics is still subject to future research. As with any evaluation, our results depend on our sample, i.e., the choice of other participants, or a different sample size could lead to different results. However, by applying a common evaluation rule and selecting subject-specific experts, we believe to have gained sound insights. Finally, this paper is based on a purely economic view. The simultaneous consideration of other aspects, such as social dimensions, ethics, or sustainability, represents an interesting opportunity for further research.

References

1. Becker, J., Delfmann, P., Dietrich, H.-A., Steinhorst, M., Eggert, M.: Business process compliance checking – applying and evaluating a generic pattern matching approach for conceptual models in the financial sector. *Information Systems Frontiers* 18, 359–405 (2016)
2. Schumm, D., Leymann, F., Ma, Z., Scheibler, T., Strauch, S.: Integrating compliance into business processes: Process fragments as reusable compliance controls. *Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010*, 2125–2137 (2010)
3. Sackmann, S., Kuehnel, S., Seyffarth, T.: Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review. *16th International Conference on Business Process Management* (2018)
4. Kühnel, S.: Toward a Conceptual Model for Cost-Effective Business Process Compliance. *Proceedings of Informatik 2017, Lecture Notes in Informatics (LNI)*, 1631–1639 (2017)
5. Kuehnel, S., Zasada, A.: An Approach Toward the Economic Assessment of Business Process Compliance. In: *Advances in Conceptual Modeling. ER 2018 Workshop Proceedings*, pp. 228–238. Springer International Publishing, Cham (2018)
6. Meth, H., Mueller, B., Maedche, A.: Designing a Requirement Mining System. *JAIS* 16, 799–837 (2015)
7. Wang, Benbasat: Interactive Decision Aids for Consumer Decision Making in E-Commerce. The Influence of Perceived Strategy Restrictiveness. *MIS Quarterly* 33, 293 (2009)
8. Magnani, M., Montesi, D.: Computing the Cost of BPMN Diagrams. Technical Report UBLCS-07-17. Bologna (2007)
9. Vom Brocke, J., Recker, J., Mendling, J.: Value-oriented process modeling: integrating financial perspectives into business process re-design. *BPM Journal* 16, 333–356 (2010)
10. Sampathkumaran, P.B., Wirsing, M.: Financial Evaluation and Optimization of Business Processes. *IJISMD* 4, 91–120 (2013)

11. Vaishnavi, V., Kuechler, W.: Design science research methods and patterns. Innovating information and communication technology. CRC Press Taylor & Francis, Boca Raton (2015)
12. van der Aalst, W.M.P., ter Hofstede, A.H.M., Kiepuszewski, B., Barros, A.P.: Workflow Patterns. *Distributed and Parallel Databases* 14, 5–51 (2003)
13. Lu, R., Sadiq, S., Governatori, G.: Measurement of Compliance Distance in Business Processes. *Information Systems Management* 25, 344–355 (2008)
14. Günther, C.W., Verbeek, E.: XES Standard Definition 2.0. Eindhoven (2014)
15. Betke, H., Kittel, K., Sackmann, S.: Modeling Controls for Compliance -- An Analysis of Business Process Modeling Languages. In: WAINA 2013. pp. 866–871. IEEE, NJ (2013)
16. Fu, K.K., Yang, M.C., Wood, K.L.: Design Principles. Literature Review, Analysis, and Future Directions. *J. Mech. Des* 138, 101103 (2016)
17. Kirzner, I.M., Boettke, P.J., Sautet, F.E.: The economic point of view. An essay in the history of economic thought. Liberty Fund, Indianapolis (2009)
18. Chang, W., Cheng, J., Allaire, J.J., Xie, Y., McPherson, J.: Shiny: Web Application Framework for R. R package version 1.2.0. <https://CRAN.R-project.org/package=shiny> (2018)
19. Janssenswillen, G., Depaire, B.: bupaR. Business Process Analysis in R. BPM (2017)
20. van den Haak, M., Jong, M. de, Jan Schellens, P.: Retrospective vs. concurrent think-aloud protocols. *Behaviour & Information Technology* 22, 339–351 (2003)
21. Hwang, W., Salvendy, G.: Number of people required for usability evaluation. *Commun. of the ACM* 53, 130 (2010)

Anlage 9: Appendizes des Artikels „*Conceptualization, Design, and Implementation of EconBPC – A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance*”

Acknowledgement of the original source of publication

The original versions of these appendices were published as electronic supplementary materials to the article *Conceptualization, Design, and Implementation of EconBPC – A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance*, which was published in the book *Laender A., Pernici B., Lim EP., de Oliveira J. (eds): Conceptual Modeling. ER 2019. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), vol. 11788. Springer, Cham.*

The electronic supplementary materials are available online at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-33223-5_31

Appendix A: Data set on Perceived Usefulness (First Design Cycle)

To characterize the perceived usefulness, we oriented on the definition of Davis (see [1], p. 320) and adapted it for our application context. Thus, the perceived usefulness refers to the degree to which a person believes that the use of the software artifact EconBPC facilitates the economic evaluation and analysis of business process compliance. It was asked on a verbal-numeric rating scale with the levels: 1 = "not at all useful", 2 = "hardly useful", 3 = "useful", 4 = "very useful" and 5 = "exceedingly useful". Table 1 contains the voting results of N=31 alumni and students at master level. The data were collected during the evaluation phase of the first design cycle.

Table 1. Data set on perceived usefulness of the first design cycle

case identifier	perceived usefulness	case identifier	perceived usefulness
1	5	17	3
2	5	18	2
3	3	19	4
4	4	20	4
5	3	21	5
6	4	22	5
7	4	23	5
8	4	24	5
9	4	25	4
10	3	26	3
11	4	27	3
12	4	28	5
13	4	29	4
14	5	30	3
15	4	31	4
16	4		

Appendix B: Related Work

The state of the art associated with this DSR project has already been discussed in a preliminary work as part of an extensive literature analysis (see [2]). Nevertheless, we would like to briefly distinguish EconBPC from related work with the following paragraph.

Magnani and Montesi [3] developed an extension of the Business Process Modeling Notation (BPMN), which enables the cost evaluation of business processes. The annotation of process activities with cost values allows the derivation of cost models under consideration of the control flow.

A very similar approach was proposed by Sampathkumaran and Wirsing [4], who developed a construct called "Business Cost" that allows the calculation of the costs required by a process to achieve its goal. In contrast to EconBPC, both approaches do not distinguish between business and compliance activities in process assessment, which is why a targeted economic analysis of BPC is unfeasible. Furthermore, both approaches were instantiated using selected process examples, i.e., they lack a prototype and a corresponding design-oriented conceptualization.

Similar to EconBPC, Lu et al. [5] used log files as data sources to assess compliance. They implemented the so-called "compliance distance" as a measure of similarity between a design-time business process model and compliance rules that relate to the control flow. In contrast to EconBPC, the focus is not on the economic analysis of BPC, but on the analysis of conformity of the business practice with compliance requirements.

Bhamidipaty et al. [6] bridge the gap between process-based economic valuation and compliance by developing an assessment approach for continuous process monitoring. The focus of the approach is on determining the cost-optimal number of controls in a process at which compliance with requirements should be checked. The approach was implemented in "Indra", an integrated quantitative system for compliance management in IT service delivery.

Doganata and Curbera [7] developed a very similar approach, but with a specific focus on the automation of compliance controls. They demonstrate that tool support can provide an improved state of control since automation can deploy a greater number of compliance controls at equal costs compared to manual compliance verification. In contrast to EconBPC, the works of Bhamidipaty et al. and Doganata and Curbera focus on the profitability of compliance verification, i.e., the assessment of compliance controls and not on the profitability of compliance with requirements, i.e., the assessment of compliance activities for ensuring BPC.

Appendix C: Test Setup and Results of the Think-Aloud Sessions

To conduct the think-aloud sessions, we followed the three steps as applied in [8]: (1) provision of information about the software artifact and the task to be performed, (2) systematic protocolling of verbalized user thoughts, and (3) analysis of protocols. To address (1) we informed the participants about the research project, the research method, and the application example. The task was to economically evaluate the compliance activities of a sample process from the banking sector. To address (2), we protocollated the verbalized thoughts of each participant. To address (3), we assigned the protocollated comments to the respective design principles and manually clustered the most frequently verbalized thoughts. Table 2 contains the clustering results. We could derive both positive aspects (marked by "+" in Table 2) and potentials for improvement (marked by "o" in Table 2).

Table 2. Results of the think-aloud sessions

	Clustered verbalized thoughts
DP 1	+ Intuitive XES import interface o Additional export function could be useful
DP 2	+ Process view and compliance view provide a quick overview of business and compliance activities o Further activity annotations could improve the informative character of the compliance process.
DP 3	+ Intuitive compliance data interface o XES extension could further simplify data import
DP 4	+ Cognitive relief due to automatic path identification + Cognitive relief due to automatic path assessment
DP 5	+ Calculation results are clearly presented + Calculation results allow the identification of inefficient compliance activities and activity sequences + Visualized inefficiencies can stimulate process improvements

Notes: DP = design principle; + = positive aspect, o = potential for improvement

Appendix D: XES Extension

This XES extension enables the storage of information about the event type (compliance- or business-related), the degree of automation (automatic, manual, or socio-technical), and reliability data in the event log. The stored information can be used as input data, e.g., for the economic evaluation and analysis of business process compliance.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xesextension name="econbpc" prefix="bpc" uri="https://bit.ly/2GI8U0E">
  <trace>
    <float key="total">
      <!--
      Total reliability of a trace. Results from the multiplication of the reliability
      values of the events contained in the trace.
      -->
      <alias mapping="EN" name="Total Reliability" />
    </float>
    <string key="execution">
      <!--
      Type of execution; i.e., automatic, manual or socio-technical.
      -->
      <alias mapping="EN" name="Execution Type" />
    </string>
  </trace>
  <event>
    <float key="value">
      <!--
      This value represents the reliability of an event.
      -->
      <alias mapping="EN" name="Reliability Value" />
    </float>
    <string key="type">
      <!--
      Type of event; i.e., compliance-related or business-related.
      -->
      <alias mapping="EN" name="Event Type" />
    </string>
    <string key="execution">
      <!--
      Type of execution; i.e., automatic, manual or socio-technical.
      -->
      <alias mapping="EN" name="Execution Type" />
    </string>
  </event>
</xesextension>
```

Appendix E: Questions of the Expert Survey

Table 3 contains the expert survey questions on perceived comprehensibility, traceability, usefulness, and practicability that were asked for each design principle.

Table 3. Questions of the expert survey

Aspect	Question
perceived comprehensibility	“The design principle is clearly comprehensible/understandable.”
perceived traceability	“The necessity of the design principle to achieve the research project's objectives is traceable.”
perceived usefulness	“The design principle is useful with regard to the research project's objectives.”
perceived practicability	“The design principle could be applied or implemented in a practical/corporate context.”

Appendix F: Data Set of the Expert Survey

Table 4 shows the data set of the expert survey that was conducted at the end of the second design cycle. It contains the answers of $N = 12$ experts on the perceived comprehensibility, traceability, usefulness, and practicability of the five enhanced design principles of EconBPC.

Each aspect was asked on a four-level verbal-numeric rating scale with the following levels: 1 = "no approval", 2 = "partial approval", 3 = "predominant approval", 4 = "full approval". Unanswered questions (so-called "missing data") are marked with an "x".

Table 4. Data set of the expert survey

#	Design principle 1				Design principle 2				Design principle 3				Design principle 4				Design principle 5			
	c	t	u	p	c	t	u	p	c	t	u	p	c	t	u	p	c	t	u	p
1	4	4	4	2	4	4	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2
2	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	2	4	4	4	3	4	4	4	3
3	4	4	4	3	3	x	x	3	4	x	x	3	4	x	x	2	4	x	x	3
4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	2	3	4	4	2	4	4	4	2
5	4	3	4	4	2	2	2	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4
6	4	4	2	3	3	4	2	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4
7	4	4	4	3	3	3	2	3	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4
8	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3
9	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4
11	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4
12	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3

Notes: # = identifier; c = perceived comprehensibility; t = perceived traceability; u = perceived usefulness; p = perceived practicability

Appendix G: Results of the Expert Survey

Table 5 shows the results of the expert survey that was conducted at the end of the second design cycle. The table contains the relative frequencies of the voting results per assessment aspect for all design principles.

Table 5. Results of the expert survey

		Relative Frequency in %				
		Evaluation criterion	x	1	2	3
Design principle 1	perceived comprehensibility	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	perceived traceability	0.0	0.0	0.0	25.00	75.0
	perceived usefulness	0.0	0.0	8.3	16.7	75.0
	perceived practicability	0.0	0.0	8.3	41.6	50.0
Design principle 2	perceived comprehensibility	0.0	0.0	8.3	41.6	50.0
	perceived traceability	8.3	0.0	8.3	16.7	66.7
	perceived usefulness	8.3	0.0	25.0	8.3	58.3
	perceived practicability	0.0	0.0	8.3	50.0	41.7
Design principle 3	perceived comprehensibility	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	perceived traceability	8.3	0.0	0.0	16.7	75.0
	perceived usefulness	8.3	0.0	0.0	25.0	66.7
	perceived practicability	0.0	8.3	41.7	33.3	16.7
Design principle 4	perceived comprehensibility	0.0	0.0	0.0	25.0	75.0
	perceived traceability	8.3	0.0	0.0	8.3	83.3
	perceived usefulness	8.3	0.0	0.0	25.0	66.7
	perceived practicability	0.0	0.0	16.7	41.7	41.7
Design principle 5	perceived comprehensibility	0.0	0.0	0.0	8.3	91.7
	perceived traceability	8.3	0.0	0.0	0.0	91.7
	perceived usefulness	8.3	0.0	0.0	8.3	83.3
	perceived practicability	0.0	0.0	16.7	33.3	50.0

Notes: 1 = "no approval"; 2 = "partial approval"; 3 = "predominant approval"; 4 = "full approval"; x = abstention (missing data).

References

1. Davis, F.D.: Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13, 319 (1989)
2. Sackmann, S., Kuehnel, S., Seyffarth, T.: Using Business Process Compliance Approaches for Compliance Management with regard to Digitization: Evidence from a Systematic Literature Review. 16th International Conference on Business Process Management (2018)
3. Magnani, M., Montesi, D.: Computing the Cost of BPMN Diagrams. Technical Report UBLCS-07-17. Bologna (2007)
4. Sampathkumaran, P.B., Wirsing, M.: Financial Evaluation and Optimization of Business Processes. *IJISMD* 4, 91–120 (2013)
5. Lu, R., Sadiq, S., Governatori, G.: Measurement of Compliance Distance in Business Processes. *Information Systems Management* 25, 344–355 (2008)
6. Bhamidipaty, A., Narendra, N.C., Nagar, S., Varshneya, V.K., Vasa, M., Deshwal, C.: Indra: An integrated quantitative system for compliance management for IT service delivery. *IBM Journal of Research and Development (IBM J. Res. & Dev.)* 53, 1–12 (2009)
7. Doganata, Y.N., Curbera, F.: A method of calculating the cost of reducing the risk exposure of non-compliant process instances. In: Jajodia, S., Kudo, M. (eds.) *Proceedings of the first ACM workshop on Information security governance*, p. 7. ACM, New York, NY (2009)
8. Schoormann, T., Behrens, D., Fellmann, M., Knackstedt, R.: Sorry, Too Much Information Design Principles for Supporting Rigorous Search Strategies in Literature Reviews. In: Proper, E., Strecker, S., Huemer, C. (eds.) *2018 20th IEEE International Conference on Business Informatics*. 11-13 July 2018, Vienna, Austria : proceedings, pp. 99–108. IEEE, Piscataway, NJ (2018)

Anlage 10: Benutzerhandbuch für das Tool „*EconBPC*“

User Guide for EconBPC – A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance

Stephan Kuehnel¹

¹ Martin Luther University Halle-Wittenberg, 06108 Halle (Saale), Germany
stephan.kuehnel@wiwi.uni-halle.de

1 The Software Artifact EconBPC

The software artifact EconBPC enables the economic assessment and analysis of Business Process Compliance (BPC) utilizing eXtensible Event Streams (XES). A description of the underlying assessment approach, its basic concepts, and its application by means of an example can be found in [1]. Figure 1 is a screenshot showing a part of the EconBPC tool during use. The design principles of EconBPC, the software architecture of the prototype, its implementation as an R application, and the summative evaluation are discussed in [2].

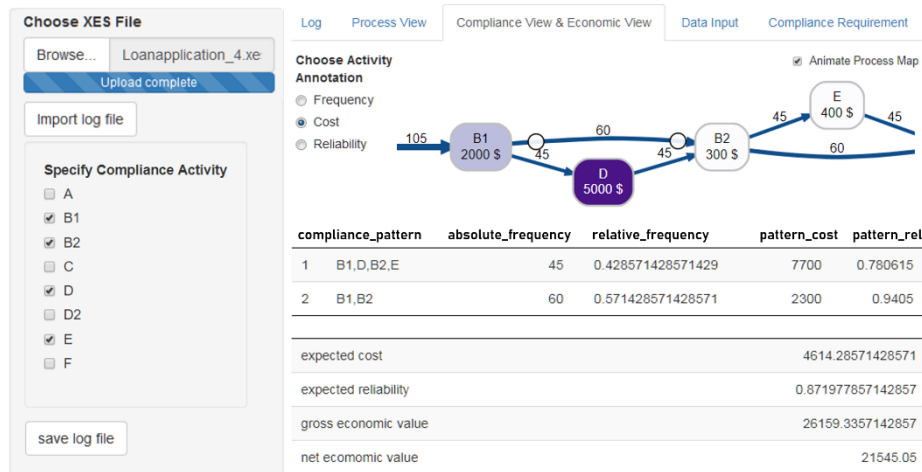


Fig. 1. Screenshot showing a part of the EconBPC tool

2 Download EconBPC

EconBPC is an R-based web application that builds on the "Shiny" library [3] and can be used across several platforms. The application and its source code can be downloaded here: <https://bit.ly/2TtKuRE>.

Note: The application requires an installation of R and has so far been tested with R version 3.6.0 on machines running Microsoft Windows 10, 7 and XP as well as Mac OS 10.14 (Mojave).

3 Launching EconBPC via the R Console

Before running EconBPC via the R console (see Fig. 2), the following steps must be performed:

1. Install the latest version of R on your PC.
2. Download EconBPC.zip from the link provided above.
3. Extract the files server.R and ui.R from the zip file and save them in a directory.
4. Start R.
5. Install and load the "Shiny" library using the following commands in the console:

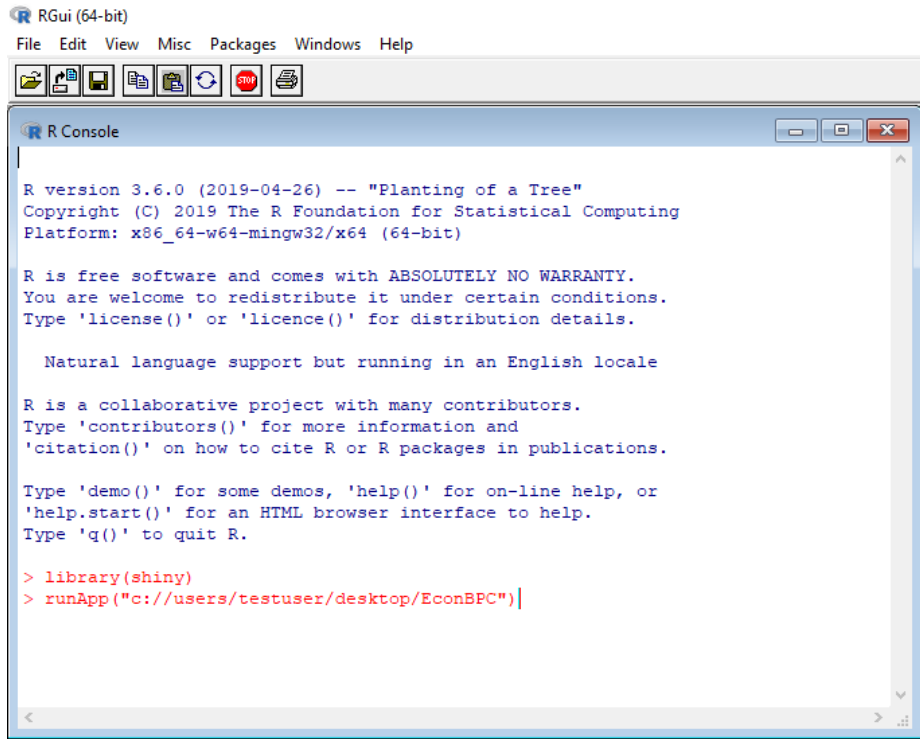

```
> install.packages("shiny")
> library(shiny)
```
6. If you are prompted to select a CRAN mirror, please select a mirror from the list.
7. Start EconBPC with the following command:


```
> runApp(appDir="{enter path of directory containing server.R and ui.R}")
```

Example: Launch of the application via the R console under Windows, assuming the files server.R and ui.R were saved by a user named "testuser" in a directory named "EconBPC" on the desktop of the PC:

```
> install.packages("shiny")
> # select a CRAN mirror from the appearing list, e.g., "Germany (Göttingen)"
> library(shiny)
> runApp(appDir="c://users/testuser/desktop/EconBPC")
```

After executing the commands in the R console, the web application EconBPC is automatically launched in the standard browser of the system.



```

RGui (64-bit)
File Edit View Misc Packages Windows Help

R Console

R version 3.6.0 (2019-04-26) -- "Planting of a Tree"
Copyright (C) 2019 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)

R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.

Natural language support but running in an English locale

R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.

> library(shiny)
> runApp("c://users/testuser/desktop/EconBPC")

```

Fig. 2. Commands for launching EconBPC via the R console

4 Launching EconBPC via RStudio

Before running EconBPC via RStudio (see Fig. 3), the following steps must be performed:

1. Install the latest version of R and RStudio on your PC.
2. Download EconBPC.zip from the link provided above.
3. Extract the files server.R and ui.R from the zip file and save them in a directory.
4. Start RStudio.
5. Install and load the “Shiny” library using the following commands in the RStudio console:


```

> install.packages("shiny")
> library(shiny)

```
6. If you are prompted to select a CRAN mirror, please select a mirror from the list.
7. Open the files server.R and ui.R in RStudio.

C

8. Press the button "Run App" in the user interface of RStudio (see Fig. 3).

9. Press the button "Open in Browser" in the opening window of RStudio's Viewer.

Note: EconBPC has to be opened in the web browser, as RStudio's Viewer is unable to display the elements of the user interface correctly. The EconBPC application has been tested with RStudio version 1.1.46.

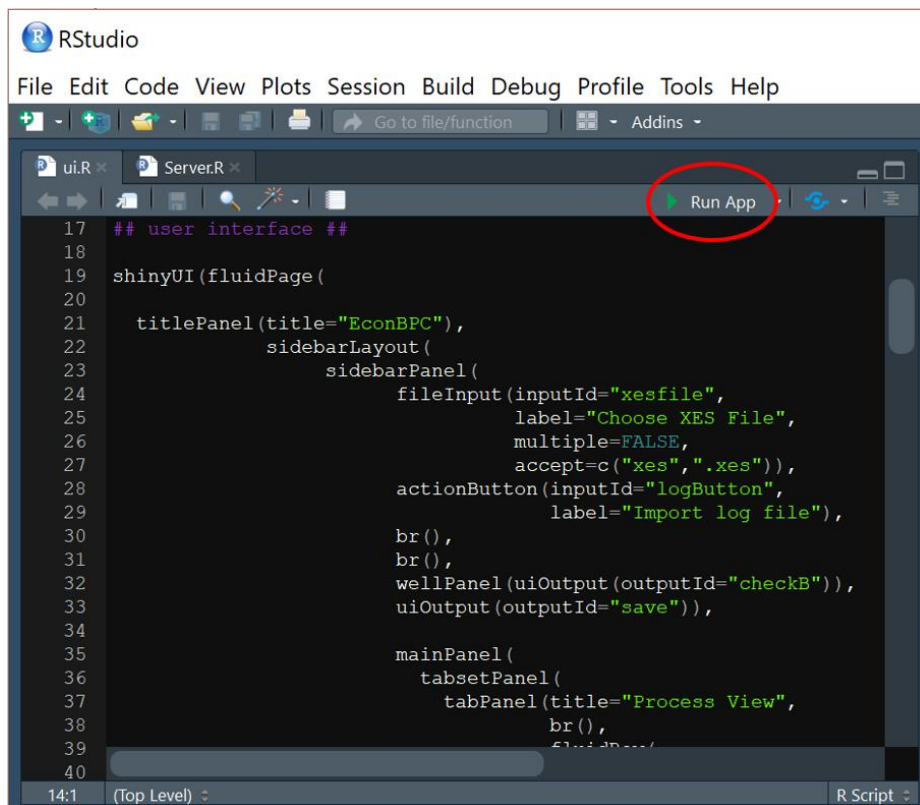


Fig. 3. Screenshot of RStudio highlighting the "Run App" button

5 Brief Instruction Manual

In order to use EconBPC for the economic assessment and analysis of Business Process Compliance, follow these four steps:

1. Click the "Browse" button to select a log file in XES format from your local system. To import the log file, click the "Import log file" button. After the import, the log file is displayed as a table in the tab named "Log". Based on the log file, the underlying business process is reconstructed and visualized as a multigraph

in the tab called "Process View". Selecting the checkbox "Animate process map" starts an animated token replay.

2. If your log file does not contain information about compliance events, you can use the selection box named "Specify compliance activity" to define the process activities that serve to meet requirements. To do so, click the appropriate checkboxes. Subsequently, the compliance process is visualized as a multigraph in the tab called "Compliance View & Economic View". Selecting the checkbox "Animate process map" starts an animated token replay. Below the visual representation, a table shows the Compliance Process Patterns and their absolute and relative frequency of occurrence.
3. Specify cost and reliability data for compliance events in the tab called "Data Input". If your log file already contains cost and/or reliability data, you can assign appropriate attributes. To do so, select the corresponding attributes of the log file from the dropdown menus. If the log file does not contain any cost and/or reliability data, these can be added specifically for each compliance activity. Press the button "Save data" to save your entries. After saving, the costs and reliabilities of all Compliance Process Patterns are automatically calculated and added to the table in the tab "Compliance View & Economic View". In this tab you can also annotate cost and reliability data as well as event frequencies on the multigraph. To do so, place the radio button in front of the attribute to be annotated.
4. Specify the underlying compliance requirement in the tab called "Compliance Requirement". Name the requirement and, if possible, specify the infringement costs that could result from a potential compliance violation. Press the button "Save data" to save your entries. If infringement costs were specified, both gross and net economic benefits of the compliance process are calculated and added to the table in the tab "Compliance View & Economic View".

6 Involved Packages/Libraries

EconBPC makes use of several R packages that go beyond the basic R library. The required packages are automatically loaded and installed when the application is started for the first time, unless they are already included in your user library. The following list shows the packages used in EconBPC:

- Shiny [3]
- Shinycssloaders [4]
- bupaR [5]
- edeaR [6]
- eventdataR [7]
- processmapR [8]
- processmonitR [9]

- processanimateR [10]
- xesreadR [11]
- data.table [12]
- DT [13]
- plyR [14]
- dplyR [15]

7 Disclaimer of Warranty

To the extent permitted by law, I do not provide any warranty for the program EconBPC. Unless otherwise confirmed in writing, the copyright holders and/or third parties make the program EconBPC available "as is", that is, without any warranty. The full risk regarding the quality and performance of the program EconBPC belongs to the user.

References

1. Kuehnel, S., Zasada, A.: An Approach Toward the Economic Assessment of Business Process Compliance. In: Woo, C., Lu, J., Li, Z., Ling, T.W., Li, G., Lee, M.L. (eds.) *Advances in Conceptual Modeling. ER 2018 Workshops Emp-ER, MoBiD, MREBA, QMMQ, SCME, Xi'an, China, October 22-25, 2018, Proceedings*, pp. 228–238. Springer International Publishing, Cham (2018)
2. Kuehnel, S., Trang, S., Lindner, S.: *Conceptualization, Design and Implementation of EconBPC – A Software Artifact for the Economic Analysis of Business Process Compliance*. working paper submitted to the 38th International Conference on Conceptual Modeling (ER 2019), 1–14 (2019)
3. Chang, W., Cheng, J., Allaire, J.J., Xie, Y., McPherson, J.: *Shiny: Web Application Framework for R*. R package version 1.2.0. <https://CRAN.R-project.org/package=shiny> (2018)
4. Sali, A.: *Add CSS Loading Animations to 'shiny' Outputs* [R package shinycssloaders version 0.2.0], <https://CRAN.R-project.org/package=shinycssloaders>
5. Janssenswillen, G.: *Business Process Analysis in R* [R package bupaR version 0.4.2], <https://CRAN.R-project.org/package=bupaR> (2019)
6. Janssenswillen, G.: *Exploratory and Descriptive Event-Based Data Analysis* [R package edeaR version 0.8.3], <https://CRAN.R-project.org/package=edeaR> (2019)
7. Janssenswillen, G.: *Event Data Repository* [R package eventdataR version 0.2.0], <https://CRAN.R-project.org/package=eventdataR> (2018)
8. Janssenswillen, G.: *Construct Process Maps Using Event Data* [R package processmapR version 0.3.3], <https://CRAN.R-project.org/package=processmapR> (2019)

9. Janssenswillen, G.: processmonitR: Building Process Monitoring Dashboards [R package version 0.1.0], <https://CRAN.R-project.org/package=processmonitR> (2017)
10. Mannhardt, F.: Process Map Token Replay Animation [R package processanimateR version 1.0.1], <https://CRAN.R-project.org/package=processanimateR> (2018)
11. Janssenswillen, G.: Read and Write XES Files [R package xesreadR version 0.2.3], <https://CRAN.R-project.org/package=xesreadR> (2019)
12. Dowle, M. and Srinivasan, A.: Extension of 'data.frame' [R package data.table version 1.12.2], <https://CRAN.R-project.org/package=data.table> (2019)
13. Xie, Y., Cheng, J. and Tan, X.: A Wrapper of the JavaScript Library 'DataTables' [R package DT version 0.8], <https://CRAN.R-project.org/package=DT> (2019)
14. Wickham, H.: The Split-Apply-Combine Strategy for Data Analysis [R package plyr version 1.8.4]. *Journal of Statistical Software* 40, 1–29 (2011)
15. Wickham, H., François, R., Henry, L. and Müller, K.: A Grammar of Data Manipulation [R package dplyr version 0.8.3], <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr> (2019)

Eidesstattliche Erklärung über verwendete Hilfsmittel

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt sowie keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle aus anderen Werken bzw. von anderen Autoren inhaltlich übernommenen Stellen wurden in der vorliegenden Dissertation als solche kenntlich gemacht und entsprechend zitiert.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'S. Kuhlend'.

Halle (Saale), 11. Juni 2019